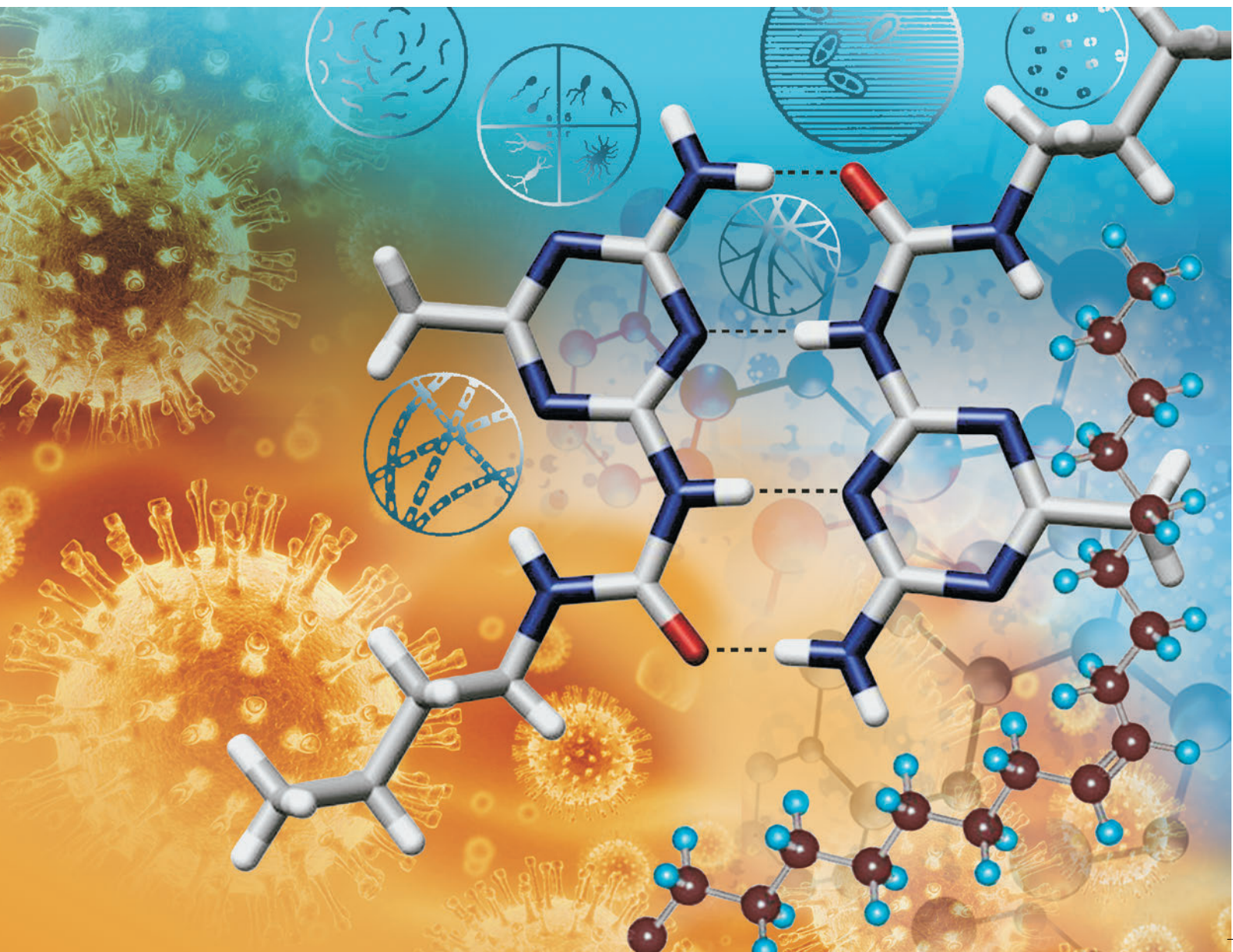
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

БАКАЛАВРОВ

2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров Университета ИТМО

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург

2016

Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров Университета ИТМО / Главный редактор проректор по НР д.т.н., профессор В.О. Никифоров. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 396 с.

Сборник представляет итоги конкурса на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу среди бакалавров Университета ИТМО и издается с целью развития творческого потенциала дипломированных специалистов, их навыков научно-исследовательской работы, стимулирования участия студентов в научных исследованиях, усиления роли научно-исследовательской работы в повышении качества подготовки специалистов с высшим образованием, формирования резерва для кадров высшей квалификации.

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016

© Авторы, 2016

ВВЕДЕНИЕ

«Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров Университета ИТМО» опубликован по результатам конкурсов на лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу (НИВКР) среди бакалавров Университета ИТМО.

Конкурсы оценивают умение студента проводить самостоятельную творческую исследовательскую работу, показывают профессиональную зрелость выпускника, его способность решать реальные научно-технические задачи. Конкурсы проводятся в целях совершенствования системы подготовки кадров высшей квалификации, в рамках реализации программы развития вуза как Национального исследовательского университета на 2009–2018 годы.

Первый этап Конкурса проводился на выпускающих кафедрах университета. По итогам предзащит ВКР бакалавров кафедрами было принято решение о выдвижении лучших работ в Государственную экзаменационную комиссию (ГЭК). По итогам работы ГАК были окончательно определены 159 лучших НИВКР на 33 кафедрах.

Второй этап Конкурса проводился на факультетах университета. По итогам представленных кафедрами работ, деканами факультетов был проведен анализ ВКР бакалавров, и определены победители Конкурса на факультетах. В итоге по факультетам состоялось 10 Конкурсов на «Лучшую НИВКР».

Третий завершающий этап Конкурса проводил Научно-технический совет (НТС) университета. Работы победителей второго этапа Конкурса были рассмотрены на заседании НТС. По итогам которого определены «Лучшие НИВКР» проведенные в университете за 2016 год.

Статистические данные участия бакалавров в Конкурсе

Этап	Название конкурса	Приняло участие	Победители
I	Конкурсы кафедр	159	94
II	Конкурсы факультетов	94	65
III	Конкурс университета	65	20

По итогам Конкурса среди бакалавров было определено 20 победителей на «Лучшую НИВКР университета» и 45 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество бакалавров, участвовавших в конкурсах на «Лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу» составило 159 человек.

Организационную работу по Конкурсам проводили следующие структурные подразделения Университета ИТМО: Департамент научных исследований и разработок, Управление магистратуры, отдел НИРС.

Основные критерии оценки работ

При оценке НИВКР учитывались следующие критерии:
- соответствие тематики работы основным научным направлениям университета;
- новизна предложенных в работе решений;
- оригинальность предложенных решений;
- наличие актов об использовании результатов работы;
- наличие выигранных грантов, стипендий, в том числе стипендий Президента Российской Федерации;
- наличие публикаций по результатам работы в научных журналах и изданиях (как в российских, так и в зарубежных);
- наличие документов защиты объектов интеллектуальной собственности, созданных в процессе выполнения ВКР;
- наличие заявок на объекты интеллектуальной собственности;
- наличие наград, полученных на всероссийских, региональных и городских конкурсах;
- наличие докладов по тематике ВКР на научных конференциях и семинарах;
- наличие документов о представлении результатов ВКР на различного уровня конкурсах и выставках;
- глубина раскрытия темы, логичность изложения;
- качество оформления (в том числе соблюдение ГОСТов);
- степень самостоятельности выполненной работы.

Общие требования к материалам, представляемым на НТС

Для окончательного подведения итогов Конкурса на НТС представлялись следующие документы:
- анкета участника Конкурса;
- отзыв научного руководителя;
- рекомендация от кафедры (служебная записка, подписанная зав. кафедрой);
- рекомендация ГАК;
- техническое задание ВКР;
- краткое изложение ВКР в форме статьи до 4 страниц.

К работе прилагались акты о внедрении результатов научной работы, копии патентов, научных статей и тезисов.

Итоги Конкурса были подведены на заседании НТС университета и оформлены приказом ректора Университета ИТМО № 744-од от 25.08.2016 г.

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ

Глебов Виктор Анатольевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3405
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: glebov_v94@mail.ru

УДК 620.179.111.3

РАЗРАБОТКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В.А. Глебов
Научный руководитель – тьютор О.Ю. Лашманов

В современном мире широко применяются конструкции и изделия из металлов. Наличие поверхностных дефектов металлических изделий говорит об износе или нарушении технологии производства. Выход из строя, разрушение металлических конструкций может приводить к авариям и повлечь за собой серьезные последствия: крупные финансовые потери, угроза жизни и здоровью людей, ущерб экологии, поэтому важно контролировать конструкции и изделия из металлов на наличие поверхностных дефектов. Одним из путей предотвращения аварий и катастроф является неразрушающий контроль. Он позволяет обнаруживать дефекты металлических изделий на этапе производства и в процессе их эксплуатации. В данной работе в качестве наиболее подходящего метода для контроля металлических изделий на наличие поверхностных дефектов был выбран капиллярный метод неразрушающего контроля. Он обладает такими преимуществами, как высокая чувствительность обнаружения, достоверность результатов, невысокая трудоемкость, а также невысокие финансовые затраты для проведения контроля. Порядок действий при проведении капиллярного контроля следующий: поверхность изделия очищают от грязи, пыли, жировых загрязнений, остатков флюса, лакокрасочных покрытий и т.п. После очистки на поверхность подготовленного изделия наносят слой пенетранта [1] и некоторое время выдерживают, чтобы жидкость смогла проникнуть в открытые полости дефектов. Затем поверхность очищают от жидкости, часть которой остается в полостях дефектов. После этого поверхность освещается оптическим излучением (в случае применения люминесцентного пенетранта – используется ультрафиолетовое (УФ) излучение). Дефекты становятся контрастными на фоне поверхности контролируемого объекта.

Целью работы стала разработка оптико-электронного прибора для неразрушающего контроля металлических изделий. Основными задачами, которые было необходимо решить для достижения поставленной цели, являлись разработка структурной схемы прибора, компьютерной модели изображения микротрещин, расположенных случайным образом на поверхности металлического изделия, а также программы для распознавания микротрещин на изображении.

Разработанная структурная схема представлена на рисунке.

Питание обеспечивается блоком питания. МП излучает в УФ диапазоне. Объектив строит изображение контролируемой поверхности на фотоматрице. Изображение обрабатывается в ПЭВМ.

В среде MATLAB была разработана компьютерная модель изображения микротрещин, расположенных случайным образом на поверхности металлического

изделия. Изображение формируется путем закрашивания со случайной яркостью и в случайных направлениях. После закрашивания на изображение накладываются случайные шумы, распределенные по закону Гаусса.

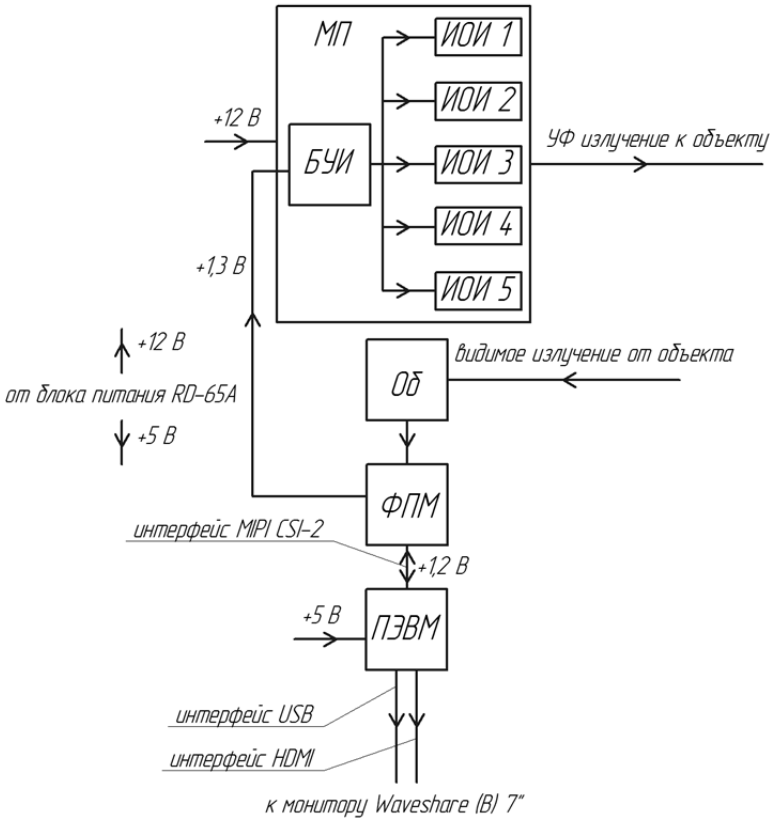


Рисунок. Структурная схема прибора: БУИ – блок управления источниками; ИОИ 1–ИОИ 5 – источники оптического излучения; МП – модуль подсветки; Об – объектив; ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина; ФПМ – фотоприемная матрица

Разработанная компьютерная модель была применена при написании программного обеспечения для распознавания микротрещин на изображении. Программа работает следующим образом: смоделированное изображение загружается в программу для распознавания микротрещин. После применения к изображению двух фильтров происходит поиск связанных областей на изображении [2]. Далее происходит фильтрация найденных областей по площади для того, чтобы исключить ложное обнаружение. Финальным этапом алгоритма является вывод данных об обнаруженных трещинах на экран. Пример выходных данных программы приведен в таблице.

Таблица. Результат работы программы

Трещина №	Координата по X, пкс	Координата по Y, пкс	Размер по X $W_{pix.X}$, пкс	Размер по Y $W_{pix.Y}$, пкс
1	633	1074	33	28
2	846	838	25	25

Следует отметить, что данные представляются в пикселях. Для их пересчета в миллиметры используются внутренние параметры прибора, такие как размер пикселя и линейное увеличение объектива.

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи: проведен аналитический обзор методов неразрушающего контроля и выбран метод

капиллярной дефектоскопии. Разработана структурная схема прибора; проведен габаритно-энергетический расчет, в ходе которого выбраны источники и приемник оптического излучения, а также объектив [3], рассчитана собирающая линза для облучения всей поверхности контролируемого объекта [4]; на основании габаритно-энергетического расчета разработана оптическая схема прибора; разработана компьютерная модель изображения микротрещин, а также программа для распознавания микротрещин на изображении; разработана электрическая принципиальная схема модуля подсветки, управляемого сигналом с фотоматрицы; рассчитано среднее время безотказной работы прибора – 15649 ч, а также погрешность определения линейных размеров трещин – 1,7 мкм; разработана конструкция прибора, состоящая из пластикового корпуса, внутри которого размещен объектив, фотоприемник, источники оптического излучения и вычислитель.

Литература

1. Неразрушающий контроль металлов и изделий: справочник / Под. ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения: учебное пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 277 с.
4. Толстоба Н.Д., Багдасарова О.В., Карпова Г.В. Основы оптики. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Часть 2. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 95 с.

Кузьмина Татьяна Борисовна
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа № V3400
Направление подготовки: 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
e-mail: kuzmina.t.94@gmail.com

УДК 535.36

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ

Т.Б. Кузьмина
Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст.н.с., доцент О.В. Андреева

Работа поставлена совместно с центром сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова в рамках института трансляционной медицины.

На данный момент по статистическим данным международного агентства по изучению рака онкологические заболевания являются значимой причиной в структуре смертности в мире [1]. Актуальность работы обусловлена необходимостью расширять ассортимент методов для диагностики онкологических заболеваний. Поскольку уже существующие простейшие методы, основанные на общих анализах крови, составляют достаточно объемную комплексную программу с использованием клинических и

биофизических анализов, а также онкомаркеров, и, как правило, являются вспомогательными [2]. Большое внимание в данной сфере уделяется оптическим методам, которые хорошо развиты и используют готовую аппаратуру. Тем не менее, описания применения метода динамического рассеяния в диагностических целях в источниках литературы обнаружено не было, хотя метод используется для оценки параметров форменных элементов крови, а также плазмы крови [3].

Таким образом, целью данной работы являлась оценка возможности использования метода динамического рассеяния для диагностики наличия онкологических заболеваний путем исследования биологических жидкостей.

Объектами исследования в работе являлись препараты цельной крови, а также плазмы крови, полученные при клиническом заборе крови у лабораторных мышей двух групп: контрольной и опытной (привитой асцитной карциномой Эрлиха). Выбор объекта обусловлен простотой получения клинических анализов крови [4], а также распространенностью использования данной биологической жидкости в целях диагностики онкологических заболеваний. В эксперименте с цельной кровью контрольную группу составляло 9 особей, к опытной группе относилось 7 особей. При исследовании плазмы крови в эксперименте использовалось 10 контрольных особей и 4 опытных.

Для исследования препаратов был использован прибор – анализатор размеров частиц HORIBA LB-550.

Подготовка препарата для измерений осуществлялась путем смешивания в кювете необходимого объема биологической жидкости с физиологическим раствором. Затем кювета помещалась в гнездо прибора, и проводилось 5 последовательных измерений функции распределения частиц по размерам, с последующей статистической обработкой характерного размера полученных распределений при наибольшей концентрации. Данный параметр схематично изображен на рис. 1.

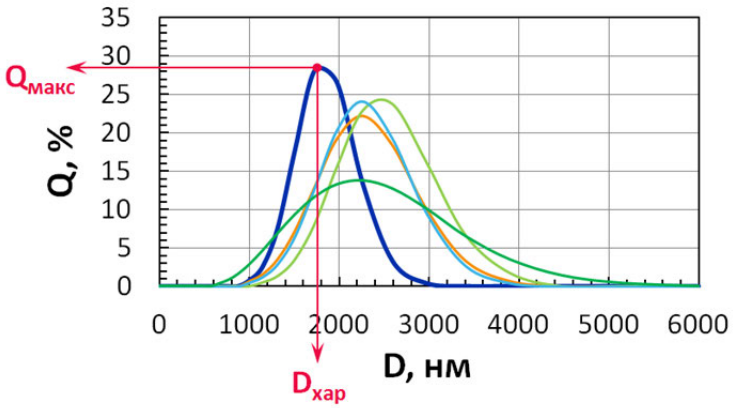


Рис. 1. Пример распределения частиц по размерам в пяти последовательных измерениях 3% препарата цельной крови контрольной особи

Начальные эксперименты с препаратами цельной крови не показали характерных различий в полученных распределениях. Характерных изменений в полученных распределениях в зависимости от концентрации также проследить не удалось. Это может быть обусловлено тем, что в цельной крови существует многообразие форменных элементов, имеющих различную форму и размер. Таким образом, диагностика в диапазоне длин волн излучения, используемого в приборе (650 нм), затруднена вследствие разнообразия оптических свойств, содержащихся в цельной крови форменных элементов.

В дальнейшем было принято решение работать только с образцами плазмы крови, изготовленными методом центрифугирования, в режиме 1500 об/мин.

На рис. 2 представлены характерные параметры функции распределения во всех проведенных измерениях с препаратами плазмы крови, выбранные для оценки полученных распределений. Полученные графики наглядно иллюстрируют зафиксированное в ходе обработки эксперимента различие характерного размера частиц в препаратах привитых особей по сравнению с препаратами контрольной группы. Можно заметить, что характерный размер частиц в препаратах плазмы крови привитых особей значительно увеличен по сравнению с частицами в препаратах контрольной группы.

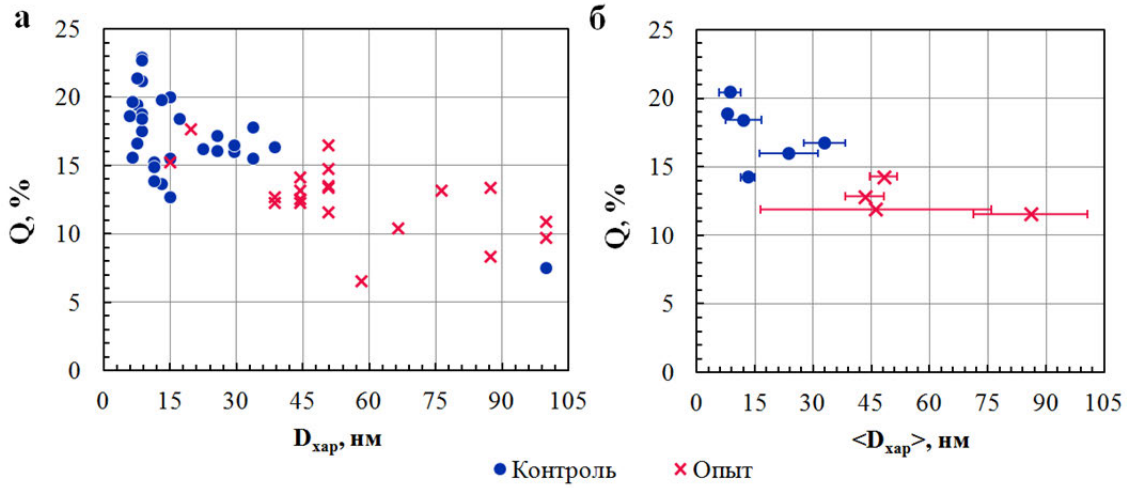


Рис. 2. Параметры функций распределения препаратов плазмы крови всех исследованных образцов (а), а также усредненные по каждому препарату (б)

Таким образом, в процессе выполнения работы были исследованы биологические жидкости цельной крови и плазмы крови, в виде препаратов, разбавленных физиологическим раствором, и было показано, что наиболее информативными являются препараты плазмы крови. При исследовании плазмы крови методом динамического рассеяния было обнаружено различие функции распределения частиц по размерам в препаратах опытных и контрольных особей (в препаратах контрольных особей характерный размер находится в диапазоне размеров от 7 до 40 нм, в то время, как у привитых особей этот диапазон составляет от 40 до 90 нм).

Полученный результат демонстрирует возможность использования данного метода для диагностики рассмотренного вида опухолевой карциномы Эрлиха в начальной стадии ее логарифмического роста, при используемых в работе режимах получения плазмы крови. Развитие метода предусматривает исследование других видов опухолевых заболеваний, на других режимах изготовления плазмы крови.

Литература

1. Torre L.A. et al. Global cancer statistics, 2012 // CA: a cancer journal for clinicians. – 2015. – V. 65. – № 2. – P. 87–108.
2. Савченко В.Г. и др. Национальные клинические рекомендации по диагностике и лечению острых миелоидных лейкозов взрослых // Гематология и трансфузиология. – 2014. – Т. 59. – № S2. – С. 2–29.
3. Кириченко М.Н. Динамика размеров и концентраций белков и их комплексов в плазме крови in vitro по данным светорассеяния: дисс. ... канд. ф.-м. наук: 01.04.05. – М., 2015. – 59 с.
4. Липунова Е.А., Скорокина М.Ю. Физиология крови. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – С. 19–21.

Кулаченко Олег Олегович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерных технологий, кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: oleg.kulachenko@emc.com

УДК 004.75

СИСТЕМА ВИРТУЛИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

О.О. Кулаченко
Научный руководитель – аспирант С.А. Жмылёв

Виртуализация персональных рабочих мест – это технология, позволяющая логически отделить рабочую среду пользователя от физического оборудования, на котором производится работа [1]. Расположенные в открытом доступе материалы, описывающие системы виртуализации персональных рабочих мест, не систематизированы и недостаточно полно описывают проблематику предметной области. Основные положения работы опираются на четыре наиболее полных источника [1–4]. Существующие системы разрабатывались для больших предприятий, из-за чего являются избыточными для микропредприятий и обладают высокой стоимостью владения [2]. В силу закрытой реализации они не модифицируемы. У существующих систем слишком велико время ожидания виртуального персонального рабочего места пользователем [3]. Таким образом, возникает необходимость уменьшить стоимость и среднее время ожидания рабочего места у этих систем. Разработанная система виртуализации персональных рабочих мест обладает меньшим временем ожидания рабочего места, по сравнению с существующими, и поддерживает работу с бездисковыми виртуальными машинами, что приводит к уменьшению совокупной стоимости владения системой. Также разработанная система единственная из существующих позволяет без подготовки работать на любом клиентском устройстве, поддерживающим загрузку с использованием технологии PXE.

Целью работы являлось уменьшение среднего времени ожидания и совокупной стоимости владения у систем виртуализации персональных рабочих мест. В ходе выполнения обзора предметной области, были выявлены подходы к организации виртуальных персональных рабочих мест – «очищаемая после завершения сеанса», «неочищаемая после завершения сеанса», «с возможностью сохранения информации», «клиентский гипервизор», «организация доступа к физическому компьютеру», «рабочее место на персональном компьютере» [4]. Для выполнения их сравнительного анализа были сформулированы показатели эффективности. По результатам сравнительного анализа был разработан алгоритм выбора подхода к виртуализации в зависимости от требований, предъявляемых системному архитектору. Реализовано избирательное сохранение внесенных в конкретную виртуальную машину (ВМ) изменений и использовано независимое хранилище данных. Предлагаемый подход получил название «избирательное сохранение информации» (ИСИ). Расход дискового пространства системы хранения данных для предлагаемого подхода (ГБ): $S_{\text{ИСИ}} = (R+1)Sg + \sum_{i=1}^{K} Su_i$, где S – расходовано всего (ГБ); R – количество запущенных виртуальных рабочих мест (шт.); K – количество рабочих мест (шт.), для которых выполняется сохранение изменений; N – общее количество виртуальных рабочих мест (шт.), равно количеству пользователей; Sg –

размер «золотого образа» (ГБ); Su – размер пользовательских данных (ГБ). Время ожидания виртуального персонального рабочего места при начале сессии (с): $w_{\text{ИСИ}} = p_b t_b + t_b(p_b + p_d) + t_c(p_b + p_d + p_c) + t_s(1 - k)$, где $T = t_r + t_b + t_d + t_c + t_s$ – суммарное время работы системы на исследуемом временном промежутке (с); t_r, t_b, t_d, t_c, t_s – время пребывания в соответствующем состоянии (с). Выявлено, что типовая схема подключения к виртуальному персональному рабочему месту состоит из 26-ти операций [5], некоторые из которых избыточны для микропредприятий. Это позволило сократить их количество до пяти, существенно увеличив производительность системы. Для реализации системы виртуализации персональных рабочих мест был разработан протокол клиент-серверного взаимодействия. Диаграмма состояний сервиса виртуализации показана на рис. 1. Диаграмма состояний клиентского программного обеспечения представлена на рис. 2. Благодаря упрощению протокола и отказу от части компонентов, входящих в существующие системы, было уменьшено время ожидания рабочего места и уменьшена избыточность.

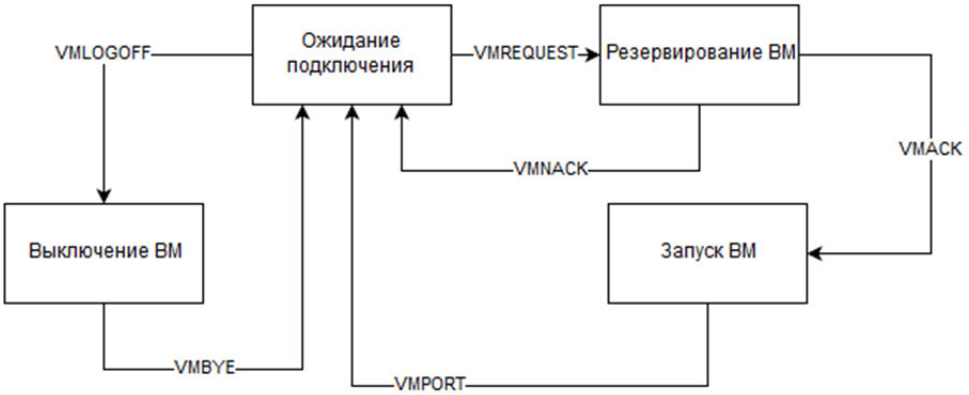


Рис. 1. Диаграмма состояний сервиса виртуализации

Рис. 2. Диаграмма состояний клиентского программного обеспечения

В результате проделанной работы был предложен алгоритм выбора подхода к организации виртуального персонального рабочего места. Выполнен сравнительный анализ подходов к организации виртуальных персональных рабочих мест. Разработан подход, позволяющий выборочно сохранять вносимые пользователем изменения. Сформулирован наиболее полный алгоритм предоставления виртуальных рабочих мест, разработаны и реализованы на практике способ предоставления виртуальных рабочих мест и протокол взаимодействия клиентского программного обеспечения и сервиса доставки рабочих мест. Разработана система виртуализации персональных рабочих мест, обладающая меньшим средним временем ожидания и совокупной стоимости владения по сравнению с существующими системами. Разработанная система, единственная из всех рассмотренных, позволяет работать на любом клиентском устройстве без предварительной установки на него клиентского программного обеспечения и поддерживает работу с бездисковыми виртуальными рабочими местами. Ввиду отсутствия резервирования элементов, разработанная система обладает низкой отказоустойчивостью и не поддерживает горизонтальное масштабирование, в дальнейшем планируется работа по устранению вышеперечисленных недостатков.

Литература

1. Wolf C., Halter E.M. Virtualization: From the Desktop to the Enterprise (Books for Professionals by Professionals). – New-York: Apress, 2005. – 600 p.
2. Gao G., Wang Y., Yang J. Open Computer Laboratories Based on Desktop Virtualization Technology. – London: Springer-Verlag, 2013. – 810 p.
3. Shen G., Huang X. Advanced Research on Computer Science and Information Engineering. – New York City: Springer, 2011. – 504 p.
4. Portnoy M. Virtualization Essentials. – Hoboken: Sybex, 2012. – 304 p.
5. Rangavittala S., Sanjay H., Salvi S. Enhanced Multi-Tenant Architecture for DaaS, PaaS, IaaS and SaaS in Edu-Cloud: Simplifying the Service provisioning in Edu-Cloud by multi-tenant architecture // Proceedings of the Sixth International Conference on Computer and Communication Technology. – 2015. – V. 15. – № 2. – P. 51–56.

Лагутенко Игорь Олегович
Год рождения: 1988
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра беспроводных телекоммуникаций, группа № К3410
Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
e-mail: lagut30k@gmail.com

УДК 621.396

МНОГОМЕРНЫЕ СОЗВЕЗДИЯ СИГНАЛОВ С КВАДРАТУРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

И.О. Лагутенко
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Григорьев

В работе рассмотрен способ увеличения скорости передачи данных с помощью оптимизации передаваемых созвездий, а именно, с помощью переноса передаваемых созвездий из одномерного в многомерные комплексные пространства с последующей оптимизацией в рассматриваемых пространствах [1, 2].

Как известно, широко используемые квадратурные амплитудные модулированные (КАМ) созвездия сигналов, формально являющиеся двумерными (т.е. при передаче сигнал можно представить в виде пары координат – синфазной и квадратурной составляющих), фактически независимо кодируют передаваемую информацию по синфазной и квадратурной компонентам. Оптимизировав (изменив расположение точек созвездия в двумерном вещественном пространстве) такие КАМ созвездия, можно получить выигрыш энергетической эффективности до 0,5 дБ в зависимости от количества точек в созвездии и заданного ограничения вероятности ошибки на бит при передаче.

Вероятность ошибки при передаче символа созвездия двух символов зависит от отношения взаимного расстояния между символами к энергии проекции шума на направление вектора взаимного расстояния. Таким образом, при равно распределенном гауссовском шуме вероятность ошибки при одинаковом расстоянии между символами сигнала не зависит от размерности пространства, используемого для передачи сигналов.

Из задачи о плотности упаковки шаров в многомерных пространствах известно в общем случае, что чем больше размерность пространства, тем плотнее можно в нем упаковать непересекающиеся шары соответствующей размерности. Что означает, в применении к сигналам созвездий, чем больше размерность пространства, тем на меньшем расстоянии (при меньшей энергии символа на размерность пространства) от центра можно расположить сигналы созвездий при заданном фиксированном минимальном взаимном расстоянии (вероятности ошибки на символ) и фиксированном отношении спектральной эффективности созвездия к размерности сигнального пространства.

Физически многомерные сигнальные пространства можно получить следующим образом – рассмотреть несколько N независимых комплексных одномерных потоков передачи (ортогонально разнесенных каким-либо образом, например, временным, частотным или пространственным) в качестве одного потока в комплексном пространстве размерности N или вещественном размерности $2N$. Стоит отметить, что даже один поток передачи символов в одномерном пространстве можно рассматривать как N потоков, разнесенных по времени, считая символы с номерами в первичном потоке, дающими остаток M от деления на N, принадлежащими к M-му вторичному потоку. Следовательно, даже один одномерных поток передачи комплексных сигналов можно рассматривать как поток передачи N-мерных комплексных сигналов со скоростью символьной модуляции в N раз меньше. В качестве поясняющего примера рассмотрим три созвездия ФМ-4 (КАМ-4). Их можно рассматривать как три независимых созвездия в одномерных комплексных пространствах, каждое из которых содержит четыре сигнальные точки. Однако можно их обобщить в одно созвездие в четырехмерном комплексном пространстве, содержащее 4^3=64 сигнальных точек. Конечно, от такого обобщения не изменится ни скорость передачи, ни вероятность ошибки на бит при передаче, однако, в трехмерном комплексном пространстве можно разместить эти 64 точки попарно дальше друг от друга, при том же энергетическом ограничении на среднюю энергию сигнала на размерность.

Для получения оптимизированных созвездий был получен критерий оптимизации – верхняя граница ошибки на бит:

$$P_{\text{ош/бит}} = \frac{1}{M_{\text{сз}} K\sqrt{\pi}\sqrt{1/h}} \sum_{i=1}^{M_{\text{сз}}} \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{M_{\text{сз}}} \int_{\frac{\|\mathbf{s}_i-\mathbf{s}_j\|}{2}}^{\infty} d_{ij,\text{X}} \exp\left(-\frac{t^2}{1/h}\right) dt,$$

при ограничении на среднюю мощность сигнала:

$$P_c = \frac{1}{M_{\text{сз}}} \sum_{i=1}^{M_{\text{сз}}} |\mathbf{S}_i|^2 = 1,$$

где $M_{\text{сз}}$ – количество точек в созвездии; K – размерность комплексного пространства созвездия; h – отношение сигнал/шум; $\mathbf{S}_i$ – вектор i-го сигнала созвездия; $d_{ij,\text{X}}$ – расстояние Хемминга между i-м и j-м сигналами созвездия.

Оптимизация производилась численным моделированием в среде MATLAB методом градиентного спуска. Выражения частных производных:

$$\frac{\partial P_{\text{ош/бит}}}{\partial S_k^{(n)}} = \frac{\sqrt{h}}{K M_{\text{сз}}\sqrt{\pi}} \left(\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq k}}^{M_{\text{сз}}} d_{ij,\text{X}} \exp\left(-\frac{\|\mathbf{s}_k-\mathbf{s}_j\|^2}{4(1/h)}\right) \frac{(S_k^{(n)}-S_j^{(n)})}{\|\mathbf{s}_k-\mathbf{s}_j\|} \right).$$

Также было произведено сравнение оптимизированных многомерных и квадратных одномерных созвездий по критериям энергетической и спектральных эффективностей.

На рис. 1 наблюдается тенденция – чем больше размерность пространства, тем лучше энергетическая эффективность при фиксированной спектральной.

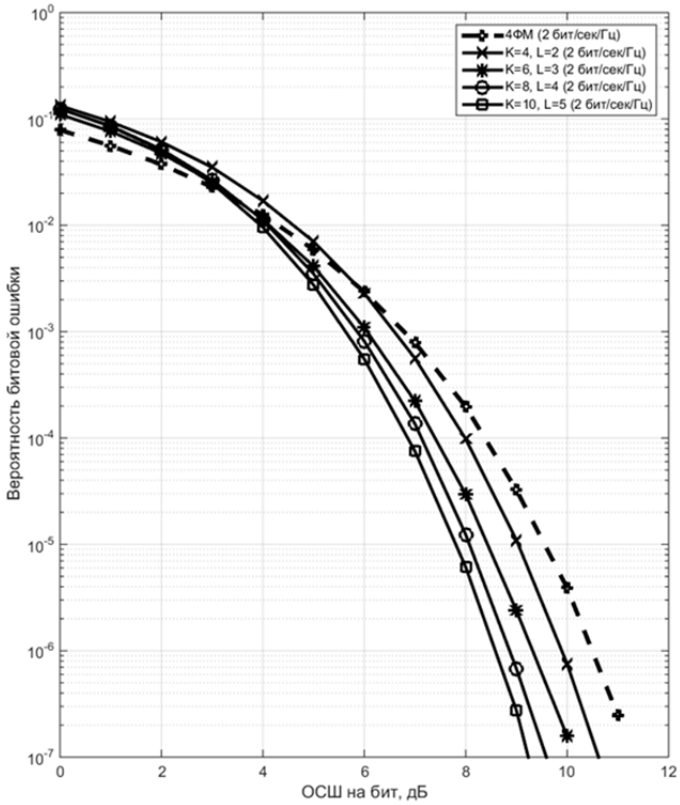


Рис. 1. Кривые помехоустойчивости созвездий спектральной эффективности 2 бит/Гц/с[1]

Также было проведено сравнение применимости полученных многомерных созвездий и квадратных одномерных по критерию обеспечения вероятности ошибки на бит не превышающей 10^{-6} от отношения сигнал/шум на входе демодулятора. На рис. 2 синяя линия соответствует полученным многомерным созвездиям, а зеленая – квадратным одномерным. Для исследованной области отношений сигнал/шум на входе приемного устройства (8–22 дБ) средний выигрыш в спектральной эффективности (и, как следствие, в скорости передачи) составляет около 30%.

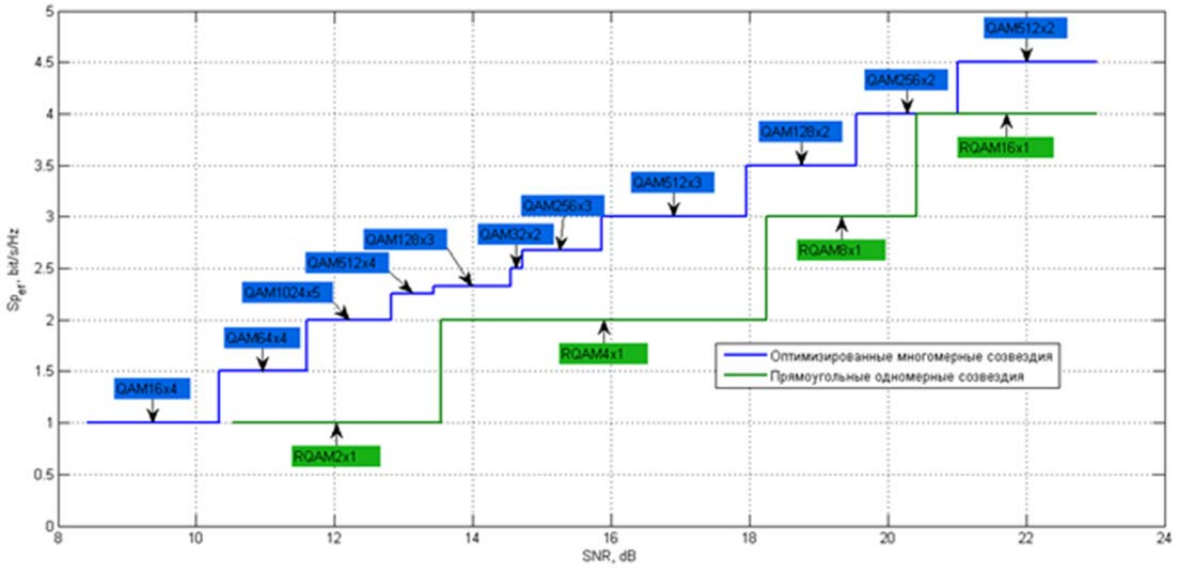


Рис. 2. Сравнение одномерных и многомерных созвездий

[1] K – количество передаваемых бит с помощью созвездия; L – комплексная размерность созвездия.

В настоящей работе построены многомерные созвездия квадратурной амплитудной модуляции (QAM) сигналов. Продемонстрирован выигрыш от их использования по энергетической и спектральным эффективностям в сравнении с классическими одномерными квадратными QAM-созвездиями, достигающий в некоторых случаях 150%, а в среднем, около 30% по спектральной эффективности (а следовательно, по скорости передачи) при фиксированных энергетических параметрах, и до 2 дБ по энергетической эффективности при фиксированной спектральной эффективности.

Более того, следует отметить, что данный способ увеличения скорости передачи основан на использовании ортогонально мультиплексированных потоков передачи данных, что обеспечивает полную совместимость с другими используемыми технологиями и методами увеличения скорости передачи, как MIMO, OFDM, AAS и экстенсивных методов увеличения пропускной способности.

Тем не менее, на данный момент нерешенными остаются следующие задачи:

– построение оптимальных созвездий сигналов для случая вероятностей ошибки на бит, не равных 10^{-6};
– построение оптимальных многомерных созвездий с использованием Forward Error Correction (FEC);
– оптимальное декодирование многомерных созвездий.

Литература

1. Роджерс К. Укладки и покрытия: Пер. с англ. – М.: Мир, 1968. – 134 с.
2. Кабатянский Г.А., Левенштейн В.И. О границах для упаковок на сфере и в пространстве // Проблемы передачи информации. – 1978. – Т. 14. – № 1. – С. 3–25.

Ларионенко Георгий Сергеевич
Год рождения: 1993
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра мехатроники, группа № Р3425
Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника
e-mail: glarionenko@gmail.com

УДК 621.8

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ШТАТИВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПАНОРАМНОЙ ВИДЕОСЪЕМКИ

Г.С. Ларионенко
Научный руководитель – аспирант Д.В. Куприянов

Съемка полнопанорамного видео, как и обычная видеосъемка, уже набрала популярность и производится с различными целями в совершенно разных условиях [1–5].

Основной целью проделанной работы являлось создание мобильной платформы-штатива, удовлетворяющей всем техническим требованиям, поставленным компанией технопарка Университета ИТМО «Video360production».

Главное общее требование ко всем мобильным штативам для полнопанорамной съемки – обеспечение отсутствия оператора в видеопотоке, а также обеспечение

максимальной устойчивости системы ко внешним воздействиям. Полнопанорамные видео, которые будут сниматься компанией с помощью разрабатываемого мобильного штатива, должны вызвать у человека как можно более полное ощущение присутствия среди происходящего, следовательно, должны быть сняты таким образом, чтобы максимально приблизить снимаемый видеопоток к тому, как это увидел бы человек находясь в запечатленной ситуации.

Среди биологических особенностей человека, влияющих на визуальное восприятие, первой явно выделяющейся является рост – человек в повседневной жизни сильно привыкает видеть все свое окружение с высоты своего роста, поэтому требуется обратиться к статистике и обеспечить видеосъемку на высоте среднего роста человека, чтобы сделать просмотр видеоролика максимально комфортным для людей разного роста.

Вторым, но не менее важным моментом, при обеспечении комфортного просмотра, является стабилизация видеопотока. Человеческая зрительная система устроена таким образом, что контроль стабильности осуществляется слежением за захватываемыми точками с использованием перемещений глазного яблока в соответствии со смещением точки наблюдения и собственного тела, последнее называется вестибулоокулярным рефлексом [6]. Этот механизм включает в себя и осознание видимых нами объектов, что сложно осуществить на данном уровне развития науки. Но в настоящее время уже создано множество стабилизационных решений для различных камер. Одно из которых – инерционные стабилизаторы с креплением ручки в центре тяжести с помощью соединения, обеспечивающего вращение вокруг двух осей, позволяющие сохранять положение камеры независимо от смещений ручки. Другое устройство, играющее большую роль в стабилизации видеоэлектронный стабилизатор, который с помощью электродвигателей сохраняет положение камеры по двум или трем осям. Также существует цифровая стабилизация видео, но она редко используется в постобработке полнопанорамных видео из-за ее влияния на процесс сшивания. Наиболее эффективным методом стабилизации до камеры считается использование комбинации из механического и электронного стабилизаторов, который и используется в данном проекте. Для осуществления этого метода заказчиком было выбрано устройство под названием ultraLUUV, которое состоит из инерционного регулируемого стабилизатора solidLUUV и электронного двухосевого стабилизатора. Однако это устройство рассчитано на использование камеры, снимающей в одном направлении, следовательно, требуется внести возможные изменения в конструкцию электронного стабилизатора. А также необходимо сделать крепление для инерциального стабилизатора solidLUUV, так как он оснащен только ручным держателем.

Ввиду того, что при использовании таких устройств как Oculus, происходит подмена визуального сигнала, оказывается влияние на работу вестибулярной системы человека. Из-за резких визуальных смещений в видео без участия зрителя происходит диссонанс с сигналами, приходящими в мозг от вестибулярного аппарата, вследствие чего возникает ощущение укачивания или иного дискомфорта. По этой причине при движении по окружности следует дать зрителю возможность повернуть голову самостоятельно, для чего надо сохранить положение сборки камер вокруг вертикальной оси с помощью специального мехатронного модуля.

Исходя из всего вышесказанного, учитывая оптимизацию по стоимости и техническое задание, требовалось создать платформу со следующими свойствами:

1. грузоподъемность не менее 3 кг, позволяющую переносить все заявленное заказчиком оборудование;
2. скорость передвижения 6 км/ч;

3. перемещение видеооборудования, сопутствующих ему крепежных и стабилизирующих устройств на высоте 1,5 м;
4. не превышать в ширину 0,6 м, чтобы обеспечить возможность съемки в как можно более разнообразных по своему строению местах;
5. подъем под уклоном до 10°;
6. обеспечена простым механизмом смены колес для быстрой адаптации к поверхности;
7. съемный штатив для легкой транспортировки;
8. управляться дистанционно;
9. возможность программно задать траекторию перемещения;
10. достаточное обеспечение электропитанием для автономной работы в течение 30 мин;
11. иметь возможность контроля скоростных режимов;
12. обладать звукоизолирующими средствами для исключения звука двигателей из записываемого на стереомикрофон аудиопотока;
13. обладать модулем для обеспечения работы системы сохранения угла поворота камеры в горизонтальной плоскости при повороте платформы;
14. стоимость менее 150 000 руб.

В данной работе была разработана мобильная платформа для осуществления съемки панорамного видео. Данная платформа удовлетворяет всем техническим требованиям. Рассчитаны и выбраны двигатели, спроектирована конструкция рамы, позволяющая переносить все заявленное заказчиком оборудование весом до 3 кг на высоте 1,5 м со скоростью 5 км/ч в уклон 10° в течение 30 мин. Двигатели обеспечены энкодерами, которые позволяют запрограммировать в контроллере несколько скоростных режимов, а также задать траекторию движения. Конструкция не превышает в ширину 0,6 м, что дает возможность съемки в разнообразных по своему строению местах. Простая конструкция модуля – мотор-колесо – обеспечивает легкую смену колес и других элементов. Разработан штатив с установочным стаканом, который обеспечивает штатив вращательной степенью свободы относительно вертикальной оси, а также обеспечен механизм снятия штатива для легкой транспортировки платформы. Подобраны материалы для шумоизоляции и их расположение в платформе, чем обеспечивается чистота записываемого аудиопотока от посторонних звуков. Выбор материалов и компонентов осуществлен с условием оптимизации по стоимости, цена платформы снижена по сравнению с аналогами и не превышает указанной в техническом задании суммы.

Литература

1. Уэбстер Ф. Теории информационного общества. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 400 с.
2. Ильенкова С.Д., Гохберг Л.М., Кузнецов В.И., Ягудин С.Ю. Инновационный менеджмент. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 343 с.
3. Пантелеева И.А., Прокопьева Г.Ю. Интерактивные технологии в рекламе: особенности построения рекламной коммуникации в интернет-сегменте // Вестник ТГПУ. – 2014. – № 3(144). – С. 172–178.
4. Rebeiz G.M. RF MEMS: theory, design, and technology. – John Wiley & Sons, 2004. – 512 p.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.video-stitch.com/how-360-video-works/, своб.
6. Шульговский В.В. Психофизиология пространственного зрительного внимания у человека // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8. – № 1. – С. 17–23.

Лобода Александр Александрович
Год рождения: 1994
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа № М3439
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: loboda@rain.ifmo.ru

УДК 004.021

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ СВЯЗНОГО ПОДГРАФА МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСА С УЧЕТОМ ВЕСОВ РЕБЕР

А.А. Лобода
Научный руководитель – аспирант А.А. Сергушичев

Задача поиска подграфа максимального веса естественно возникает при проектировании различного рода сетей, в компьютерном зрении, в вычислительной биологии. Задача является NP-трудной, однако для нее существуют эффективные на практике решатели [1, 2], которые сводят задачу к задаче смешанного целочисленного программирования (СЦП). При анализе представленности в сетях биохимических реакций возникает задача более общего вида [3], известные сведения [4] которой неприменимы на практике. Более того, обобщенная задача тривиально не сводится к частным случаям. В настоящей работе был разработан алгоритм для решения обобщенной задачи, а именно: разработаны правила препроцессинга и декомпозиции путем модификации существующих правил для частной задачи, разработано компактное линейное сведение к задаче СЦП, разработаны ограничения нарушения симметрии. Также было проведено сравнительное тестирование на частных случаях задачи с эффективными решателями Heinz и Heinz2.

Определение. Дан связный неориентированный граф $G = (V, E)$ и весовая функция $\omega : (V \cup E) \to \nu$, обобщенная задача нахождения связного подграфа максимального веса состоит в отыскании связного подграфа $G' = (V', E')$, чтобы

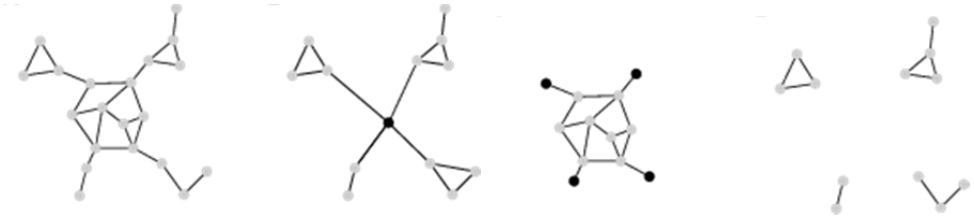
$$\Omega(G') = \sum_{v \in V'} \omega(v) + \sum_{e \in E'} \omega(e) \to \max .$$

Алгоритм состоит из трех частей: препроцессинг, декомпозиция, сведение к задаче СЦП. Препроцессинг состоит в исчерпывающем применении двух правил. Во-первых, можно стянуть некоторые ребра. Пусть $e = (u, v)$, вес ребра неотрицателен, а $\omega(e) + \omega(v) \geq 0$ и $\omega(e) + \omega(u) \geq 0$, тогда такое ребро можно стянуть, поскольку в оптимальном решении не может присутствовать только одна из инцидентных ребру вершин. Во-вторых, можно избавиться от отрицательных цепей. Если вершина отрицательного веса инцидентна, равна двум ребрам отрицательного веса, то она заменяется одним ребром с суммарным весом этих трех элементов. Это правило получено модификацией правила из [1].

Декомпозиция, позволяющая разбить задачу на несколько частей, представлена на рис. 1.

Пусть имеется экземпляр обобщенной задачи на входе (рис. 1, а). Сначала объединяем наибольшую двусвязную компоненту в одну вершину с нулевым весом и решаем корневую задачу для модифицированного, таким образом, графа с корнем в созданной вершине (рис. 1, б). Затем заменяем каждую из компонент, ветвящуюся из наибольшей двусвязной компоненты на одну вершину с весом, равным весу

соответствующего подграфа в решении корневой задачи с предыдущего шага (рис. 1, в). Напоследок пытаемся найти подграф с наибольшим весом, который лежит полностью в одной из этих ветвящихся компонент (рис. 1, г).



а б в г

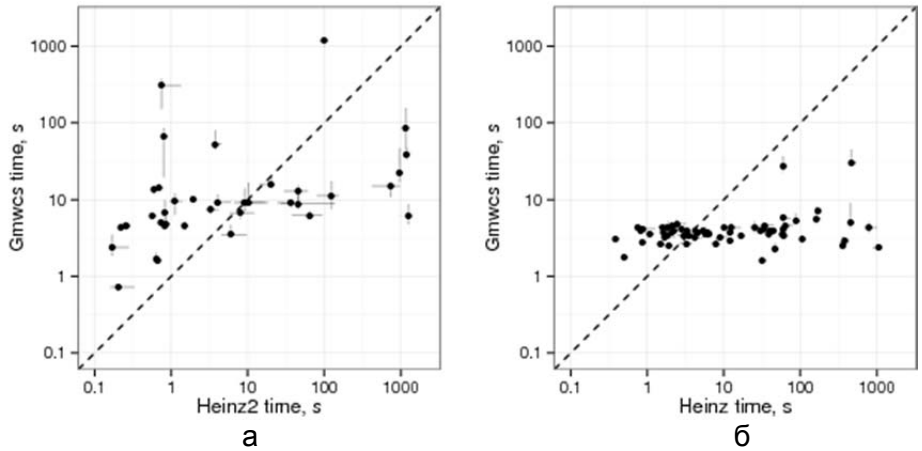
Рис. 1. Декомпозиция

И наконец, было предложено использовать следующее сведение к задаче СЦП. Пусть y_v – бинарная переменная, отображающая присутствие вершины в решении; w_e – бинарная переменная, отображающая присутствие ребра в решении. Кроме того, нелинейная модель из [4] использует дополнительные переменные, так как связность подграфа доказывается наличием дерева обхода подграфа. Таким образом, r_v, d_v отображают, является ли вершина корнем дерева обхода, и расстояние до него соответственно, x_{vu} – бинарная переменная, отображающая наличие ребра дерева обхода. В дополнение к нелинейной модели из [4] использовалось следующее (таблица).

Таблица. Сведение к задаче СЦП

Формула	Описание
$d_v + nr_v \le n, \forall v \in V;$	Нулевое расстояние от корня до корня
$n + d_u - d_v \ge (n+1)x_{vu}, \forall (v,u) \in A$	Ограничение на расстояние до корня для остальных вершин
$n + d_v - d_u + \ge (n-1)x_{vu}, \forall (v,u) \in A$	
$d_v - d_u \le n - (n-1)w_e, \forall e = (v,u) \in E$	Ограничения нарушения симметрии, обход фиксируется обходом в ширину
$d_u - d_v \le n - (n-1)w_e, \forall e = (v,u) \in E$	

На рис. 2 изображены результаты тестирования.



а б

Рис. 2. Сравнительное тестирование решателей: Heinz2 (а); Heinz (б)

Точка обозначает экземпляр задачи, оси графиков – логарифмичные шкалы времени работы различных решателей. Серые линии – вторые максимальные и минимальные по времени запуски теста. Как видим, наш решатель решает задачи

быстрее, чем Heinz и сравним по скорости с решателем Heinz2, который способен решать только вершинно-взвешенные задачи.

В результате работы был создан алгоритм решения обобщенной задачи поиска подграфа максимального веса. Тестирование реализации показало, что программа может эффективно решать экземпляры, возникающие при анализе представленности в сетях биохимических реакций. Кроме того, сведение отличается простотой и компактностью.

Литература

1. El-Kebir M., Klau G.W. Solving the Maximum-Weight Connected Subgraph Problem to Optimality [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arxiv.org/pdf/1409.5308.pdf, своб.
2. Álvarez-Miranda E., Ljubić I., Mutzel P. The maximum weight connected subgraph problem // Facets of Combinatorial Optimization. – 2013. – P. 245–270.
3. Sergushichev A.A., Loboda A.A., Jha A.K., Vincent E.E., Driggers E.M., Jones R.G., Pearce E.J. and Artyomov M.N. GAM: a web-service for integrated transcriptional and metabolic network analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nar.oxfordjournals.org/content/44/W1/W194.full.pdf, своб.
4. Haouari M., Maculan N., Mrad M. Enhanced compact models for the connected subgraph problem and for the shortest path problem in digraphs with negative cycles // Computers & Operations Research. – 2013. – V. 40. – № 10. – P. 2485–2492.

Мешков Алексей Викторович
Год рождения: 1995
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра мехатроники, группа № Р3425
Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника
e-mail: argule95@gmail.com

УДК 621.8

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

А.В. Мешков
Научный руководитель – ассистент Д.В. Куприянов

Работа посвящена описанию метода и процесса разработки программно-аппаратного образовательного комплекса, при помощи которого будет осуществлено обновление материальной базы для преподавания дисциплин программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Целью работы являлась разработка робототехнической платформы, которая выполняла бы задачи, поставленные курсом «Основы программирования», и соответствовала бы следующим техническим требованиям:

– максимальная скорость платформы не превышает 2 м/с;
– максимальное ускорение платформы не превышает 2 м/с^2;
– максимальный вес платформы не превышает 5 кг;
– время непрерывной работы – 1,5 ч.

В ходе выполнения работы был рассмотрен ряд образовательных комплектов и сделан вывод о возможности их применения в качестве материальной базы образовательного курса. Обзор проводился, основываясь на следующих критериях:

– модульность конструкции платформы (открытая/закрытая);
– полнота сопроводительной методической литературы, поставляемой изготовителем;
– используемый язык программирования;
– соответствие определенным индустриальным стандартам;
– поддержка сообществом пользователей;
– стоимость.

По представленным критериям были рассмотрены следующие робототехнические наборы: Lego Mindstorms NXT, Parallax Boe-Bot, ТРИК, Robotino.

В результате обзора аналогов были выведены требования к проектируемому образовательному комплекту:
– открытая модульность;
– должна предоставляться возможность замены микроконтроллера;
– микроконтроллер, идущий в базовой комплектации, должен управляться современным языком программирования;
– должна предоставляться удобная площадка общения пользователей;
– стоимость не должна превышать 20 000 руб.;
– в базовый комплект должна входить сопроводительная документация.

Также в работе представлено сравнение типов моторных баз, которые используют мобильные платформы [1–3]. На основании обзора аналогов и типов моторных баз был спроектирован корпус (рисунок) образовательной платформы [1, 4, 5].

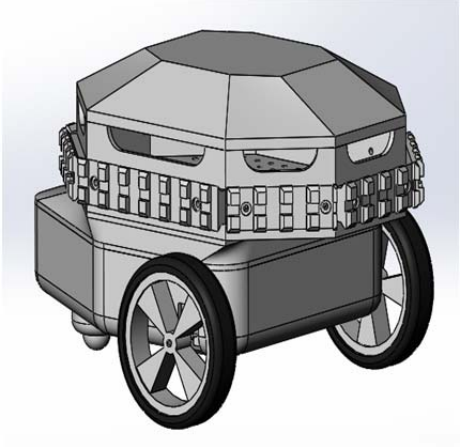


Рисунок. Внешний вид спроектированного корпуса

Кроме того, в работе представлено описание расчета и выбора двигателей и элементов питания, собран список электронных компонентов, который может входить в базовый образовательный набор.

В результате проделанной работы был спроектирован корпус разрабатываемого образовательного комплекса, подобраны компоненты базового набора и продуманы варианты применения и развития разрабатываемой платформы. В дальнейшем планируется продолжить работу по оптимизации используемого пространства корпуса, расширить спектр используемых электронных компонентов и обеспечить сайт поддержки пользователей образовательного набора.

Литература

1. Siciliano B. Springer handbook of robotics. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – LIX. – 1611 p.
2. Asama H. et al. Development of an omni-directional mobile robot with 3 DOF decoupling drive mechanism // Robotics and Automation. – 1995. – V. 2. – P. 1925–1930.

3. Wada M., Mori S. Holonomic and omnidirectional vehicle with conventional tires // Robotics and Automation. – 1996. – V. 4. – P. 3671–3676.
4. Ferrière L., Campion G., Raucent B. ROLLMOBS, a new drive system for omnimobile robots // Robotica. – 2001. – V. 19. – № 01. – P. 1–9.
5. Campion G., Bastin G., D'Andréa-Novel B. Structural properties and classification on kinematic and dynamic models of wheeled mobile robots // Nelineinaya Dinamika [Russian Journal of Nonlinear Dynamics]. – 2011. – V. 7. – № 4. – P. 733–769.

Набиуллина Резида Даниловна
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра оптической физики и современного естествознания, группа № V3435
Направление подготовки: 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
e-mail: rezida2105@mail.ru

УДК 535.33 + 535.34

ФОТОНИКА ТОНКИХ ПЛЕНОК С *J*-АГРЕГАТАМИ ЦИАНИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ И СЕРЕБРЯНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Р.Д. Набиуллина
Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст.н.с. А.А. Старовойтов

Работа выполнена в рамках тем НИР: № 713561 «Оптические и электрические свойства гибридных наноматериалов на основе углеродных, полупроводниковых и металлических наноструктур»; № 340636 «Методы формирования и оптические свойства гибридных пленок на основе металлических наноструктур и органических молекул».

В последнее время повышенный интерес вызывают гибридные структуры металл/краситель. Они используются в фотоэлектрических устройствах, биомедицине, а также для создания когерентных наноизлучателей (спазер). В 2009 году М. Ногинов с коллегами продемонстрировали работу спазера на основе плазмонных наночастиц металла, окруженных стеклоподобной оболочкой с органическим красителем [1]. В работе исследовались коллоидные растворы, но для практического применения следует использовать твердотельные образцы. Вдобавок, в его работе не рассматривалась возможность воздействия излучения накачки на краситель. Металлические наноструктуры оказывают действие на фотоиндуцированные изменения молекулярных слоев красителя. Например, под действием ультрафиолета происходит trans-cis-изомеризация азобензола в ближнем поле золотых нанорезонаторов [2]. Экспериментально показано, что взаимодействие между цианиновым красителем и наночастицами Au может приводить к образованию *J*-агрегатов, обладающих нелинейными свойствами [3]. Интересным для характеристик спазера является влияния диаметра наночастицы на оптические свойства красителя. При фиксированной толщине слоя красителя наблюдается увеличение поглощение по мере возрастания диаметра [4]. Важным моментом является дистанция между поверхностью металла и молекулой, чего в работе Ногинова не было исследовано. Известно, что при взаимодействии органических молекул с наночастицами часть энергии оптического возбуждения молекул переходит на наночастицы металла, что вызывает тушение люминесценции красителей. Для устранения такого эффекта можно использовать слой диэлектрика между наночастицами металла и красителем.

Целью работы было выявление общих закономерностей самоорганизации и фотоиндуцированного формирования молекулярных *J*-агрегатов цианиновых красителей на островковых пленках наночастиц серебра. Были исследованы оптические свойства гибридных структур в зависимости от: эквивалентной толщины островковой пленки; длины цепи сопряжения молекул красителя; толщины изолирующего слоя полиметилметакрилата (ПММА) между частицами и красителем; в частности, агрегация молекул под действием наносекундного лазерного излучения.

Островковые пленки Ag были получены методом вакуумного напыления на сапфировых подложках. В качестве красителя использовались цианины одного гомологического ряда, отличающиеся длиной цепи сопряжения: псевдо-, моно- и дикарбоцианины. Для дистанцирования молекул красителя от наночастиц использовался ПММА. Краситель и ПММА наносились из раствора на подложку методом центрифугирования. Фотоиндуцированная модификация осуществлялась на длине волны 532 нм с частотой 1 Гц и длительностью одного импульса 10 нс.

В спектрах поглощения цианиновых красителей наблюдались полосы мономерных (all-trans- и cis-изомеры) и агрегированных форм молекул (димеры и *J*-агрегаты). Обнаружено, что в присутствии наночастиц максимум поглощения слоев увеличился в 4 для моно- и 10 раз для дикарбоцианина. Поглощение в полосах молекулярных форм псевдокарбоцианина увеличивается в 5 раз, однако наблюдается спектральный провал в области *J*-агрегатов, что связано с «сильным связыванием» плазмон-экситона [5]. При нанесении одинакового количества красителей на островковые пленки Ag эквивалентной толщины от 2 до 8 нм по мере роста толщины слоя серебра наблюдалось увеличение поглощения всех молекулярных форм красителей, а также уменьшение спектрального провала в области максимума поглощения *J*-агрегата псевдокарбоцианина. Спектры флуоресценции показали свечение *J*-агрегатов.

Наблюдается влияние толщины изолирующего слоя на оптические свойства металлоорганических структур. Поглощение и флуоресценция гибридных структур уменьшается при увеличении толщины ПММА до 45 нм, что связано с отсутствием влияния ближнего поля наночастиц серебра на молекулы красителя.

Под действием лазерного излучения плотностью энергии 30 мДж/см^2 спектр органической пленки необратимо меняется: поглощение агрегатов уменьшается, а интенсивность поглощения мономеров – растет, что связано с термическим развалом агрегатов на мономеры. В гибридных пленках при выборе плотности энергии 8 мДж/см^2, которая не приводила бы к изменению спектра наночастиц, возрастает поглощение в области димеров и *J*-агрегатов. В случае псевдокарбоцианина поглощение в полосе димеров уменьшается, а в области *J*-агрегатов увеличивается, как в полосе all-trans-изомеров. Можно предположить, что формирование *J*-агрегатов происходит из других молекулярных форм.

В работе показано, что поглощение гибридной пленки не является суммой поглощения слоя цианина и плазмонного резонанса наночастиц. В присутствие наночастиц серебра поглощение молекул красителя в полосе *J*-агрегатов увеличивается до 10 раз. В гибридных пленках с пседокарбоцианином наблюдается спектральный провал в области поглощения *J*-агрегатов, вызванный плазмон-экситонным взаимодействием. Также представлена возможность дистанцирования молекул красителя от наночастиц посредством изолирующего слоя ПММА. Под действием резонансного света в металлоорганических структурах наблюдается увеличение поглощения *J*-агрегатов и димеров. Планируется исследование плазмон-экситонного взаимодействия в металлоорганических структурах с псевдокарбоцианином.

Литература

1. Noginov M.A., Zhu G., Belgrave A.M., Bakker R., Shalaev V.M., Narimanov E.E., Stout S., Herz E., Suteewong T., Wiesner U. Demonstration of a spaser-based nanolaser // Nature. – 2009. – V. 460. – P. 1110–1112.
2. Liu Y., Si G., Leong E., Xiang N., Danner A., Teng J. Light-Driven Plasmonic Color Filters by Overlaying Photoresponsive Liquid Crystals on Gold Annular Aperture Arrays // Advanced Optical Materials. – 2012. – V. 24. – № 23. – P. OP131–OP135.
3. Lim I-Im.S., Goroleski F., Mott D., Kariuki N., Ip W., Luo J., Zhong Ch.-J. Adsorption of Cyanine Dyes on Gold Nanoparticles and Formation of J-Aggregates in the Nanoparticle Assembly // The Journal of Physical Chemistry B. – 2006. – V. 110. – № 13. – P. 6673–6682.
4. Лебедев В.С., Медведев А.С., Васильев Д.Н., Чубич Д.А., Витухновский А.Г. Оптические свойства композитных наночастиц благородных металлов, покрытых мономолекулярным слоем J-агрегата органического красителя // Квантовая электроника. – 2010. – Т. 40. – № 3. – С. 246–253.
5. Antosiewicz T.J., Apell S.P., Shegai T. Plasmon−Exciton Interactions in a Core−Shell Geometry: From Enhanced Absorption to Strong Coupling // ACS Photonics. – 2014. – V. 1. – P. 454−463.

Назаров Юрий Дмитриевич
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа № V3400
Направление подготовки: 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
e-mail: yranazarov@yandex.ru

УДК 535.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ 980 НМ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Ю.Д. Назаров
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент М.К. Ходзицкий

В последние десятилетия получило широкое распространение применение лазерных источников излучения в медицине, как для диагностики заболеваний, так и для терапии и лечения множества заболеваний. Примерами такого применения являются процедуры лечения пигментных поражений, сосудистых заболеваний, угревой сыпи, и некоторых видов рака кожи [1]. В диагностике лазеры применяются для спектрального анализа, спектроскопии автофлуоресценции некоторых клеток, микрофлуориметрии и множестве других приложений [2]. Однако возможность применения излучения на биологические объекты ограничена глубиной проникновения в ткани, которая зависит от длины волны. Излучение на длине волны 980 нм используется при лечении некоторых видов рака, оно эффективно преобразуется наночастицами CuS, диаметром около 130 нм, в тепловую энергию, что и используется для лечения рака [3]. Данное излучение обладает бактерицидными свойствами, что помогает при лечении хронического пародонтоза [4]. Также это излучение ускоряет заживление ран через возбуждение генов PDGF и FGF, которые ответственны за восстановление клеток и рост фибробластов [5]. Следовательно,

возникает необходимость оценки коэффициента поглощения излучения на данной длине волны разными биологическими тканями для эффективного лечения рака, пародонтоза, заживления ран.

Целью работы являлось исследование взаимодействия инфракрасного излучения на длине волны 980 нм с биологическими объектами. Задачами, решаемыми в данной работе, являлись:

1. разработка методики измерения оптических характеристик (коэффициентов коллимированного и диффузионного пропускания, коэффициента диффузионного отражения) с помощью интегрирующей сферы;
2. расчет оптических характеристик: коэффициентов поглощения, рассеяния, ослабления, редуцированного коэффициента рассеяния и фактора анизотропии тканей мыши (кожи, мышечной и костной ткани).

Так как биологические ткани и жидкости являются сильно рассеивающими средами, обычные методики измерения оптических характеристик материалов в данном случае дадут искаженные результаты. Для измерений параметров рассеивающих сред чаще всего используются следующие методы: лазерный оптико-акустический метод, метод интегрирующих сфер, инверсный метод Монте-Карло (рисунок). Для проведения данной работы был избран метод измерений при помощи интегрирующей сферы, так как он требует минимум дополнительного оборудования, прост в использовании, но при этом дает высокую точность.

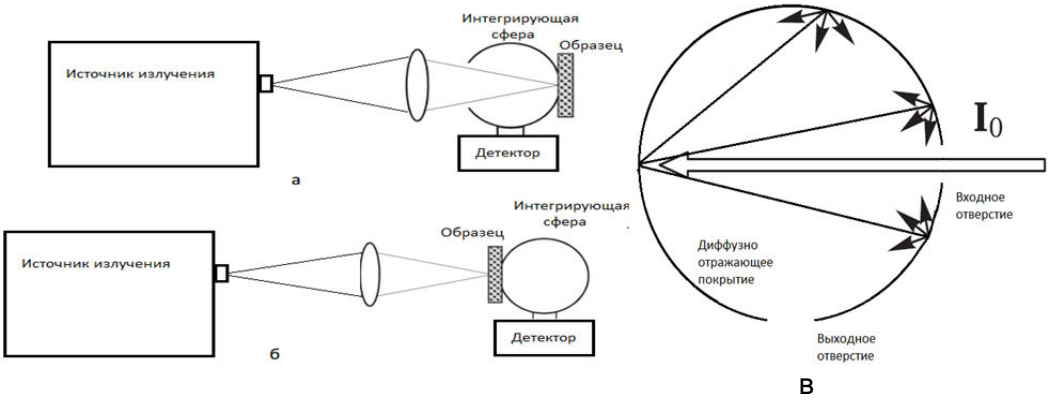


Рисунок. Схема измерения отражения (а) и пропускания (б) образца при помощи интегрирующей сферы; схематическое устройство интегрирующей сферы (в)

Для расчетов в работе использовались следующие формулы.

Формула для расчета коэффициента ослабления (μ_t):

$$I(Z) = I_0 \exp(-\mu_t z),$$

где z – толщина образца; I – интенсивность излучения после прохождения образца; I_0 – начальная интенсивность излучения.

Формулы, используемые для расчета промежуточных переменных (a, b):

$$a = \frac{1-T_d^2+R_d^2}{2R_d};\ b = \sqrt{a^2-1}, \quad (1)$$

где T_d – коэффициент диффузного пропускания; R_d – коэффициент диффузного отражения.

Формулы для расчета коэффициента поглощения Кубелки–Мунка (K) и коэффициента рассеяния Кубелки–Мунка (S)

$$S = \frac{1}{bd}\mathrm{Ln}\left[\frac{1-R_d(a-b)}{T_d}\right];\ K = S(a-1),$$

где a, b – промежуточные переменные, рассчитанные по формулам (1); d – толщина образца; T_d – коэффициент диффузного пропускания; R_d – коэффициент диффузного отражения.

Формулы для расчета коэффициентов поглощения (μ_a), рассеяния (μ_s), редуцированного коэффициента рассеяния (μ'_s) и фактора анизотропии рассеяния (g):

$$K = 2\mu_a;\ S = \frac{3}{4}\mu_s(1-g) - \frac{1}{4}\mu_a;\ \mu_t = \mu_a + \mu_s;\ \mu'_s = \mu_s(1-g),$$

где K – коэффициент поглощения Кубелки–Мунка; S – коэффициент рассеяния Кубелки–Мунка; μ_t – коэффициент ослабления.

Формулы для расчетов глубины проникновения, угла рассеяния, средней транспортной длины пробега фотонов и альбедо:

$$\delta = \frac{1}{\mu_a};\ \theta = \arccos(g);\ l_\delta = (\mu_a + \mu'_s)^{-1};\ \Lambda = \frac{\mu_s}{\mu_t}.$$

В данной работе было проведено исследование взаимодействия инфракрасного излучения на длине волны 980 нм с тканями мыши. Разработана и создана интегрирующая сфера для измерения оптических характеристик биотканей (табл. 1). Измерены коэффициенты коллимированного и диффузионного пропускания, коэффициент диффузионного отражения кожи, мышечной и костной тканей мыши. Были рассчитаны коэффициенты поглощения, рассеяния, ослабления, редуцированный коэффициент рассеяния и фактор анизотропии тканей мыши. Показано, что наименьшая глубина проникновения в костную ткань и составляет 0,58 см, а наибольшая в мышечную ткань и составляет 0,69 см (табл. 2). Показано, что наименьший угол рассеяния в коже и составляет 37°, наибольший в мышечной ткани и составляет 41°. Показано, что наименьшая средняя транспортная длина пробега фотона в коже и костной ткани и составляет 0,05 см, наибольшая в мышечной ткани и составляет 0,12 см. Показано, что наименьшее альбедо у кожи и составляет 0,19, наибольшее у мышечной ткани и составляет 0,23.

Таблица 1. Полученные оптические характеристики тканей мыши

	Кожа	Мышечная ткань	Костная ткань
μ_t, см$^{-1}$	84,9±3,9	28,6±1,4	69,3±3,1
μ_a, см$^{-1}$	1,68±0,29	1,44±0,27	2,1±0,37
μ_s, см$^{-1}$	83,0±14,6	27,2±5,1	67,2±11,5
μ'_s, см$^{-1}$	16,9±3,1	6,67±1,3	16,3±2,9
g	0,80±0,13	0,75±0,12	0,76±0,12

Таблица 2. Анализ результатов

	Кожа	Мышечная ткань	Костная ткань
Глубина проникновения, см	0,59±0,11	0,69±0,12	0,58±0,10
Угол рассеяния, градусов	37±7	41±8	40±7
Средняя транспортная длина пробега фотонов, см	0,05±0,01	0,12±0,03	0,05±0,01
Альбедо	0,19±0,05	0,23±0,05	0,24±0,05

Литература

1. Baron E.D. Light-Based Therapies for Skin of Color. – Springler, 2009. – P. 30–44.
2. Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2010. – С. 66–91.
3. Dong K., Liu Z., Li Z., Ren J. and Qu X. Hydrophobic Anticancer Drug Delivery by a 980 nm Laser-Driven Photothermal Vehicle for Efficient Synergistic Therapy of Cancer Cells In Vivo // Advanced Materials. – 2013. – V. 25. – № 32. – P. 4452–4458.
4. Dukić W. et al. Clinical effectiveness of diode laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a randomized clinical study // Journal of periodontology. – 2013. – V. 84. – № 8. – P. 1111–1117.

5. Usumez A. et al. Effects of laser irradiation at different wavelengths (660, 810, 980, and 1,064 nm) on mucositis in an animal model of wound healing //Lasers in medical science. – 2014. – V. 29. – № 6. – P. 1807–1813.

Нехороших Артём Николаевич
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3440
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: becks94@mail.ru

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕКТИФИКАЦИИ НА БАЗЕ МЕТОДА БЭКСТЕППИНГА

А.Н. Нехороших
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Б. Фуртат

Предлагаются робастные алгоритмы управления ректификационной колонной, математическая модель которой описывается системой дифференциальных уравнений с неизвестными параметрами и внешними воздействиями. Разработанный на базе модифицированного метода бэкстеппинга алгоритм и алгоритм, использующий наблюдатель, основанный на левых разностях, обеспечивают слежение выхода объекта (концентрации верхнего продукта) за гладким ограниченным эталонным сигналом с заданной точностью и за конечное время.
Ключевые слова: робастное управление, параметрическая неопределенность, линейный объект, метод бэкстеппинга, наблюдатель, запаздывание.

Введение. Для качественного управления процессом ректификации требуется создание простых и надежных регуляторов. На сегодняшний день предложено достаточное множество решений данной проблемы. Например, в [1] исследуется модель ректификационной колонны и синтезируется алгоритм оптимального нечеткого управления, предполагая, что параметры объекта управления известны. Однако в [2] отмечено, что процессы, протекающие в ректификационной колонне, достаточно чувствительны к изменениям внешних потоков. Таким образом, даже малые различия параметров модели и прототипа приведут к невозможности выполнения заданных показателей качества или к потере устойчивости, в случае проектирования системы управления с помощью алгоритма [1] и других алгоритмов, синтезированных в предположении полной определенности параметров объекта управления. В [2] для управления процессом ректификации, математическая модель которого описывается системой неопределенных линейных дифференциальных уравнений, синтезировался регулятор при помощи метода H∞-оптимизации. Однако структура регулятора [2] и расчет настраиваемых параметров довольно сложны, поэтому возникает интерес решить задачу управления ректификационной колонной, математическая модель которой описывается системой параметрически и функционально неопределенных дифференциальных уравнений.

Постановка задачи. Требуется разработать эффективные алгоритмы управления концентрацией верхнего продукта (ректификата) ректификационной колонны.

Замкнутая система управления должна удовлетворять следующим показателям качества:

– время переходного процесса: не более 18000 с (5 ч.);

– установившееся значение ошибки: не более 10^{-3} (отн. ед.);
– перерегулирование: не более 5%.

Синтез регуляторов. Для решения управления процессом ректификации были предложены два алгоритма: модифицированный метод бэкстеппинга и использование наблюдателя, вычисляемого при помощи левых разностей.

Для сравнения работоспособности замкнутой системы при использовании предложенных регуляторов также использовался классический оптимальный регулятор.

1. Метод бэкстеппинга. Синтез регулятора проводился методом бэкстеппинга в соответствии с [3].

Так как объект управления имеет относительную степень, равную единице, то введем фильтр состояния в виде:

$$\dot{v}_1(t) = -k_0 v_1(t) + u(t), \quad (1)$$

где $k_0 > 0$ – параметр, определяемый разработчиком.

Сигнал управление сформируем как:

$$u(t) = -c_1 \mu^{-1} e_1(t) + k_0 v_1(t), \quad (2)$$

где $c_1\mu^{-1} > 0$ – параметр, определяемый разработчиком; $e_1(t) = y(t) - y_m(t)$ – ошибка слежения выхода $y(t)$ за эталонным сигналом $y_m(t)$.

Численные исследования показали, что для обеспечения заданных характеристик процесса ректификации, в (1) и (2) числовые параметры необходимо выбрать в виде $k_0 = 0,015$ и $c_1\mu^{-1} = 50$.

2. Использование наблюдателей, основанных на левых разностях. Синтез регулятора с использованием наблюдателей, основанных на левых разностях, проводился в соответствии с [4].

Так как объект управления имеет относительную степень, равную единице, то необходимо оценить только первую производную ошибки. Управление запишется в виде:

$$u(t) = -\alpha\left[d_0 e(t) + \frac{d_1}{h}\left(e(t) - e(t-h)\right)\right], \quad (3)$$

где $\alpha > 0$, $d_0 > 0$, $d_1 > 0$ – параметры, определяемые разработчиком; $h = 0,001$ с – величина запаздывания; $e(t) = y(t) - y_m(t)$ – ошибка слежения выхода $y(t)$ за эталонным сигналом $y_m(t)$.

Численные исследования показали, что для обеспечения заданных характеристик процесса ректификации, в (3) числовые параметры необходимо выбрать в виде $\alpha = 50$, $d_0 = 30$, $d_1 = 0,05$ и $h = 0,001$ с.

3. Классический оптимальный регулятор. Синтез оптимального регулятора проводился в соответствии с [5].

Зададим функционал качества в виде:

$$J_\rho = \frac{1}{2}\int_0^\infty \left(\mathbf{e}_\rho^{\mathrm{T}} \mathbf{Q}_\mathbf{m} \mathbf{e}_\rho + u^{\mathrm{T}} \mathbf{R}_\mathbf{m} u\right) dt, \quad (4)$$

где $\mathbf{e}_\rho = \dot{\mathbf{e}} - \mathbf{A}_\mathbf{m}\mathbf{e}$ – динамическая ошибка слежения; $\mathbf{e}(t) = \left(y_m(t) - y(t); \int_0^t \left[y_m(\tau) - y(\tau)\right] d\tau\right)^{\mathrm{T}}$ – расширенный вектор ошибки слежения выхода $y(t)$ за эталонным сигналом $y_m(t)$; $\mathbf{A}_\mathbf{m} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -0,1 \end{pmatrix}$ – динамическая матрица

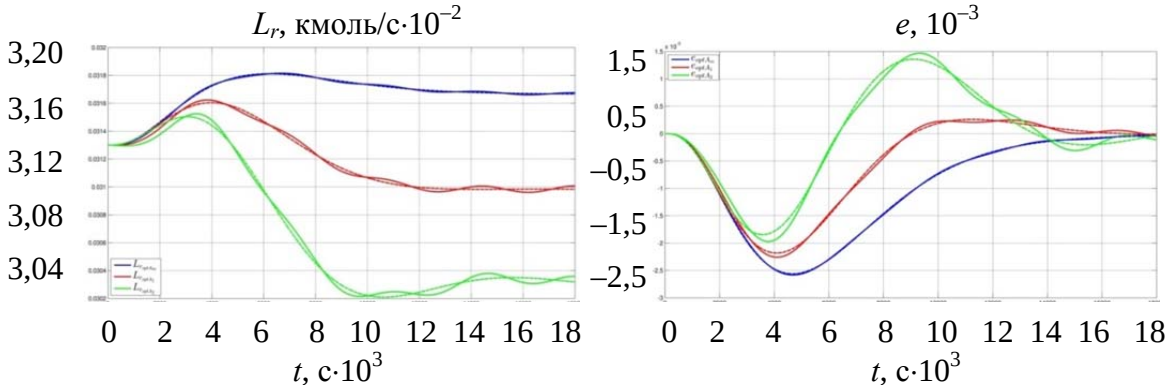
ошибки; $\mathbf{Q_m} = \begin{pmatrix} 0,01 & 0 \\ 0 & 0,01 \end{pmatrix}$; $\mathbf{R_m} = 0,05$ – весовые матрицы ошибки слежения и управления соответственно.

Оптимальное управление, минимизирующее функционал качества (4), запишется как:

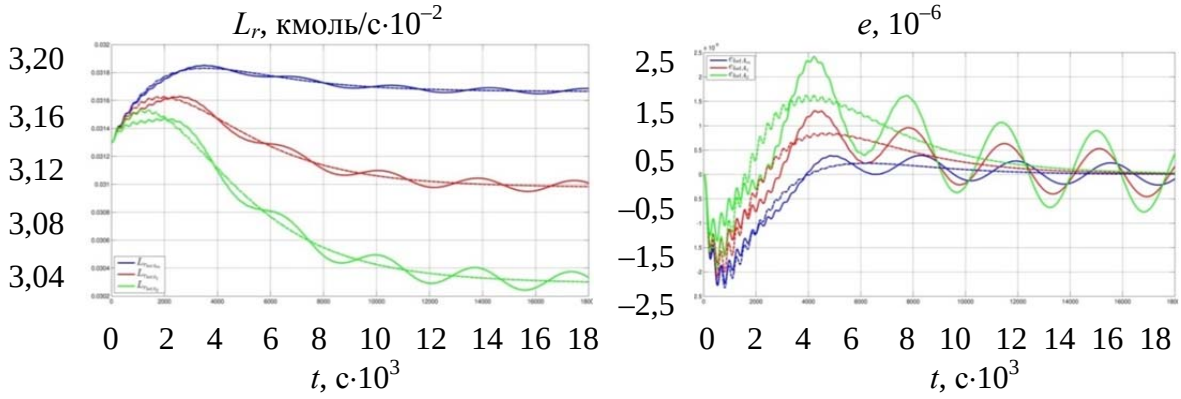
$$u^*(t) = -\mathbf{K_x}\mathbf{x}(t) - K_r y_m(t), \quad (5)$$

где $\mathbf{K_x} = [1,0682\ \ 0,1684\ \ 0,0640\ \ 0,0263\ \ 0,0119\ \ 0,0052\ \ 0,0019\ \ -0,0005\ \ -0,0117\ \ -0,0002\ \ -0,1008\ \ -0,0141]$ – коэффициенты обратных связей; $K_r = -0,4802$ – коэффициент прямой связи.

1. Оптимальное управление (5)



2. Метод бэкстеппинга (1), (2)



3. Использование непрерывного наблюдателя с левыми разностями (3)

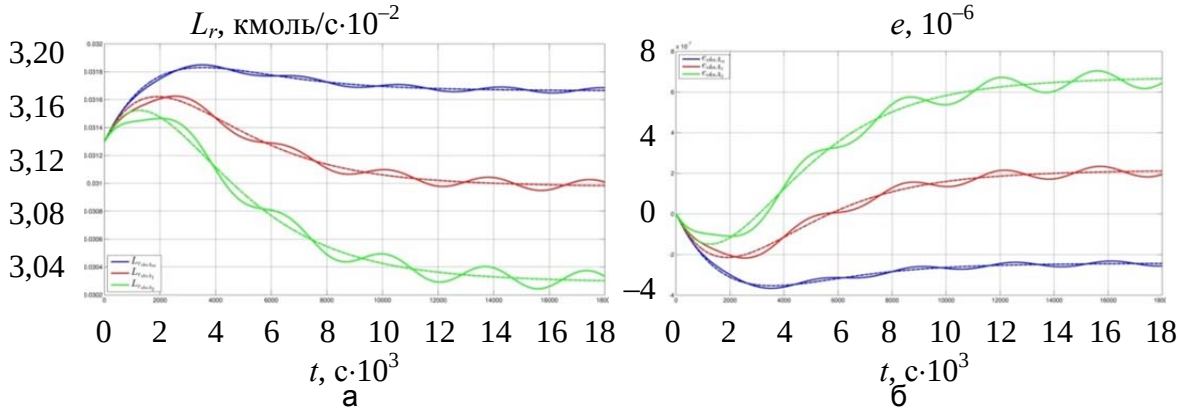


Рисунок. Исследование динамики переходных процессов: мольный расход флегмы (а); разность концентрации верхнего продукта (б)

Исследование динамики переходных процессов. В работе исследовалось влияние параметрических неопределенностей объекта управления на вид переходных процессов замкнутой системы. Математически данный вид неопределенностей заключен в динамических матрицах $\boldsymbol{A}_1$ и $\boldsymbol{A}_2$.

Также исследовалось влияние внешних неконтролируемых возмущений, заданных в виде гармонических сигналов, амплитуды которых равны 1% от номинальных значений.

На рисунке представлены переходные процессы по управлению – мольному расходу флегмы – и ошибке выхода – разности концентрации верхнего продукта при использовании каждого из регуляторов. Синим цветом показаны переходные процессы в отсутствии параметрических неопределенностей, красным – при наличии неопределенностей первого вида (динамическая матрица $\boldsymbol{A}_1$), зеленым – при наличии неопределенностей второго вида (динамическая матрица $\boldsymbol{A}_2$). Усредненные значения получены при отсутствии внешних неконтролируемых возмущений.

Из рисунков видно, что появление внешних гармонических возмущений вызывает появление гармонической составляющей в кривой переходной процесса. Параметрические неопределенности увеличивают значение перерегулирования и максимальное значение установившейся ошибки.

Перерегулирование по управлению почти не изменяется при использовании различных регуляторов, но увеличивается примерно в два раза при изменении динамической матрицы объекта управления. Максимальное значение составило 4%.

Все регуляторы обеспечивают необходимое время переходного процесса при соответствующих значениях установившейся ошибки. Регулятор, синтезированный с помощью метода бэкстеппинга, позволяет свести максимальное значение ошибки до 10^{-6}, что на 3 порядка меньше, чем при использовании классического оптимального регулятора. Регулятор, использующий наблюдателей, основанных на левых разностях, позволяет еще в 2 раза уменьшить ошибку, а также ее размах.

Таким образом, синтезированные регуляторы обеспечивают требуемые показатели качества переходного процесса, предъявляемые в начале работы, а значит, использование обоих оправдано.

В дальнейшем планируется решить задачу управления концентрацией верхнего и нижнего продукта, используя предложенные в данной работе алгоритмы.

Литература

1. Буяхияуй К. и др. Оптимальное нечеткое управление для снижения энергопотребления в дистилляционных колоннах // Автоматика и телемеханика. – 2005. – № 2. – С. 36–45.
2. Skogestad S., Morari M., Doyle J. Robust control of ill-conditioned plants: high-purity distillation // IEEE Transaction on Automatic Control. – 1988. – V. 33. – № 12. – P. 1092–1105.
3. Фуртат И.Б., Нехороших А.Н. Метод бэкстеппинга для структурно неопределенных объектов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 61–67.
4. Фуртат И.Б. Робастный статический алгоритм управления линейными объектами // Автоматика и телемеханика. – 2015. – № 3. – С. 94–107.
5. Groves K.P. [et al.]. Reference command tracking for a linearized model of an air-breathing hypersonic vehicle // Proc. of the AIAA Guidance, Navigation and Control Conference. – 2005. – P. 2901–2914.

Орехова Мария Кирилловна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3400
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: montywhisper@yandex.ru

УДК 681.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОМОГЕНИЗАТОРА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛИНЗОВОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ АСФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

М.К. Орехова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Вознесенская

В настоящее время во многих исследовательских задачах и оптических устройствах используется лазерное излучение, благодаря таким уникальным характеристикам как высокая когерентность, узконаправленность, высокая мощность, узкий спектральный диапазон излучения. Во многих разработках необходима гомогенизация лазерного излучения, заключающаяся в формировании ступенчатого распределения оптической мощности в сечении пучка.

Традиционные телескопические линзовые системы, используемые для коллимации лазерного излучения, не позволяют осуществить гомогенизацию. Ее реализация происходит за счет изменения формы преломляющих поверхностей линз – включения асферических поверхностей, массивов микролинз, freeform-поверхностей. Синтез таких поверхностей является нетривиальной задачей и требует разработки математической модели [1–3].

В настоящей работе приведены результаты моделирования гомогенизатора лазерного излучения на основе асферической линзовой двухкомпонентной телескопической системы. Представлена математическая модель перераспределения плотности мощности в сечении лазерного пучка при прохождении излучения через оптические элементы с асферическими поверхностями, приведены результаты синтеза преломляющих асферических поверхностей.

Цель работы заключалась в компьютерном моделировании гомогенизатора лазерного излучения.

Задачами работы являлись:

– разработка математической модели гомогенизатора лазерного излучения на основе линзовой двухкомпонентной телескопической схемы;
– интерполяция уравнений преломляющих поверхностей, обеспечивающих гомогенизацию лазерного излучения.

Области возможного применения: обработка материалов, литография, оптическое хранение данных, лазерная печать, оптическая обработка информации и различные лабораторные исследования.

Гомогенизация лазерного излучения – это процесс перераспределения интенсивности и фазы пучка оптического излучения.

Форма пучка в основном зависит от распределения интенсивности, фаза же влияет в целом на его характеристики распространения [4].

Суть гомогенизации состоит в том, чтобы преобразовать входную волну с гауссовым профилем освещенности в выходную волну с равномерным распределением излучения.

Исследованы и разработаны многие методы достижения лазерной гомогенизации. В основном используются такие оптические элементы как: асферические поверхности, массивы микролинз и так называемые freeform-поверхности (или поверхности свободной формы).

Поскольку вследствие плавления материала в лазерных системах использование пластмассовых материалов нежелательно, следует изготавливать оптику для таких систем из стекла. Изготовление микролинз требует большой точности от оборудования, freeform-поверхности в отличие от асферики сложнее моделировать. Таким образом, для исследования был выбран метод с асферической оптикой (рис. 1) [5].

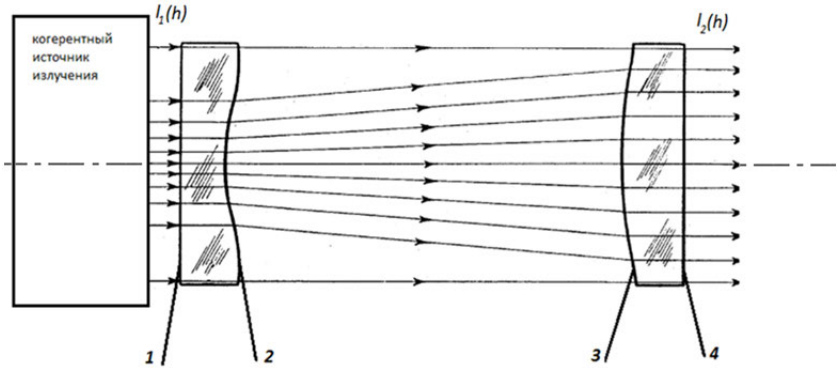


Рис. 1. Гомогенизатор лазерного излучения на основе асферической оптической системы

Сформирован математический аппарат гомогенизатора лазерного излучения, заключающийся в том, чтобы определить профили асферических гомогенизирующих поверхностей 2 и 3 с рис. 2 $z_1(h_1)$ и $z_2(h_2)$ соответственно:

$$z_1(h_1) = \int_0^h \left((n^2 - 1) + \left(\frac{s(n-1)}{h_2 - h_1} \right)^2 \right)^{-1/2} dh_1, \quad (1)$$

$$z_2(h_2) = \int_0^h \left((n^2 - 1) + \left(\frac{s(n-1)}{h_2 - h_1} \right)^2 \right)^{-1/2} dh_2. \quad (2)$$

Получен следующий вид профилей искомых поверхностей (рис. 2, а). На рис. 2, б, показана полученная оптическая система гомогенизатора.

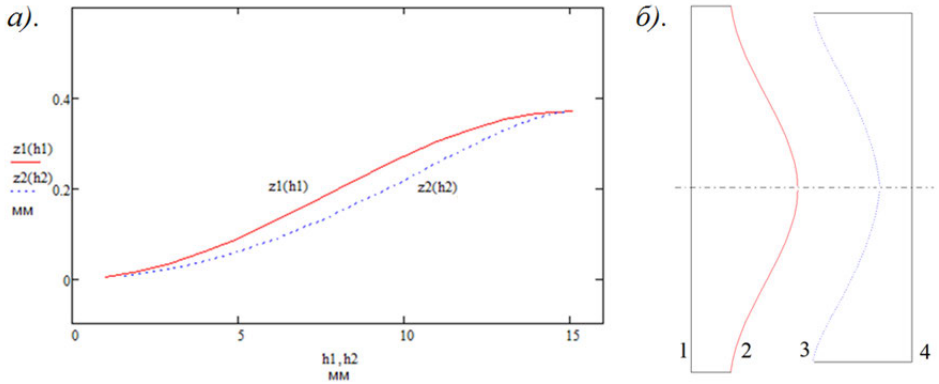


Рис. 2. Полученные профили поверхностей (а) и оптическая система гомогенизатора (б)

В ходе данной работы:

- рассмотрены методы гомогенизации лазерного излучения;
- сформирована математическая модель гомогенизатора на основе линзовой двухкомпонентной телескопической системы с асферическими поверхностями;
- произведено компьютерное моделирование гомогенизатора для лазерных пучков различной геометрии; выполнена интерполяция уравнений преломляющих поверхностей степенными полиномами;

– в дальнейшем в рамках магистерской диссертации планируется сформировать параметрическую модель гомогенизатора для обеспечения возможности внесения таких поверхностей в базу данных ZEMAX.

Литература

1. Shealy D.L., Dickey F.M. Laser Beam Shaping // Opt. Engineering. – 2003. – V. 42. – № 11.
2. Forbes A., Dickey F., DeGama M and du Plessis A. Wavelength tunable laser beam shaping // Optic Letters. – 2012. – V. 37. – № 1. – P. 49–51.
3. Shealy D.L., Hoffnagle J.A. Laser beam shaping profiles and propagation // Appl. Opt. – 2006. – V. 45. – № 21. – P. 5118–5131.
4. Пахомов И.И., Цибуля А.Б. Расчет оптических систем лазерных приборов. – М.: Радио и связь, 1986. – 149 с.
5. Kreuzer J.L. Coherent light optical system yielding an output beam of desired intensity distribution at a desired equiphase surface. – U.S. patent 3,476,463. – 1969.

Павлычева Елена Вадимовна
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра программных систем, группа № К3420
Направление подготовки: 11.03.02 – Интеллектуальные инфокоммуникационные системы
e-mail: pavllen_94_nusya_06@mail.ru

УДК 004.891.2

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ОБУЧАЕМОГО В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Е.В. Павлычева
Научный руководитель – ст. преподаватель С.В. Одиночкина

В последнее время большую популярность набирает автоматизированное обучение, в котором компьютер становится заменой преподавателя, что приводит к необходимости адаптации искусственного интеллекта к особенностям каждого пользователя. Машина должна подстраиваться под интересы каждого обучаемого для получения наилучшего результата.

Адаптивная система обучения – это такая система, которая способна помочь каждому ученику достичь наиболее высокого интеллектуального уровня развития в связи с его биологическими задатками и возможностями [1]. Как и преподаватель, адаптивная система должна не только обучать, но и воспитывать в обучаемом ответственность за свои результаты, учить планировать свою деятельность и помогать в развитии стремления к повышению знаний и умений.

Характеристику каждого обучаемого адаптивная система получает с помощью модели обучаемого. Это средства для изменения поведения адаптивной системы в процессе обучения. Модели обучаемого в широком понимании бывают двух видов [2]:

– отражающие уровень знаний и умений обучаемого;
– характеризующие психическое состояние обучаемого во время выполнения заданий в обучающей программе.

Модели обучаемого делят на следующие группы: декларативные, к которым относят скалярные, стереотипные и оверлейные; процедурные – восстановительные модели, модели, основанные на исследовании или построении пути обучаемого,

модель ошибок и некоторые другие; распределенные модели и модели, характеризующие психологическое состояние обучаемого [3]. У каждой группы есть свои цели и задачи, и каждая группа решает определенный круг вопросов. В таблице представлено сравнение рассмотренных моделей по базовым критериям, определенным исходя из основных задач адаптивной системы обучения.

Таблица. Сравнение моделей

Критерии	Модели						
	Скалярная	Стереотипная	Оверлейная	Модель ошибок	Модель решений	Распределенная модель	Модель психического состояния
Предоставление информации	–	–	+	–	–	+	–
Проверка знаний	+	+	+	+	+	+	–
Учет личностных качеств	–	+	+	–	–	–	+
Пополнение знаний об обучаемом	–	+	+	–	–	+	+
Диагностика появления ошибок	–	–	–	+	+	–	–
Отслеживание состояния обучаемого	–	–	–	–	–	+	+
Изменение принципа обучения	–	–	+	–	–	–	+

В результате ознакомления, с основными моделями обучаемого, был сделан вывод, что ни одна из моделей не является универсальной, что привело к необходимости поэлементного моделирования, в котором недостатки одних моделей были заменены достоинствами других.

Проанализировав задачи адаптивной системы и возможности моделей обучаемого, необходимо было определить, что должна выполнять система при помощи моделей. Кроме проверки знаний и предоставления материала, система должна: следить за поведением обучаемого; находить причины появления ошибок; обновлять и добавлять знания об обучаемом; и, самое главное, при необходимости отключить систему в целом.

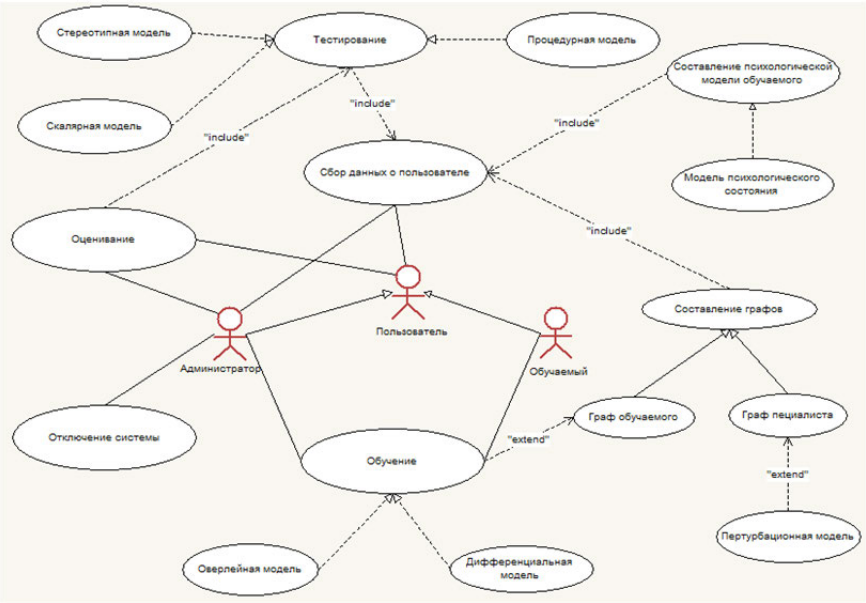


Рисунок. USE CASE-системы

Исходя из полученных ранее данных, было подытожено, что модель обучаемого будет, главным образом, зависеть, во-первых, от цели обращения и, во-вторых, от состояния обучаемого, что включает в себя начальные знания, скорость восприятия информации и психологический профиль обучаемого. В работе представлены качества обучаемого и их свойства, которые будут наиболее важными при выборе моделей. В общем виде работа системы представлена в виде диаграммы USE CASE на рисунке.

В дальнейшем данная модель будет внедрена в образовательный процесс «Центра внешкольной работы».

Литература

1. Абышева Л.С., Сидоров С.В Преимущества адаптивной системы обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-adaptivnoy-sistemy-obucheniya.pdf, своб.
2. Смирнова Н. Интеллектуальное управление процессом обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/194240 своб.
3. Дулин С.К., Репьев А.В. Программная реализация обучающей системы на основе адаптивной модели обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.swsys.ru/index.php?id=426&page=article своб.

Петраневский Игорь Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3441
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: igor.petranevsky@corp.ifmo.ru

УДК 681.5.015

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ С ТЕХНИЧЕСКИМ ЗРЕНИЕМ

И.В. Петраневский
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Пыркин

Работа выполнена в рамках темы НИР № 1461 «Развитие методов адаптивного и робастного управления сложными нелинейными системами с применением к мехатронным и робототехническим приложениям».

Предмет исследования. В работе представлена разработка планирования траектории движения многостепенного промышленного манипулятора в сложном трехмерном пространстве, на основе метода интерполяции сплайн-функциями [1], с применением средств технического зрения. Приведены результаты практической апробации полученных теоретических результатов.

Базовые положения исследования. Целью работы являлось планирование траекторий движения шестизвенного манипуляционного робота Kawasaki FS06N в сложном трехмерном пространстве. Идентификация объекта манипулирования, наведение перед захватом и позиционирование при подходе в конечную точку рабочей области робота – происходят с использованием средств технического зрения [2]. Необходимо определить обобщенные координаты каждого звена для достижения

конфигураций робота, соответствующих положению в опорных точках следования по траектории, с учетом ограничений рабочего пространства робототехнического комплекса. Для планирования движения используется известный метод интерполяции сплайн-функциями.

Промежуточные результаты. Решена интеграционная задача объединения оборудования в единый робототехнический комплекс. Для решения поставленных задач необходимо произвести кинематический анализ робота-манипулятора. В кинематике робот описывается как цепь соединенных между собой твердых звеньев с помощью определения параметров Денавит–Хартенберга [3]. Полученное представление, приведенное в представленной ниже таблице, используется при решении прямой задачи кинематики, что позволяет получить матрицу преобразований для вычисления углов поворотов и смещения относительно абсолютной системы координат в целях идентификации текущего положения в пространстве схвата робота-манипулятора.

Таблица. Параметры Денавита–Хартенберга для Kawasaki FS06N

θ_i, [град]	d_i, [м]	α_i, [град]	a_i, [м]
0	0,22	180	0
$q_1 - 90$	–0,21	90	0,1
$q_2 - 90$	0	180	0,45
$q_3 + 90$	0	90	0,04
$q_4 + 0$	0,45	–90	0
$q_5 + 0$	0	90	0
$q_6 + 90$	0,1	0	0

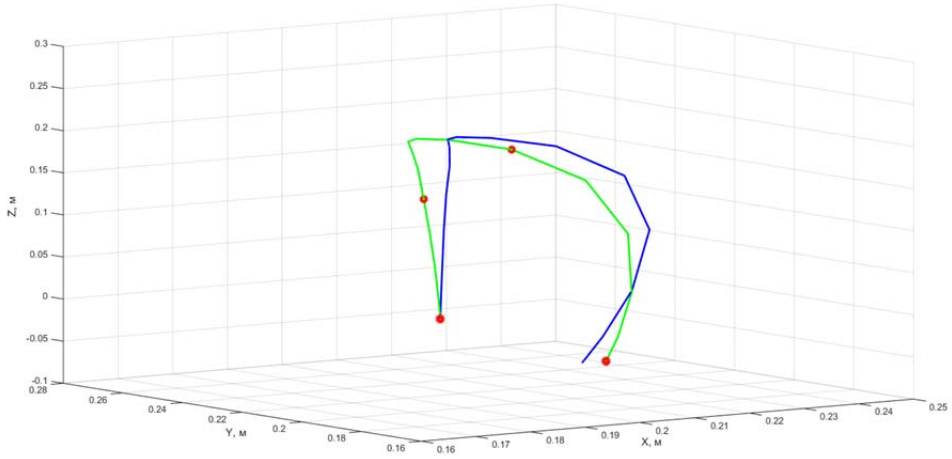


Рисунок. Рассчитанная и полученная стандартными средствами траектории

Форма и ограничения рабочего пространства робота могут быть проанализированы с использованием вектора положения из матрицы преобразования, описывающей прямую задачу кинематики. Проблема обратной задачи кинематики решается для достижения желаемого положения и ориентации инструмента относительно рабочей базы, путем вычисления обобщенных координат для каждого исполнительного привода, необходимых для достижения заданных координат в абсолютной системе с использованием матрицы преобразований [4]. Полученная видеоинформация с помощью средств технического зрения бинаризуется для неявного выделения объекта. После предобработки изображения производится сегментация, при которой происходит выделение контуров для дальнейшего вычисления координат цели. Планирование движения осуществляется путем задания дополнительных опорных

точек, разбивая тем самым основную траекторию на три участка. Для сравнения траектории, получаемой стандартными средствами манипулятора при задании основных точек и вычисленных методом интерполяции сплайн-функциями, на рисунке показаны траектории: зеленой линией рассчитанная, синей – полученная стандартными средствами, красным обозначены основные точки планирования.

Основной результат. В результате в работе была решена задача интеграции оборудования в единый робототехнический комплекс, разработана система управления роботом-манипулятором используя такое средство очувствления, как система технического зрения [5]. Полученные теоретические расчеты планирования траекторий методом интерполяции сплайн-функциями применены для перемещения заданных объектов, обнаруженных с помощью технического зрения, в указанную точку в рабочей области робота, получены соответствующие практические результаты.

Литература

1. Хомченко В.Г., Соломин В.Ю. Х 76 Мехатронные и робототехнические системы: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.
2. Юревич Е.И. Сенсорные системы в робототехнике: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 100 с.
3. Spong M.W., Hutchinson S., Vidyasagar M. Robot Modeling and Control. – John Wiley and Sons, 2006. – 242 p.
4. Khatamian A. Solving Kinematics Problems of a 6-DOF Robot Manipulator // Proceedings of the International Conference on Scientific Computing (CSC). – 2015. – P. 228–233.
5. Borisov O.I., Gromov V.S., Pyrkin A.A., Vedyakov A.A., Petranevsky I.V., Bobtsov A.A. Manipulation Tasks in Robotics Education // 11th IFAC Symposium on Advances in Control Education. – 2016. – V. 49-6. – P. 022–027.

Путинцева Алина Александровна
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, группа № Р3475
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: aaputintseva@niuitmo.ru

УДК 004.822

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ В ОБЛАСТИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Путинцева
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Филиппов

Работа посвящена онтологическим словарям (ОСл) как элементам автоматизации. Решено рассмотреть уже существующие представления ОСл и описать структуру ОСл для систем автоматизации аддитивных технологий (АТ). На основании описанной структуры планируется создать прототип онтологического словаря в системе управления базами данных MongoDB и программно реализовать набор функций для работы с ним.

Актуальность направления, ориентированного на разработку систем, основанных на знаниях и связанных с АТ, обосновывается следующими причинами:

– специфика аддитивного производства состоит в обязательном использовании средств автоматизации, в том числе – автоматизации интеллектуальной деятельности;
– рост популярности технологии трехмерной печати среди людей, не являющимися специалистами в данной предметной области, ведет к возникновению потребности в соответствующей экспертной системе;
– слабый уровень развития АТ в России характеризуется практически полным отсутствием работ, связанных с формализацией технологических данных и знаний в этой предметной области.

В рассматриваемом контексте онтология – это форма представления знаний о той или иной предметной области [1]. Процесс построения онтологии базируется на принципах объектно-ориентированного подхода (ООП) – инкапсуляции, наследовании и полиморфизме, – а также на его основных понятиях, таких как класс, объект, поле и другие.

Понятие ОСл, являющееся развитием, так называемого, словаря метаданных [2], введено М.Я. Афанасьевым в работе [3] и представляет собой прикладное воплощение онтологии. ОСл может быть реализован различными способами (рис. 1). При этом реализация определяет только способ представления словаря, но не его содержимое.

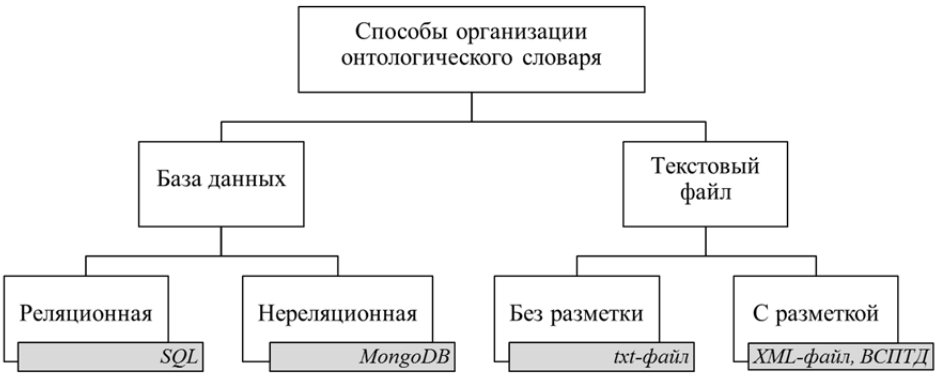


Рис. 1. Способы организации ОСл

Отсутствие зависимости содержимого ОСл от его конкретной реализации позволяет говорить об его обязательных составляющих, таких как внутреннее представление характеристики класса, формат (тип) данных и внешнее представление характеристики класса.

Внутреннее представление характеристики является аналогом имени переменной в языках программирования и используется в процессе функционирования системы, например, при формировании запросов. Тип данных характеристики определяет множество ее значений и операций, которые возможно осуществлять над ней, а также ее внутреннее представление в памяти. Внешнее представление характеристики участвует в организации пользовательского интерфейса и служит описанием внутреннего представления на естественном языке. Шаблон ОСл продемонстрирован в таблице, при этом обязательный минимальный набор заголовков включает в себя три первые графы таблицы.

Таблица. Элементы ОСл

Внутреннее представление характеристики	Тип данных характеристики	Внешнее представление характеристики	Код функции	Связи с агентами	Правило

Также можно предложить расширение ОСл путем введения в него ряда дополнительных граф, представленного последними тремя столбцами таблицы. Код функции представляет собой условный номер метода получения значения соответствующей характеристики при ее появлении в запросе. Графа «Связи с агентами» содержит так называемую перцепционную информацию (лат. perceptio – представление, восприятие), служащую для организации взаимодействия агентов, использующих различные символьные представления одних и тех же характеристик. Содержимое графы «Правило» представляет собой совокупность условия и действия, выполняемого при истинности этого условия. Правило может использоваться для вызова какого-либо агента, получения информации о характеристике и т.п.

Практическое применение ОСл оправдано при наличии программной системы – совокупности программных компонентов [3]. Частным случаем такой системы может быть мультиагентная система (МАС), включающая в себя помимо произвольного набора модулей (агентов) ряд обязательных компонентов – так называемое ядро МАС. Одной из составляющих частей ядра, наряду с управляющей структурой (УС), выполняющей функции диспетчера, языком записи данных и знаний и протоколом взаимодействия между агентами и является онтологический словарь.

Как было сказано выше, построение онтологии зачастую базируется на принципах объектно-ориентированное программирование, нашедшего свое применение как в информатике, так и в машиностроении и приборостроении по причине его высокой эффективности [4, 5]. ОСл как форма представления онтологии, с практической точки зрения представляет собой набор связанных друг с другом классов предметной области. В ходе концептуализации были выделены следующие классы сферы АТ: материал, деталь, изделие, инструмент, оборудование и дефект. Важной задачей при создании перечисленных классов и формировании онтологии предметной области является поиск взаимосвязей между ними, т.е. построение иерархии. Итоговая концептуальная схема онтологии приведена на рис. 2.

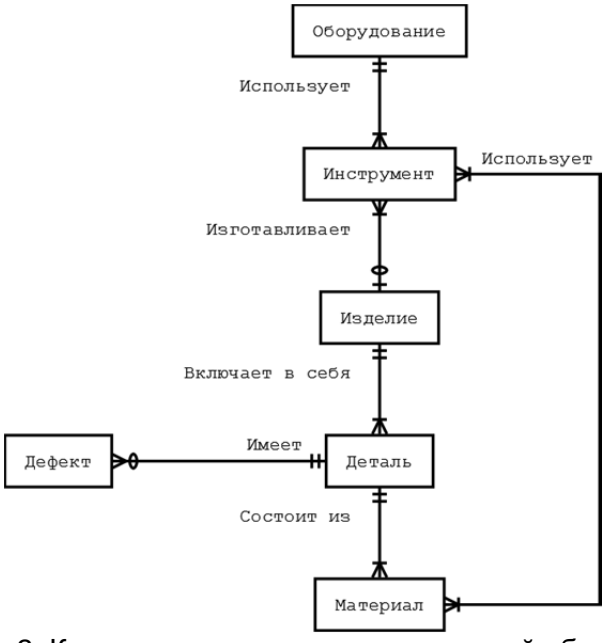


Рис. 2. Концептуальная схема предметной области

Предлагаемая структура ОСл позволяет построить экспертную систему автоматизации проектирования АТ в приборостроении. Основным достоинством концепции ОСл можно считать его расширяемость и отсутствие необходимости перепроектирования локальных экспертных систем.

Литература

1. Андреева Т.А., Ануреев И.С., Бодин Е.В., Городняя Л.В., Марчук А.Г., Мурзин Ф.А., Шилов Н.В. Образовательное значение классификации компьютерных языков // Прикладная информатика. – 2009. – № 6. – С. 18–28.
2. Филиппов А.Н. Разработка и исследование методов экспертных систем в САПР ТП механической обработки: дисс. … канд. техн. наук. – Л., 1991. – 148 с.
3. Афанасьев М.Я. Разработка и исследование многоагентной системы для решения задач технологической подготовки производства: дисс. … канд. техн. наук: 05.11.14. – СПб, 2012. – 131 с.
4. Яблочников Е.И., Маслов Ю.В. Автоматизация ТПП в приборостроении. Учебное пособие. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2003. – 104 с.
5. Евгенев Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 334 с.

Рудый Семён Сергеевич
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптики лазеров,
группа № В3445
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: rud_sem@mail.ru

УДК 53.043

ЛИНЕЙНАЯ КВАДРУПОЛЬНАЯ ИОННАЯ ЛОВУШКА С ВОЗБУЖДЕНИЕМ ОБЩЕГО ВИДА

С.С. Рудый
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Ю.В. Рождественский

В настоящей работе проведено исследование влияния модуляции сигнала периодического напряжения на масс-селективные характеристики линейной ионной. Рассмотрена модификация первой зоны стабильности, проведен анализ положения пика чувствительности линейной ионной ловушки.
Ключевые слова: линейная ловушка, уравнения Матье, диаграммы Айнса-Стретта.

В настоящее время ионные ловушки являются универсальным инструментом для пространственной локализации широкого класса объектов от единичных ионов и кластеров до органических соединений [1–3]. Все началось в 1912 году, когда будущий нобелевский лауреат Дж. Дж. Томсон создал первый аналог современного масс-спектрографа [4, 5], тем самым ознаменовав начало нового направления в исследовании элементного состава вещества – масс-спектрометрии. При этом только в 1952 году В. Паулем была предложена линейная ионная ловушка, которая, по сути, являлась все тем же квадрупольным масс-спектрографом, претерпевшим некоторые конструктивные изменения для возможности трехмерной стабильной локализации заряженных частиц [6]. Принцип локализации частицы в комбинации постоянного и переменного электрического поля, приложенного к цилиндрическим электродам, снискал высокую популярность вследствие высокой компактности, а также простоты технологической реализации по сравнению с магнитными ловушками.

Вместе с тем, начиная с ловушки Пауля, первостепенной задачей оставалось улучшение масс-селективных свойств системы локализации. В результате появились многочисленные модификации линейной ловушки, такие как ионная поверхностная ловушка [7], микро-ловушка на поверхности для реализации квантового процессора

[8], тороидальная ионная ловушка [9], ловушка с треугольными электродами, и другие системы, основной идеей которых было изменение пространственной формы и ориентации электродов. Одновременно с технологическим направлением оптимизации, были предприняты попытки модификации управления сигналом, модулирующим переменное напряжение на электродах, однако они не получили должного распространения [10].

Цель работы заключалась в изучении влияния модуляции сигнала переменного напряжения, приложенного к электродам квадрупольной линейной ионной ловушки. Первостепенной задачей отмечена модификация зон устойчивости и диаграммы стабильности в целом для различных типов модуляции, а также возможность реализации режимов параметрического возбуждения ионов.

Наибольшая модификация первой зоны стабильности диаграммы устойчивости достигается в следующих случаях:

1. модуляция сигнала переменного напряжения расходящимися рядами с фиксированным числом гармоник;
2. фазовая модуляция сигнала переменного напряжения.

В первом случае уравнения движения иона представляют собой «Mathieu-like» уравнения вида

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} = -\left(a + 2q\left(-1\right)^K \sum_{l=1}^{n} l\cos\left(2l\tau\right)\right)x\,;\ \frac{d^2y}{d\tau^2} = \left(a + 2q\left(-1\right)^K \sum_{l=1}^{n} l\cos\left(2l\tau\right)\right)y\,,$$

где приняты обозначения $a = \frac{4eU}{mr_0^2\omega^2}$, $q = \frac{2eV_0}{mr_0^2\omega^2}$, $\tau = \frac{\omega t}{2}$.

Так, при увеличении числа гармоник происходит движение первой зоны устойчивости в область с малыми q (т.е. справа–налево) При этом снижается чувствительность ловушки относительно легких ионов, а номинальное повышение амплитуды переменного поля позволяет провести селекцию по тяжелым ионам – в вершинах зон устойчивости. Увеличивая число гармоник при фиксированном значении постоянного напряжения, возможна реализация т.н. режима «масс селективной дестабилизации» по отсеиванию легких ионов по значению отношения заряда к массе (рис. 1).

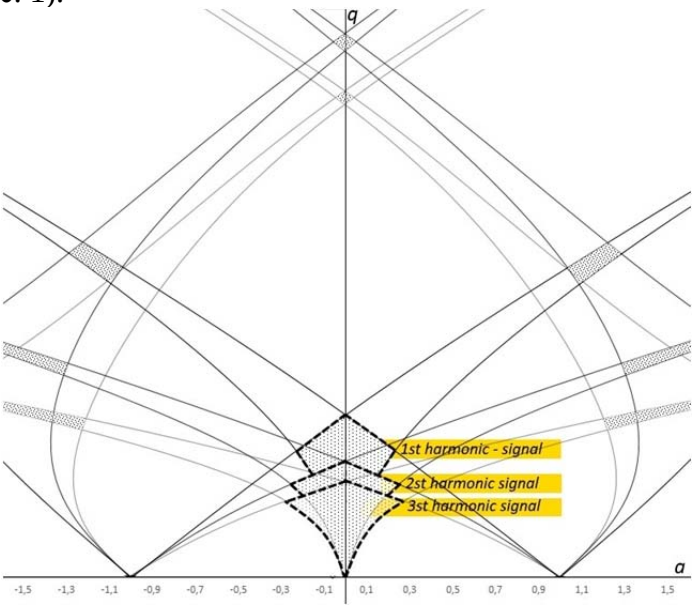


Рис. 1. Пересечение диаграмм устойчивости для уравнений движения с q компонентой модулированной расходящимся сигналом с конечным числом гармоник (первые области стабильности для 1–3 гармоники выделены на рисунке)

Рассматривая фазовую модуляцию, уравнения движения являются уравнениями Хилла, и не могут быть приведены к виду уравнений Матье, а за счет ассиметричного вида и соответствующих иррациональных значениях нулей этой функции происходит сильная модификация диаграммы Айнеса-Стретта (рис. 2), вплоть до качественного изменения первой зоны устойчивости при высоких значениях коэффициента модуляции и, как следствие, режимов работы ловушки в режиме частотной модуляции – таких, как проявление двух пиков чувствительности.

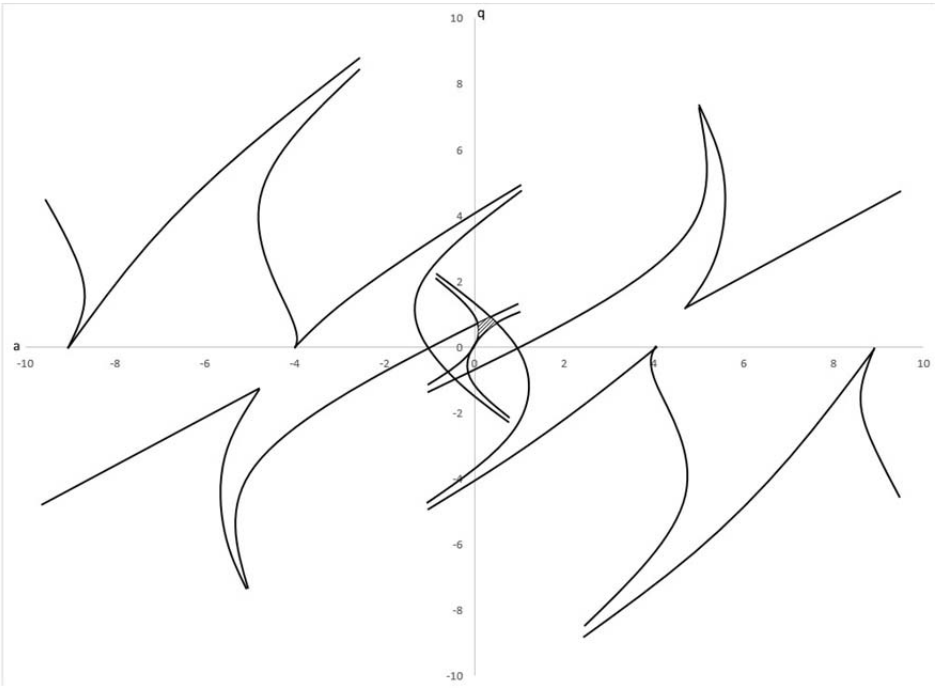


Рис. 2. Пересечение диаграмм устойчивости для уравнений движения (2.3), α=0,1; *m*=1. Сравнивая с гармонической модуляцией, наблюдается сильная деформация первой области стабильности (заштриховано)

Таким образом, в работе проведено широкое исследование линейной ионной ловушки с различной модуляцией переменного напряжения. В первую очередь мы рассматривали модификацию первой зоны стабильности. По результатам работы можно отметить, что применение различной модуляции позволяет не только управлять масс-селективным пиком чувствительности, но и значительно повышать разрешающую способность устройства.

Модуляция переменного напряжения оказывает значительное влияние на масс-селективные характеристики ловушки, формирование диаграмм устойчивости, в частности, первой зоны стабильности. Смещение пика чувствительности позволяет эффективно локализовать самые разные группы ионов по соотношению *m*/*z*.

Литература

1. Wang X., Chen H., Lee J., Reilly P.T.A. Increasing the trapping mass range to m/z = 109 – a major step toward high resolution mass analysis of intact RNA, DNA and viruses // Int. J. Mass Spectrom. – 2012. – V. 328–329. – P. 28–35.
2. Zhao X., Krstic P.S. A Molecular Dynamics Simulation Study on Trapping Ions in a Nanoscale Paul Trap // Nanotechnology. – 2008. – V. 19. – P. 195702.
3. Benesch J.L.P., Ruotolo B.T., Simmons D.A. and Robinson C.V. Protein Complexes in the Gas Phase: Technology for Structural Genomics and Proteomics // Chemical reviews. – 2007. – V. 107. – P. 3544–3567.

4. March R.E and Todd J.F.J. Quadrupole Ion Trap Mass Spectrometry. – 2nd edition. – Wiley-Interscience, 2005. – V. 165. – 392 p.
5. Blaum K. High-accuracy mass spectrometry with stored ions // Physics Reports. – 2006. – V. 425. – № 1. – P. 1–78.
6. Пауль В. Электромагнитные ловушки для заряженных и нейтральных частиц // УФН. – 1990. – Т. 60. – № 12. – С. 109–127.
7. Kim T.H., Herskind P.F., Kim T., Kim J., Chuang I.L. Surface-electrode point Paul trap // Phys. Rev. – 2010. – V. 82. – № 4. – P. 043412.
8. Amini J.M., Britton J., Leibfried D. and. Wineland D.J. Micro-Fabricated Chip Traps for Ions // Atom Chips. Edited by Jakob Reichel and Vladan Vuleti´c WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,Weinheim, 2011.
9. Madsen M.J., Gorman C.H. Compact Toroidal Ion Trap Design and Optimization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arxiv.org/pdf/1007.2332.pdf, своб.
10. Рудый С.С., Рождественский Ю.В. Локализация иона в плоской ловушке с периодическим псевдопотенциалом // Письма в ЖТФ. – 2016. – Т. 42. – № 4. – С. 1–9.

Рымкевич Владимир Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № В3420
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: hellmapper@gmail.com

УДК 537.312.52: 544.537

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ФАЗОВЫХ ПЛАСТИН ТЕХНОЛОГИЕЙ LIBBH НА ПЛАВЛЕНОМ КВАРЦЕ

В.С. Рымкевич
Научный руководитель – ст. преподаватель Г.К. Костюк

В работе представлена возможность доработки метода лазерно-индуцированной обработки микроплазмой (LIBBH) для формирования многоуровневых элементов – случайных фазовых пластин, используемых для гомогенизации высококогерентного лазерного излучения. Полученные элементы были протестированы в схеме с гелий-неоновым лазером и в промышленном использовании для цветной лазерной маркировки металлов, где продемонстрировали хорошие результаты.
Ключевые слова: микроструктурирование стекла, плавленый кварц, случайные фазовые пластины, гомогенизация.

Введение. Разработка массивов микрооптических элементов (МОЭ), используемых для изменения формы пучка лазерного излучения с минимальными потерями, является развивающимся направлением в современных лазерных технологиях. Одним из таких элементов является случайная фазовая пластина. Случайная фазовая пластина представляет из себя записанный на оптически прозрачном материале случайным образом массив элементов определенной формы и глубины. Подобный элемент находит свое применение в такой области лазерных технологий как гомогенизация лазерного излучения [1].

Поскольку массивы МОЭ предполагается использовать в силовых лазерных пучках, то при их создании следует использовать материал, обладающий минимальным поглощением излучения в широком диапазоне длин волн, а также характеризующийся большой лучевой и термической стойкостью. Для таких целей подходит плавленый кварц, который помимо высокого пропускания обладает высокой термической и лучевой стойкостью [2].

Существуют различные методы формирования МОЭ на поверхности стекла. Такая технология как фотолитография обеспечивает требуемую точность формирования микрорельефа на стекле, но содержит большое количество шагов технологического процесса, и поэтому не подходит для быстрого прототипирования массивов микрооптических элементов [3]. В последнее время набирают популярность методы лазерно-индуцированной обработки. В настоящей работе для формирования микрорельефа на поверхности стекла выбрана технология лазерно-индуцированной обработки микроплазмой (ЛИОМП), известная в англоязычной литературе как LIBBH (Laser Induced Black Body Heating) [4]. Метод ЛИОМП зарекомендовал себя при модификации поверхности пористого стекла [5]. К достоинствам метода можно отнести возможность за короткое время создавать на плавленом кварце микроструктуры (массивы микролинз, синусоидальные решетки) без ухудшения оптических характеристик материала [6].

Использование технологии ЛИОМП в процессе формирования МОЭ осложняется отсутствием зависимости глубины формируемого микрорельефа от параметров обработки. Следует отметить, что управление глубиной формируемого рельефа является ключевым моментом при создании различных МОЭ. Поэтому доработка метода и проверка его работоспособности при формировании массивов МОЭ, требующих высокой точности в задании глубины, является актуальной задачей. Решение подобной задачи позволит в будущем использовать данную технологию для записи более сложных фазовых и дифракционных элементов на поверхности стекла методом ЛИОМП.

Экспериментальная часть. Составление аналитического уравнения для поиска зависимости глубины формируемого микрорельефа от используемого материала и параметров обработки сложный процесс. Для промышленного использования гораздо легче составить базу данных, содержащую информацию о глубине рельефа и используемых параметрах обработки. Наиболее простым способом получения такой базы является запись на исследуемом материале так называемые карты глубин: доступные пользователю параметры обработки формируют на стекле массив ячеек (рис. 1, а), которые в последующем записываются на стекле методом ЛИОМП (рис. 1, б), исследуются метом профилометрии (рис. 1, в) и статистически исследуются (рис. 1, г).

Процесс изготовления карты глубин по технологии ЛИОМП состоит из этапов записи ячеек сканированием сфокусированного лазерного пучка в плоскости контакта пластин плавленого кварца с пластиной прессованного графита и очистки структурированной поверхности от частиц графита, осевших на нее в процессе записи.

Формирование карты глубин на пластине плавленого кварца проведено на макете установки (рис. 1, б), которая содержит: импульсный волоконный иттербиевый лазер 1, с длиной волны λ=1,07 мкм, длительностью импульса τ~4–200 нс, частотой следования импульсов f=1–100 кГц; 2-х координатное гальванометрическое сканирующее устройство 2, на базе приводов (G325DT «GSI Lumonics»). Объектив 3, с фокусным расстоянием f=210 мм и полем обработки 100×100 мм, создавал

перетяжку лазерного пучка размером d_0=50 мкм; неподвижный координатный стол 4, на котором располагалась пластина прессованного графита 5 и пластина кварцевого стекла 6. Управление сканирующей системой и параметрами лазерного пучка осуществлялось с использованием компьютера 7.

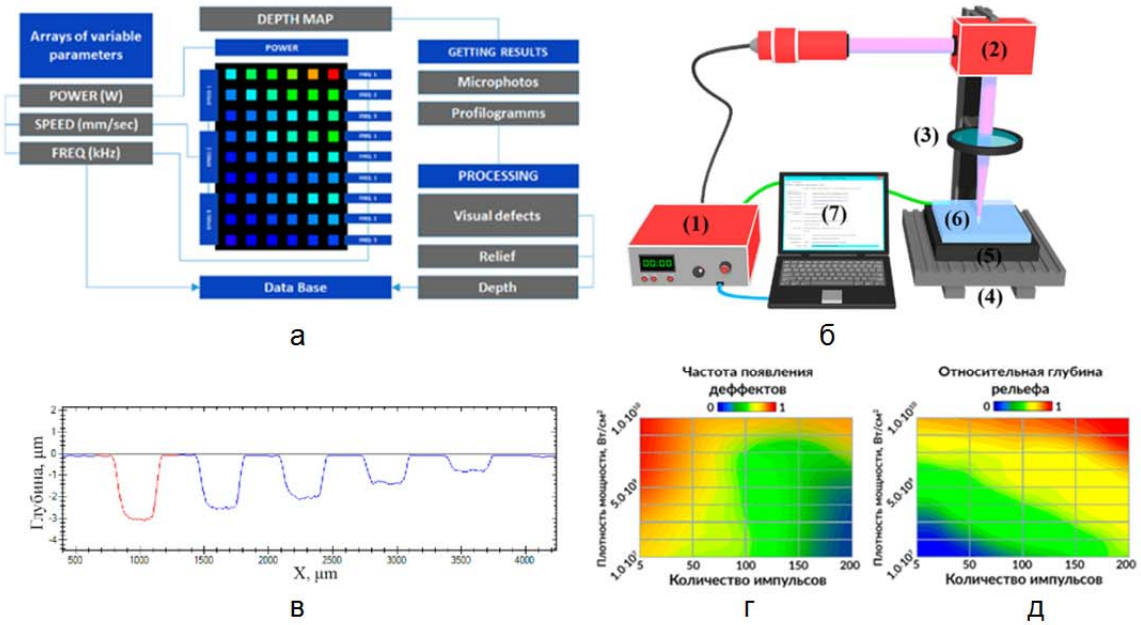


Рис. 1. Технология «Карта глубин»: стадии технологии (а); процесс записи/очистки карты глубин (б); профилограмма одного ряда с ячейками (в); диаграммы частоты появления дефектов (г) и относительной глубины рельефа (д)

Рельеф и глубина ячеек на записанной карте глубины исследовались методом профилометрии с помощью профилометра Hommel Tester T8000 (рис. 1, в). С каждого ряда с ячейками было снято 5 профилей. Полученные данные были объединены в базу данных. Все записанные во время работы ячейки (~2400 шт.) были статистически обработаны, при этом параметры обработки были преобразованы для лучшего анализа результатов. Таким образом мощность излучения и длительность импульса были преобразованы в плотность мощности по формуле (1) [7], а частота и скорость сканирования в количество импульсов, приходящихся в область (2).

$$q_0 = \frac{P_{\text{ср}}}{0,25\pi d^2} \cdot \frac{1}{f\tau}, \quad (1)$$

$$N = \frac{df}{V}, \quad (2)$$

где $P_{\text{ср}}$ – мощность излучения, Вт; d – диаметр пучка, см; f – частота следования импульсов, Гц; τ – длительность импульса, с; V – скорость сканирования см/сек.

Полученные данные были использованы для записи дискретной случайной фазовой пластины (ДСФП), шаблон которой был предложен и разработан в рамках данной работы. Идея заключалась следующем: на стекле записывается массив ячеек с различной глубиной, обеспечивающей сдвиг фазы от 0 до π. Каждый элемент изменят фазу у элементарного пучка. Пучки с одинаковыми фазами интерферируют в области фокуса и формируют квазиравномерное распределение интенсивности лазерного излучения. Была записана ДСФП имеющая 5 различных сдвигов фаз.

Обсуждение результатов. Собранные данные о рельефе ячеек статистически исследовались по двум направлениям: частоте появления дефектов и относительной

глубине рельефа. Полученные данные представлены на диаграммах (рис. 1, г). Видно, что чем больше количество импульсов, тем меньше вероятность получить дефект. Относительная глубина поверхности, наоборот, становится больше с увеличением как количества импульсов, так и плотности мощности, при этом реальный диапазон доступных для формирования глубин варьировался от 100 нм до 20 мкм.

Сформированные дискретные случайные фазовые пластины были исследованы в схеме с высококогерентным лазером (рис. 2, а).

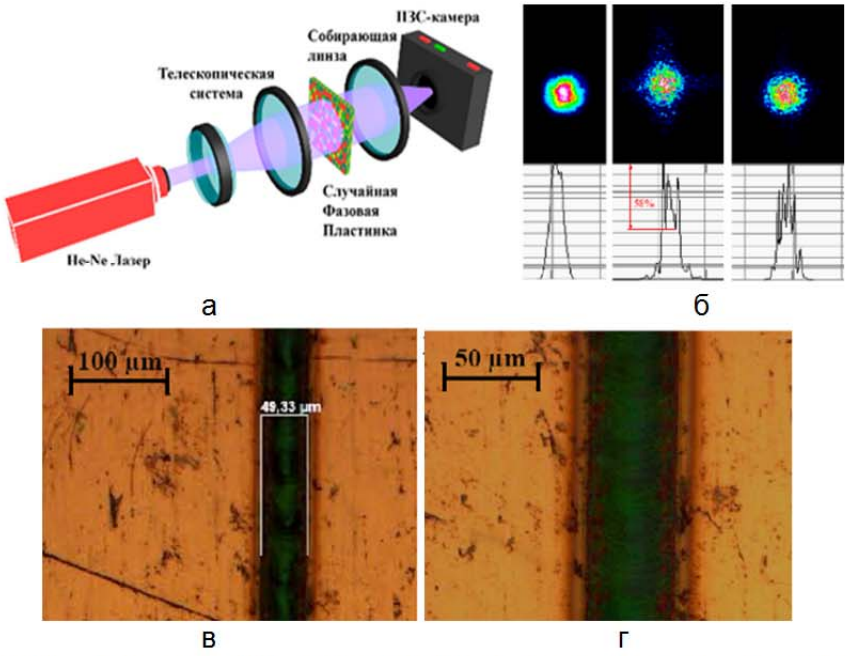


Рис. 2. Тестирование дискретных фазовых пластин: схема установки (а); распределение интенсивности в фокусе (б); цветная лазерная маркировка без применения ДСФП (в) с применением ДСФП (г)

Пучок лазерного излучения с длиной волны λ=0,633 мкм, генерируемого He-Ne-лазером, расширялся в телескопической системе, затем проходил через установленную СФП и фокусировался собирающей линзой на матрице ПЗС-камеры. Сначала регистрировалось исходное распределение, затем распределение с введенной случайной фазовой пластиной и проводилось их сравнение (рис. 2, б). Слева на рис. 2, б, представлено исходное распределение, имеющее гауссовый профиль. По центру – распределение с введенной бинарной фазовой пластиной [1], а справа – распределение с введенной дискретной пластиной. Представленное распределение от бинарной фазовой пластины имеет дифракционный узор и большое количество спеклов. Хороший результат продемонстрировала дискретная фазовая пластина: дифракционный узор практически отсутствует, спеклы сведены к минимуму, а распределение ближе к равномерному. Дискретные фазовые пластины так же были протестированы в промышленном использовании, а именно, в лазерной цветной маркировки металла. Без использования ДСФП желаемый зеленый оттенок регистрировался только в середине линии (рис. 2, в), в то время как с использованием элемента зеленый оттенок занимал более 90% ширины линии (рис. 2, г), а колебания насыщенности цвета на протяжении линии были сведены к минимуму. Однако, ДСФП, содержащая всего 5 различных сдвигов фаз и имеющая размер элемента массива в 200 мкм, не позволяет получить полностью равномерное распределение интенсивности. Поэтому следует проектировать ДСФП обладающее большим

размером элементов (от 300 до 400 мкм) и количеством различных сдвигов фаз начиная с 10.

Заключение. Таким образом, показано, что технология «Карта глубин» совместно с методом LIBBH подходит для создания многоуровневых элементов, в частности, для случайных фазовых пластин. Тестирование разработанного шаблона дискретной пластины показало его работоспособность при гомогенизации выскокогерентного лазерного излучения.

Литература

1. Lewis C., Weaver I., Doyle L., Martin G., Morrow T., Pepler D., Danson C., Ross I. Use of a random phase plate as a KrF laser beam homogenizer for thin film deposition applications // Review of scientific instruments. – 1999. – V. 70. – № 4. – P. 2116–2121.
2. Леко В.К., Мазурин О.В. Свойства кварцевого стекла. – Л.: Наука, 1985. – 166 с.
3. Baglin J. Ion beam nanoscale fabrication and lithography – a review // Applied Surface Science. – 2012. – V. 258. – № 9. – P. 4103–4111.
4. Kostyuk G., Sergeev M., Zakoldaev R., Yakovlev E. Fast microstructuring of silica glasses surface by NIR laser radiation // Optics and Lasers in Engineering. – 2015. – V. 68. – P. 16–24.
5. Сергеев М.М, Костюк Г.К., Заколдаев Р.А., Яковлев Е.Б. Лазерная пассивация пористого стекла для защиты от химической деградации и старения // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2015. – Т. 51. – № 3. – С. 314–322.
6. Zakoldaev R., Sergeev M., Kostyuk G., Veiko V. Laser-induced black-body heating (LIBBH) as a method for glass surface modification // Journal of Laser Micro Nanoengineering. – 2015. – V. 10. – № 1. – P. 15–19.
7. Veiko V.P., Odintsova G.V., Ageev E.I., Karlagina Y.Y., Loginov A.V., Skuratova A.L., Gorbunova E.V. Controlled oxide films formation by nanosecond laser pulses for color marking // Optics express. – 2014. – V. 22. – № 20. – P. 24342–24347.

Соболева Виктория Юрьевна
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа № V3400
Направление подготовки: 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
e-mail: soboleva.victoriia@mail.ru

УДК 535.3

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЕМЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ КРЕСТООБРАЗНЫХ РЕЗОНАТОРОВ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

В.Ю. Соболева
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент М.К. Ходзицкий

В последнее время терагерцовый диапазон частот представляет большой интерес из-за множества его приложений, особенное внимание уделено терагерцовой спектроскопии, так как в этом диапазоне лежат линии поглощения как простых, так и сложных молекул, соответствующие вращательным колебаниям молекулы.

Следовательно, важно разрабатывать элементарную базу для работы в ТГц диапазоне частот: источники, детекторы, оптические компоненты и т.д. Такие элементы как фильтры верхних частот, низких частот, полосовые фильтры и др. помогают контролировать частоту генерируемого излучения, обеспечивая возможность частотной модуляции в терагерцовом диапазоне частот. Для изготовления фильтров часто используют частотно-избирательные поверхности, которые представляют из себя тонкую металлическую пленку с вырезанной в ней какой-либо геометрии.

Целью работы стала разработка механически управляемого узкополосного терагерцового фильтра на основе крестообразных резонаторов для четырех разных частот.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– аналитический расчет геометрических параметров (длина, ширина и период) крестообразных резонаторов;
– моделирование фильтра в среде Comsol Multiphysics методом конечных элементов;
– расчет спектров пропускания фильтров на основе модели колебательного контура;
– изготовление экспериментального образца и получение его спектра пропускания методом терагерцовой импульсной спектроскопии;
– сравнение и анализ данных теории, моделирования и эксперимента.

Исследуемая в данной работе структура является частотно-избирательной поверхностью с крестообразной геометрией. Каждая элементарная ячейка фильтра (резонатор) описывается тремя геометрическими параметрами: периодом крестов *G*, длиной креста *L* и шириной креста *K* (рис. 1).

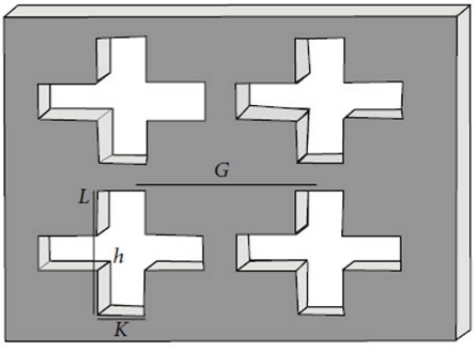


Рис. 1. Параметры фильтра с крестообразной геометрией

Геометрические параметры крестообразных резонаторов (*L*, *G*, *K*) для заданной резонансной частоты *f* рассчитывались методом, предложенным авторами статьи [1] (табл. 1). Метод заключается в использовании параметров масштабирования, которые вычислены на основании ранее разработанных фильтров [2].

Таблица 1. Параметры крестов фильтров для частот 0,1–0,4 ТГц

f, ТГц	*G*, мкм	*L*, мкм	*K*, мкм
0,1	2351	1533	445
0,2	1175	766	222
0,3	784	511	148
0,4	588	383	111

Экспериментальный образец представляет из себя круг, разделенный на четыре части, каждая часть пропускает свою частоту. Фильтр изготавливался на подложке методом прямой лазерной абляции металлизированной полимерной пленки [3]. Подложка – лавсан с диэлектрической проницаемостью, равной трем и толщиной 65 мкм, металлизированная пленка – алюминий, толщиной 0,5 мкм.

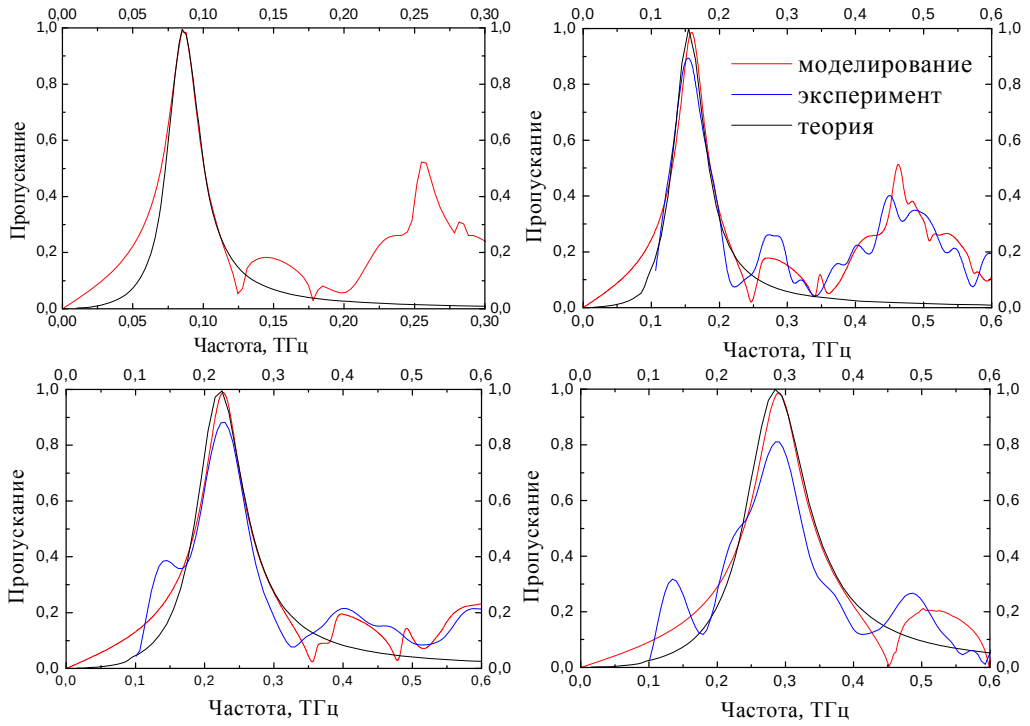


Рис. 2. Спектры пропускания, полученные моделированием, экспериментально и теоретически

Результаты моделирования, эксперимента и аналитики для сравнения представлены на рис. 2. Моделирование производилось в среде Comsol Multiphysics методом конечных элементов. Экспериментальные спектры пропускания получены методом импульсной терагерцовой спектроскопии [4], аналитические данные получены с помощью модели колебательного контура, описанной в статье [5].

Резонансные частоты (f_r) и пропускания (T) спектров, полученные разными методами, указаны в табл. 2 (f_r^T и T_r^T – теория; f_r^{mod} и T_r^{mod} – моделирование; f_r^{exp} и T_r^{exp} – эксперимент).

Таблица 2. Некоторые спектральные характеристики фильтров, полученные разными методами

Спектральные характеристики		Фильтр №1	Фильтр №2	Фильтр №3	Фильтр №4
f_r, ТГц	f_r^T	0,087	0,155	0,219	0,285
	f_r^{mod}	0,086	0,160	0,227	0,291
	f_r^{exp}	–	0,154	0,226	0,288
T	T_r^T	1	1	1	1
	T_r^{mod}	0,98	0,99	0,99	0,98
	T_r^{exp}	–	0,91	0,88	0,82

Литература

1. Melo A.M., Gobbi A.L., Piazzetta M.H.O. and da Silva A.M.P.A. Cross-shaped terahertz metal mesh filters: historical review and results // Advances in Optical Technologies. – 2012. – V. 2012.
2. Porterfield D.W., Hesler J.L., Densing R., Mueller E.R., Crowe T.W. and Weikle II R.M. Resonant metal-mesh bandpass filters for the far infrared // Applied Optics. – 1994. – V. 33. – № 25. – P. 6046–6052.

3. Баля В.К. Создание пленочной микрооптики методом лазерной абляции полимерных материалов: автореф. … дисс. канд. физ.-мат. наук. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 90 с.
4. Bespalov V.G. et al. Methods of generating superbroadband terahertz pulses with femtosecond lasers // Journal of Optical Technology. – 2008. – V. 75. – № 10. – P. 636–642.
5. Ulrich R. Far-infrared properties of metallic mesh and its complementary structure // Infrared Physics. – 1967. – V. 7. – № 1. – P. 37–55.

Тоимбек Динара Кайраткызы
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационные технологии и системы связи, кафедра беспроводные телекоммуникаций, группа № К3410
Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
e-mail: dinarat94@mail.ru

УДК 654.16

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ СЕМЕЙСТВА IEEE 1609

Д.К. Тоимбек
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Г. Стародубцев

Работа выполнена в рамках договоров с фирмами о совместной деятельности по подготовке специалистов.

Дорожное движение сегодня следует рассматривать как одну из самых сложных составляющих социально-экономического развития городов и регионов. В настоящее время в России ведется разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) разного масштаба. ИТС – наиболее очевидный путь развития, учитывая высокие темпы внедрения инновационных технологий и насущную потребность для страны в более эффективном использовании транспортного ресурса при одновременном снижении отрицательных последствий автомобилизации и сокращении людских потерь [1–3]. В данной работе рассматривается и проводятся экспериментальные исследования, основанные на устройстве австралийского производителя Cohda Wireless – Cohda Mobility модели MK2. Устройство является совместимостью стандартов IEEE 1609 и IEEE 802.11p с кооперативной ИТС, характеристики которой представлены в таблице.

Таблица. Технические характеристики устройства

Параметры	Оборудование Cohda Wireless	
Тип устройства	Придорожное устройство	Бортовое устройство
Мобильность	–	до 450 км/ч
Скорость передачи	до 27 Мбит/с	до 27 Мбит/с
Время подключения	до 250 мс	до 250 мс
Радиус действия	до 1000 м	до 1000 м
Процессор	533 МГц	533 МГц
Память	64 МБ	64 МБ
Операционная система	Linux	Linux

Параметры	Оборудование Cohda Wireless	
Тип устройства	Придорожное устройство	Бортовое устройство
Интерфейсы	Ethernet, CAN, RS-232, USB	Ethernet, CAN, RS-232, USB
Антенна	штыревая	плавник

Эксперименты разделены на два блока. В первом измерялось зависимость пропускной способности бортового устройства от расстояния (что дает нам зону обслуживания), на втором – обоснование разноса придорожных устройств в свободном программном обеспечении ATDI. Для проведения измерений использовались:
– два рабочих места оператора;
– три бортовых устройства DSRC – CohdaMobility MK2.

Первый блок экспериментальных измерений. После получения результатов измерении, наблюдаем, уменьшение пропускной способности сети с увеличением расстояния и подтверждается теория о зависимости скорости передачи данных от вида модуляции, ширины канала (чем чаще высылает символы, тем шире полоса), отношения сигнал/шум. Структурная схема первого эксперимента показана на рис. 1.

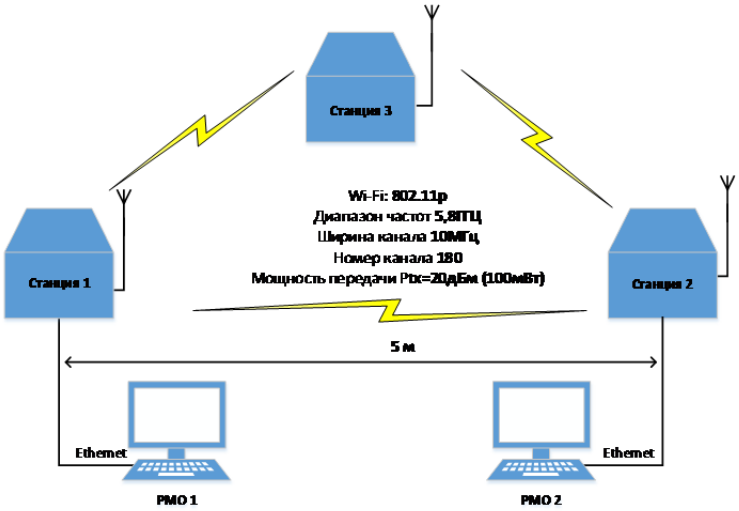


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Полученные результаты хорошо коррелируют с известными теоретическими значениями стандарта и могут быть использованы для оценки поправочных коэффициентов (0,3–0,6). При движении транспорта необходимо предусмотреть автоматический переход на другие виды модуляции. Следовательно, спад скорости у них происходит при дальних расстояниях.

Второй блок экспериментальных измерений. Для проведения следующего измерения было использовано свободное программное обеспечение компании ICS telecom – ATDI. Три придорожных устройства были подвешены сначала на высоте 2,5 м (рис. 2, а), затем 6 м (рис. 2, б) и в конце на 18 м (рис. 2, в). ΔL – расстояние между устройствами.

При помощи полученных результатов, мы можем сделать вывод, что высота подвеса влияет на зону покрытия: при использовании одних и тех же частот, с увеличением высоты, можно дальше устанавливать устройства. При разработке сети радиосвязи на основе данного устройства, предотвращение ДТП, транспотных заторов и уменьшение количества людских потерь становится реальностью и, тем самым, может вызвать несомненный научный интерес.

а б в

Рис. 2. h = 2,5 м, $\Delta L \approx$ 300 м (а); h = 6 м, $\Delta L \approx$ 500 м (б); h = 18 м, $\Delta L \approx$ 900 м (в)

Литература

1. Тоимбек Д.К. Рынок телекоммуникационных услуг в Казахстане: проблемы и перспективы развития // Ғаламдық бәсекелестік шарттарына өндірістің тиімділігін арттыру үшін инновациялық ұсыныстар мен технологиялар: сб. статей. – 2016. – Т. 1. – С. 512–513.
2. Тоимбек Д.К., Тлеубаева Ж.С. DSRC – радиосвязь ближнего действия в интеллектуальной транспортной среде // DNY VĚDY-2016: сб. статей. – 2016. – Ч. 20. – С. 15–17.
3. Тоимбек Д.К. Беспроводной доступ в транспортных средствах // Science without borders-2016: сб. статей. – 2016. – Т. 19. – С. 57–59.

Череповская Елена Николаевна
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий,
группа № P3420
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы и технологии
e-mail: cherepovskaya@cde.ifmo.ru

УДК 004.4, 159.9.07

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕНИНГОВ СИТУАЦИОННОЙ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Е.Н. Череповская
Научный руководитель – к.т.н., профессор А.В. Лямин

Работа выполнена в рамках тем НИР: № 713573 «Моделирование нейрокогнитивных технологий обучения»; № 713555 «Разработка методов и алгоритмов семантической интероперабельности для интеграции и предоставления информации в системах семантического поиска и мониторинга».

Ситуационная осведомленность [1] является важным навыком для профессионалов многих отраслей и отражает способность человека воспринимать и отслеживать изменения, происходящие в окружающей среде. Развитие различных навыков становится возможным в том числе и благодаря использованию когнитивных тренингов [2]. В связи со стремительным развитием информационных технологий появляется все больше информационных систем со сложным интерфейсом.

Использование тренингов в системах электронного обучения [3] позволит пользователям приспособиться к таким пользовательским интерфейсам, снизив когнитивную нагрузку, и улучшить результаты обучения. Таким образом, целью работы являлась разработка программного обеспечения когнитивных тренингов. Перед началом разработки был проведен обзор аналогов, показавший невозможность использования рассмотренных программных средств из-за особенностей реализации. В частности, технологии Adobe Flash, Microsoft Silverlight и Java applet перестали поддерживаться многими веб-браузерами в силу обнаруженных уязвимостей и проблем безопасности.

Основными задачами работы являлась разработка программного обеспечения семи когнитивных тренингов и тестов, их последующее внедрение в систему управления обучением AcademicNT и проведение экспериментального исследования с применением разработанных средств. Для реализации пользовательского интерфейса приложений были использованы технологии HTML и CSS, основная логика приложений была реализована на языке программирования JavaScript.

Одним из основных реализованных тренингов был адаптивный тренинг ситуационной осведомленности SATPlus. Для представления тренинга необходимо отражение динамичности изменений окружающей обстановки: в качестве динамичной сцены было выбрано поле – морское дно, по которому могут перемещаться существа – хищники (акулы) и жертвы (рыбы). Динамика также заключается в изменениях, происходящих с объектами: жертвы могут быть съедены хищниками, после чего жертва возникает в другой части рабочего поля, также жертвы могут спонтанно изменять направление движения. Тренинг включает три типа заданий:

1. восстановление местоположения объектов;
2. идентификацию существ, в зависимости от их местоположения;
3. определение жертвы, преследуемой хищником.

Преимуществом тренинга SATPlus является адаптивный подбор уровня пользователя в приложении под текущий уровень развития навыка, что обеспечивает адаптивное обучение на протяжении всего взаимодействия с программным модулем. Главный измеритель навыков пользователя – тест на непрерывную деятельность, где в качестве стимулов выступают буквы латинского алфавита, последовательно появляющиеся на экране с некоторыми установленными интервалами времени. Также были разработаны программные модули тренинга рабочей памяти N-Back с адаптивным подбором уровней тренинга; обучающей игры 3D-Tetris; психологических тестов мысленного вращения, невербального интеллекта и математического счета.

Разработанное программное обеспечение было использовано при проведении экспериментального исследования адаптивного тренинга ситуационной осведомленности в качестве тренинга когнитивных функций учащихся. В исследовании приняли участие 41 студент, изучающие дисциплину «Дискретная математика». Первый и последний день эксперимента были отведены на определение стартового и итогового уровня навыков пользователя с помощью измерителей: экзамена по курсу «Теория графов» и четырех разработанных когнитивных тестов. В течение 28 дней студентам было необходимо проходить тренинг SATPlus или N-Back, в зависимости от группы, в которую они попали при рандомизированном распределении. В таблице представлены результаты сравнения двух групп с указанием вероятности парного теста Стьюдента, использованного для определения динамики изменения показателей.

Таблица. Результаты экспериментального исследования

Параметр	*p* (SATPlus)	*p* (N-Back)
Экзамен 1: Среднее время прохождения (мин)	0,696	0,575
Экзамен 2: Среднее время прохождения (мин)		
Экзамен 1: Средний балл	0,029	0,129
Экзамен 2: Средний балл		
Тест на непрерывную деятельность 1: Detectability	0,002	0,146
Тест на непрерывную деятельность 2: Detectability		
Тест мысленного вращения 1: % верных ответов	0,072	0,449
Тест мысленного вращения 2: % верных ответов		
Тест невербального интеллекта 1: кол-во верных ответов	0,019	0,355
Тест невербального интеллекта 2: кол-во верных ответов		
Тест математического счета 1: % верных ответов	0,010	0,027
Тест математического счета 2: % верных ответов		

Анализируя таблицу, видно, что для группы SATPlus было замечено значимое возрастание показателей среднего балла экзамена, параметра обнаруживаемости для теста на непрерывную деятельность, количества верных ответов для теста невербального интеллекта и процента верных ответов теста математического счета. В то время как для группы N-Back было замечено значимое улучшение лишь для процента верных ответов теста математического счета, что свидетельствует о преимуществах использования тренинга SATPlus в целях повышения результативности обучения.

По итогам выполнения работы были разработаны приложения семи когнитивных тренингов. Все разработанные приложения внедрены в систему управления обучением AcademicNT. Экспериментальное исследование влияния когнитивных тренингов на результаты обучения показало значимые результаты, позволяющие сформировать рекомендации по использованию когнитивных тренингов для повышения результативности обучения.

Литература

1. Endsley M.R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems // Human Factors. – 1995. – V. 37(1). – P. 32–64.
2. Jaeggi S.M., Buschkuehl M., Jonides J., Perrig W.J. Improving fluid intelligence with training on working memory // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2008. – V. 105(19). – P. 6829–6833.
3. Лямин А.В., Чежин М.С. Развитие электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в НИУ ИТМО // Информационная среда вуза XXI века: материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 145–148.

Штерле Елизавета Игоревна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3420
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: shterlee94@gmail.com

УДК 338.2

ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ПЕЛЛА-МАШ»)

Е.И. Штерле
Научный руководитель – к.э.н., доцент А.И. Александрова

Работа по выполнению хоздоговорных и госбюджетных НИР.

В условиях современной экономики эффективное развитие промышленных предприятий с устойчивой позицией на рынке требует оперативного производства, минимизации затрат и максимального увеличения прибыли [1]. **Цель работы** состояла в определении путей снижения себестоимости продукции предприятия ОАО «Пелла-Маш». Себестоимость производимой продукции – один из основных качественных показателей деятельности организаций, и, осуществляя ее снижение, предприятие стремится к увеличению прибыли и повышению уровня рентабельности [2]. Учет затрат на каждом предприятии имеет свои особенности, так как в значительной мере зависит от принадлежности организации к определенной отрасли, специфики ее деятельности, особенностей производства, его типа, вида, номенклатуры выпускаемой продукции. Изделия, производимые предприятиями машиностроительной отрасли, отличаются сложностью, многообразием, и нуждаются в техническом обновлении оборудования [3]. В связи с этим методы ее снижения будут складываться, исходя из имеющихся особенностей и выявленных при анализе значений показателей.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: исследованы теоретические аспекты себестоимости продукции, включающие сущность понятия себестоимости, ее классификацию, показатели и методы учета затрат. В процессе работы был проведен анализ деятельности предприятия, путем рассмотрения отраслевых тенденций с учетом специфики организации и финансового анализа предприятия. Рассмотрев процентное соотношение доходов предприятия и себестоимости продукции, за все анализируемые периоды был выявлен высокий уровень себестоимости, не опускающийся ниже 90%, который в результате приводил к снижению прибыли и рентабельности предприятия. Анализ динамики показателей рентабельности отразил, что в 2015 году все показатели снизились в среднем в 2 раза. Они отражают недостаточную эффективность использования имеющихся средств, что доказывает необходимость снижения затрат.

На основе полученных результатов были разработаны мероприятия, способствующие снижению себестоимости продукции. В настоящее время среди основных возможных путей снижения себестоимости в промышленных организациях является совершенствование технологического процесса и внедрение новой техники, которые позволят предприятиям создавать конкурентоспособную продукцию должного

уровня с сокращением требуемых затрат на ее производство. Характерной чертой предприятий машиностроительной отрасли является высокий уровень энергоемкости [4]. Составляя существенную долю себестоимости, затраты на энергоресурсы требуют проведения энергосберегающей деятельности [5], которая будет выражаться в поиске возможности и обеспечении снижения объема потребления данных ресурсов и увеличения эффективности использования в технологических процессах. Рассмотрев структуру себестоимости за 2015 год (рисунок), было выявлено, что наибольший удельный вес занимают материальные затраты, составляя почти 42%. Среди них наибольшие значения принимают затраты на электроэнергию (13,65%) и на сырье и материалы (23,52%). Исходя из этого, мероприятия по снижению себестоимости направлены на сокращение данных видов затрат.

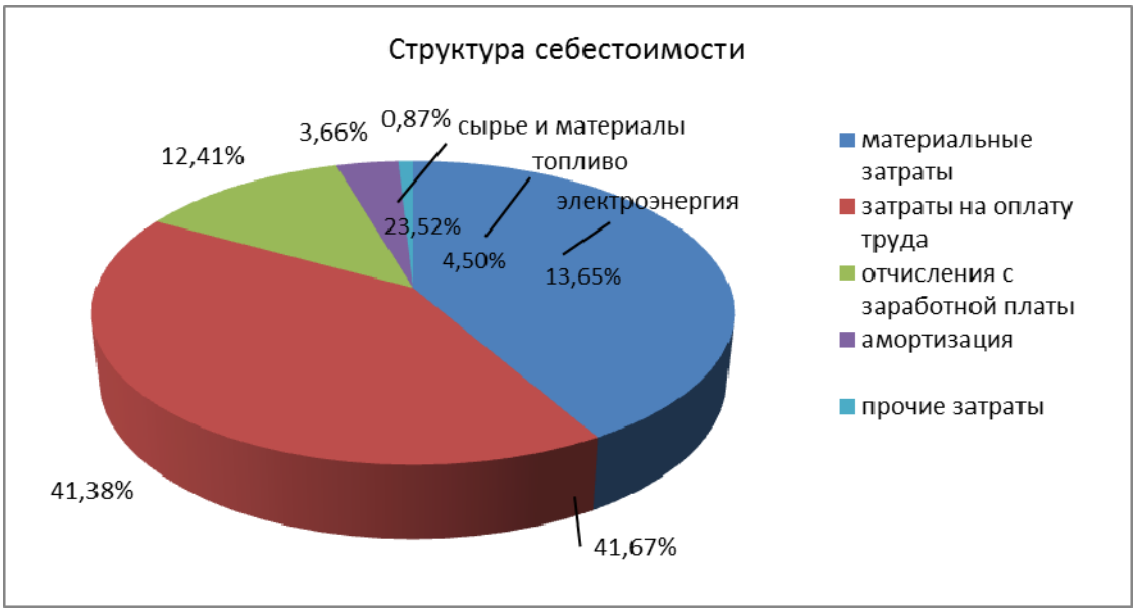


Рисунок. Структура себестоимости за 2015 год

Для снижения затрат на электроэнергию будет произведена смена фрезерного станка FSS500CNC на менее энергоемкий фрезерный станок Weida XK7132 с ЧПУ Fanuc. Экономия затрат на электроэнергию за год при использовании нового станка составит 6,7%. Вторым мероприятием предлагается изменить работу двух компрессорных машин, из шести имеющихся на предприятии, включая их в часы минимальных нагрузок. Это позволит прогнозируемо сократить затраты на 13,14% в год. В условиях импортозамещения актуальным стал вопрос о смене и поиске новых поставщиков. Решение данной проблемы может позволить снизить материальные затраты. Для снижения затрат на материалы предложен переход на поставщика с более выгодными условиями или возможности выхода на прямой контакт с отечественным производителем. Снижение затрат на 5%, позволит снизить себестоимость продукции на 1,18%.

Прогнозируемый результат от проведения мероприятий выражается в следующем: сократив затраты на электроэнергию на 19,84% и материальные затраты на 5%, общее предполагаемое снижение себестоимости на предприятии произойдет на 3,89%. Расчет показателей рентабельности, прогнозируемый на 2016 год после внедрения мероприятий, с учетом прежних условий деятельности и объема выручки, показал, что все ожидаемые значения показателей значительно улучшились (таблицу).

Таблица. Динамика показателей рентабельности (прогноз на 2016 год)

Наименование показателя	2015	2016
Общая рентабельность, %	0,65	4,15
Рентабельность продаж, %	1,03	4,53
Рентабельность основной деятельности (затрат), %	1,04	4,74
Рентабельность совокупного капитала, %	1,12	4,95
Рентабельность собственного капитала, %	3,08	19,59
Рентабельность инвестиционного капитала, %	3,07	19,54
Рентабельность оборотных активов, %	1,32	5,81
Рентабельность внеоборотных активов, %	7,59	33,47
Рентабельность всех активов, %	1,12	4,95

Возможный эффект от проведения мероприятий был рассмотрен с помощью расчета валовой и чистой прибыли, прогнозируемого на 2016 год. С учетом прежних условий деятельности, по прогнозу ожидается увеличение валовой прибыли, которое произойдет на 35,45%, и прирост чистой прибыли на 5592 тыс.руб.). Данный результат доказывает эффективность предложенных мероприятий и целесообразность их введения.

Литература

1. Кондаурова Д.С. Совершенствование механизма устойчивого развития промышленного предприятия // Экономика, управление, финансы: материалы II междунар. науч. конф. – 2012. – С. 130–132.
2. Кирьянов И.В. Себестоимость, или стоимость для себя. От Аристотеля до раннего меркантилизма // Экономическая наука и практика: материалы III междунар. науч. конф. – 2014. – С. 4–9.
3. Герасимова Г.А. Управление качеством машиностроительной продукции // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы III междунар. науч. конф. – 2014. – С. 191–193.
4. Золотых С.Ф., Рожков С.В., Лобанова С.В. Оценка методов повышения энергоэффективности электроснабжения предприятий // Изв. Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 12-1. – С. 135–141.
5. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ

Абакумов Андрей Анатольевич
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3450
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: a.abakumov@dsec.ru

УДК 004.93'1

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ГЕНЕРАЦИИ ВРЕДОНОСНЫХ ДОМЕННЫХ ИМЕН И МЕТОДЫ ИХ РАСПОЗНАВАНИЯ

А.А. Абакумов
Научный руководитель – к.т.н., ассистент И.В. Сорокин

В настоящее время существует множество работ, связанных с анализом алгоритмов генерации доменных имен. Проблемы автоматического анализа алгоритмов DGA и пути их решения можно найти в [1]. Большие объемы данных, которые можно получить путем мониторинга сетевой активности ботнетов или путем обратной разработки алгоритмов генерации доменных имен, позволяют использовать методы машинного обучения. Идея их применения освещена в работе [2]. Так, ряд известных компаний, занимающихся информационной безопасностью (Damballa, OpenDns, Click Security и др.), применяют подобные решения для анализа и фильтрации сетевой активности вредоносных программ. Например, компания OpenDNS применяет данные методы в своем облачном DNS сервере. Это позволяет ей эффективно бороться с растущим числом ботнетов. А специалисты компании Click Security в своей работе [3] предлагают использовать решающие деревья для бинарной классификации на принадлежность доменов к вредоносным. Для этого ими предложен способ выделения признаков из доменного имени. Стоит отметить работу [4], которая рассматривает возможность классификации, используя метод опорных векторов (Support Vector Machine) и выделения из доменов признаков N-gram. Но, несмотря на большое количество работ, проблема рапознавания вредоносных доменных имен остается актуальной. Так, последние исследования, опубликованные в работе [5], показывают, что алгоритмы генерации доменных имен постоянно совершенствуются с целью обхода существующих способов обнаружения.

Целью работы являлась разработка модели на основе методов машинного обучения для распознавания и классификации вредоносных доменных имен, полученных при помощи анализа алгоритмов генерации доменных имен, а также получение количественной оценки качества классификации на сформированной выборке доменных имен. Для достижения поставленной цели были поставлены три задачи. Во-первых, подготовка экспериментальных данных. При этом необходимо составить выборки не только для легитимных и вредоносных имен, но и выборки по отдельным классам вредоносных программ. Под вредоносным доменным именем в настоящей работе понимается доменное имя, искусственно полученное в результате работы алгоритма генерации доменных имен. Вторая задача – поиск и реализация существующих подходов, их сравнительный анализ на подготовленных данных. Третья – разработка и апробация собственной модели на основе рекуррентных нейронных сетей.

Новизна данной работы заключается в том, что для классификации предлагается использование модели, построенной на основе рекуррентной нейронной сети. Это является новым направлением исследования для решения проблемы обнаружения и

распознавания вредоносных доменных имен. Данный подход позволяет улучшить качество классификации по сравнению с существующими подходами решения данного класса задач. Исходя из этого, рассмотрение нейросетей для предотвращения современных угроз, связанных с ботнетами и алгоритмами генерации доменных имен, является перспективным направлением в решении проблем информационной безопасности не только в настоящее время, но и в будущем.

В ходе работы были изучены и проанализированы 8 вредоносных программ. Методом обратной разработки получены их алгоритмы генерации доменных имен. Данные алгоритмы были реализованы на высокоуровневых языках программирования. Для каждого из этих алгоритмов была составлена выборка сгенерированных доменных имен. Кроме этого, были собраны легитимные названия доменов. В результате анализа существующих работ автором выделены пять наиболее перспективных существующих подходов к классификации. В качестве параметров для этих моделей выступают такие признаки, как: длина доменного имени, энтропия доменного имени и признаки, полученные с использованием моделей N-gram и TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency). Обучение моделей проводилось на 80% исходных данных, а тестирование на оставшихся 20%. После тестирования и оценки точности классификации были получены результаты, приведенные в таблице.

Таблица. Точность классификации

Алгоритм	Бинарная	Многоклассовая
Logistic Regression	86,7%	78,8%
Random Forest	95%	89,3%
Naive Bayes	75,2%	75,6%
Extra Tree Forest	94,6%	89%
Voting Clasification	94,7%	90%

В работе автором предложен новый метод распознавания вредоносных доменных имен с использованием рекуррентных нейронных сетей. Каждый домен рассматривается как последовательность символов из фиксированного словаря, которая подается на вход рекуррентной нейронной сети. Обучение нейронной сети производится методом обратного распространения ошибки таким образом, чтобы максимизировать вероятность правильного выбора соответствующего класса. В качестве типа рекуррентной сети рассматривается модель GRU (Gated Recurrent Unit), которая является упрощенной моделью LSTM (Long Short-Term Memory). Стоит отметить, что модель GRU гораздо проще в реализации, требует меньшей вычислительной мощности и оперативной памяти. Несмотря на это, ее эффективность не уступает модели LSTM, а в некоторых случаях даже превосходит ее. Для классификации, состояние последнего скрытого слоя передается в Softmax-слой, выход которого можно интерпретировать как вероятности принадлежности домена к одному из 9 классов обучающей выборки (легитимные доменные имена и 8 семейств вредоносных программ). Так, одним из возможных методов повышения качества классификации исходной модели 1 является модель 2, которая добавляет реверсивный проход по всей длине доменного имени. Это делается для того, чтобы иметь представление не только о прошлых входных значениях, но и о будущем контексте. Как в модели 1, так и в модели 2 на вход в Softmax-слой попадают состояния лишь последнего скрытого слоя нейронной сети. В связи с этим в качестве эксперимента автором предложил использовать механизм внимания, заключающийся в том, что все скрытые состояния нейронной сети суммируются, умножаясь на определенный коэффициент, который является обучаемым параметром нейронной сети – модель 3. Модель 4 добавляет механизм внимания не только на прямой, но и на обратный проход нейронной сети. В ходе практического исследования предложенных моделей

автором найдено оптимальное количество скрытых нейронов. Оно равно 128 скрытым нейронам. Кроме этого, были протестированы различные алгоритмы стохастического градиентного спуска, такие как: SGD; Adadelta; Rmsprop; Adam. В результате наилучший результат показал алгоритм Adam – рис. 1. Он является простым в реализации, вычислительно эффективным алгоритмом, имеет небольшие требования к памяти и хорошо подходит для задач, связанных с большим количеством данных и признаков.

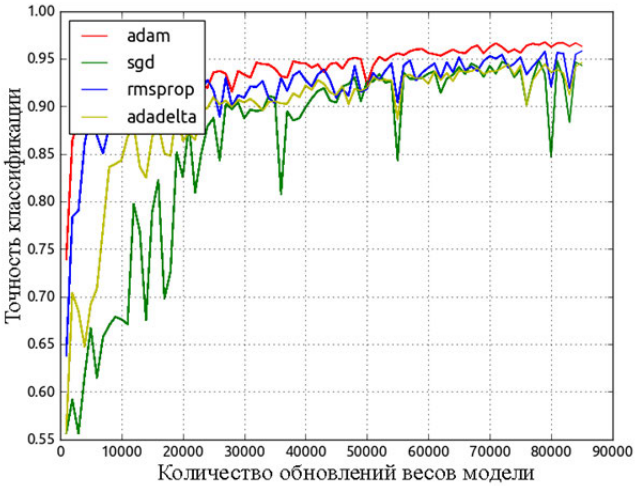
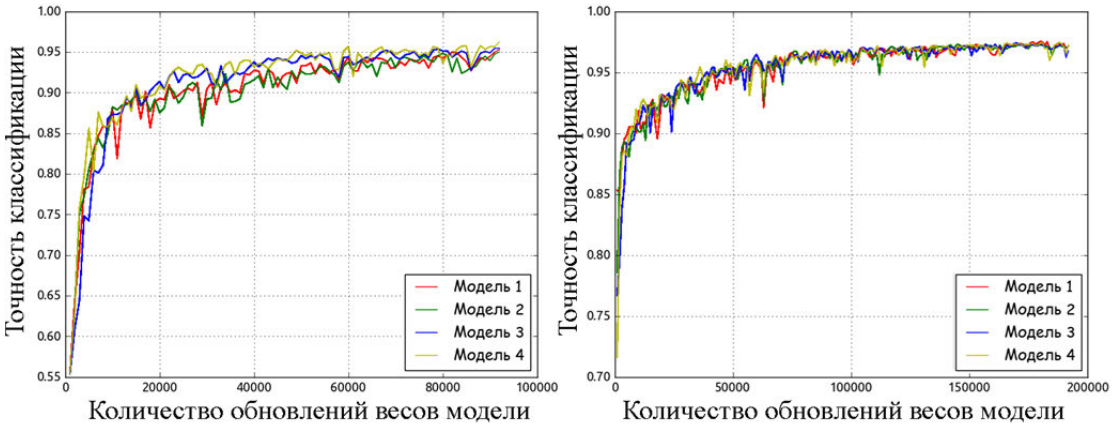


Рис. 1. Алгоритмы стохастического градиентного спуска

Обучающая выборка была разбита на произвольные блоки (mini-batch) по 100 доменных имен. Обновление весов сети происходило для каждого такого блока. В ходе обучения предложенных моделей автором был получен следующий результат (рис. 2).



а б

Рис. 2. Результаты обучения многоклассовой (а) и бинарной классификации (б)

В результате автором была разработана модель на основе методов машинного обучения для распознавания и классификации вредоносных доменных имен, полученных при помощи анализа алгоритмов генерации доменных имен, а также получена количественная оценка качества классификации на сформированной выборке доменных имен. Детальный список результатов:

- изучены механизмы работы алгоритмов генерации доменных имен;
- методом обратной разработки получены и реализованы на языках программирования высокого уровня алгоритмы генерации доменных имен восьми семейств ботнетов;
- составлена обучающая выборка, состоящая из легитимных и вредоносных доменных имен;
- рассмотрены существующие подходы к распознаванию и классификации вредоносных доменных имен;

– произведена реализация существующих подходов и получены результаты по каждому из них;
– разработана собственная модель, на основе рекуррентной нейронной сети;
– произведена реализация и апробация собственной модели распознавания вредоносных доменных имен.

В итоге разработанная модель показывает результат, превосходящий существующие подходы. Данная модель позволяет на тестовой выборке правильно распознать до 97% вредоносных доменных имен. В качестве дальнейшего развития исследования предполагается обучение модели на новых разновидностях алгоритмов генерации доменных имен, что позволит использовать данный подход в средствах защиты информации таких как: DNS-сервера, системы обнаружения вторжений, антивирусные продукты. Это позволит повысить защищенность пользователей от угроз, связанных с распространенными семействами ботнетов.

Литература

1. Yadav S., Reddy A.K.K., Reddy A.L.N. and Ranjan S. Detecting algorithmically generated domain-flux attacks with dns traffic analysis // IEEE/ACM Transactions on Networking. – 2012. – V. 20. – № 5. – P. 1663–1677.
2. Stevanovic M. and Pedersen J. Machine learning for identifying botnet network traffic // Technical report, Aalborg Universitet. – 2013. – P. 28.
3. Click Security. Exercise to detect algorithmically generated domain names [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/ClickSecurity/datahacking/, своб.
4. Davuth N. and Kim S.-R. Classification of malicious domain names using support vector machine and bigram method // International Journal of Security and Its Applications. – 2013. – V. 7(1). – P. 51–58.
5. Raff. generation Dgas: A evolution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.seculert.com/blog/2014/11/dgas-a-domain-generation- evolution, своб.

Абдулразак Саусан Хассановна
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптики лазеров, группа № Т3425
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: sausana95@mail.ru

УДК 535.318

МАНИПУЛЯЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ ПОМОЩИ ОПТИЧЕСКОГО ПИНЦЕТА

С.Х. Абдулразак
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Ю.В. Рождественский

В работе представлены расчеты сил, действующих на объект любой конфигурации, помещенный в оптическую ловушку. Основой для расчетов стали формулы Френеля и законы волновой оптики. На основе проведенных вычислений была взята модель эритроцита и рассчитаны силы пленения в поле оптического пинцета.
Ключевые слова: оптический пинцет, эритроцит, манипуляция биологическими объектами.

Введение. Оптический пинцет позволяет манипулировать объектами с помощью лазерного излучения. Работа его основана на воздействии светового давления на микрообъект и взаимодействии объекта с электрическим полем ловушки.

Впервые возможность пленения объектов, используя сильно сфокусированное лазерное излучение, продемонстрировал А. Ашкин в 1986 [1], было осуществлено манипулирование частицами без прямого механического контакта.

Захват обусловлен двумя основными силами: силой светового давления и градиентной силой. Сила давления толкает сферу по направлению распространения излучения и обусловлена преломлением света на границе раздела сред. Градиентная сила есть взаимодействие диэлектрической сферы с электрическим полем, созданным световой волной, за счет индуцированного на сфере дипольного момента [2, 3].

Захват биологических объектов в поле лазерного пинцета позволяет удерживать в жизнеспособном состоянии единичный живой микрообъект. Для описания захвата необходимо использовать сложные вычисления, а сила захвата измеряется только экспериментально. Модель, предложенная в данной работе, основана на законах волновой оптики и формулах Френеля и точно описывает процессы, происходящие в области воздействия оптической ловушки. **Целью** было создание универсальной модели, которая описывает объекты любой формы.

Постановка задачи. Для описания пленения сложных объектов необходимо описать силы пленения для простого, посредством сопряжения которого можно получить искомый. Таким простым объектом является сфера.

Рассмотрим крупную частицу ($\lambda << d$, где d – диаметр частицы; λ – длина волны излучения лазера), помещенную в центр лазерного пучка, выбираем это ограничение, так как биологические микрообъекты имеет размеры много больше λ. Из экспериментов, проведенных ранее, было видно, что частица втягивается в центр лазерного пучка. При таком приближении диэлектрическую частицу и силу, действующую на нее, рассматривают в пределах волновой оптики.

Для нахождения силы светового давления необходимо для начала выразить напряженности всех волн, влияющих на сферу. Выведем напряженности для каждой из выше обозначенных волн через формулы Френеля.

Формулы Френеля. Как можно видеть напряженность зависит от угла падения и от относительного показателя преломления. Можно выразить все косинусы и синусы через R и r. Сделаем замену:

$$x = \frac{r^2}{R^2}. \qquad (1)$$

Из формулы $\frac{\sin\varphi}{\sin\varphi_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{n}$ выводим косинус и синус для φ_2.

Теперь все найденные косинусы и синусы подставляем в уравнения Френеля и находим амплитуды.

Световое давление. Сила светового давления на всю поверхность σ поглощающей преграды, определяется полным потоком изучения сквозь эту поверхность:

$$\mathbf{F} = \mathbf{n}\frac{1}{c}\int_{\sigma}\mathbf{S}d\boldsymbol{\sigma}, \qquad (2)$$

где $d\boldsymbol{\sigma}$ – элементарная площадка.

Подставив выражения (1) и (2) в формулы Френеля и раскладывая в ряд Тейлора вблизи нуля, получаем следующие выражения для амплитуд напряженности поля отраженной волны:

$$E_1^{\parallel} = \frac{1-0,5x-n+0,5n^3x}{1-0,5x+n-0,5n^3x} E_0^{\parallel};\ E_1^{\perp} = \frac{n-0,5nx-1+0,5n^2x}{n-0,5nx+1-0,5n^2x} E_0^{\perp}.$$

Соответственно, сила светового давления от отраженной волны на все поверхность, есть интеграл от напряженности на промежутке от 0 (центр окружности) до R, считается по формуле:

$$F_1 = \frac{8\pi}{c} I_0 n_1 \int_0^1 \left[\left(E_1^{\parallel}\right)^2 + \left(E_1^{\perp}\right)^2 \right] e^{-x} dx = 0,062437 \frac{8\pi}{c} I_0.$$

Для преломленной волны:

$$E_2^{\perp} = \frac{2n(1-0,5x)}{(1-0,5x)n+1-0,5n^2x} E_0^{\perp};\ E_2^{\parallel} = \frac{2n(1-0,5x)}{1-0,5x+n(1-0,5n^2x)} E_0^{\parallel}.$$

Сила пленения, сообщенная при преломлении света, равна:

$$F_2 = 1,03938 \frac{8\pi}{c} I_0.$$

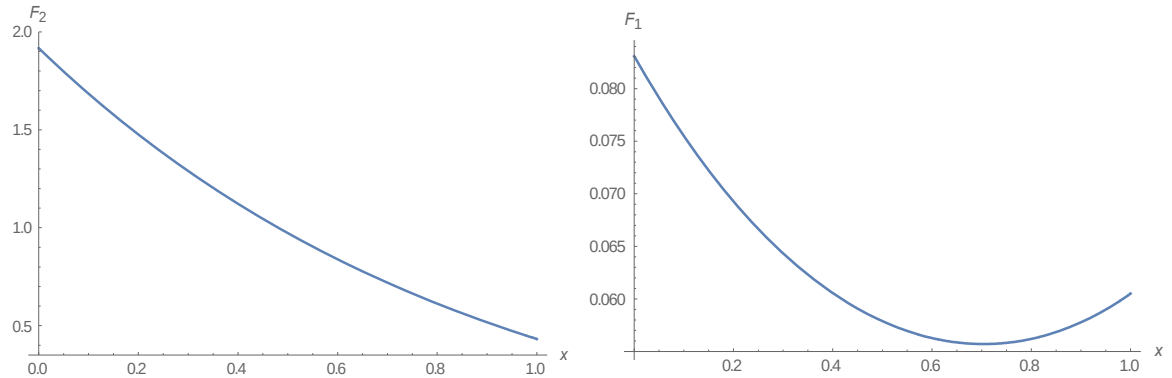


Рисунок. Графики для $E_2^2(x)e^{-x}$ (а) и для $E_1^2(x)e^{-x}$ (б) зависимости светового давления от $x = r^2/R^2$ при n_1=1, n_2=1,33 (водяные шарики в воздухе)

Так как сфера симметрична, рассмотрены были силы только для двумерия и действующие на четверть окружности. В остальных частях будет происходить такой же процесс.

Максимум в области нуля обусловлен экспоненциальным распределением интенсивности гауссового пучка, у которого наблюдается резкий спад по мере удаления у центра. При $x \to 1$ наблюдается второй максимум, который вызван характеристиками сферы, а именно изменением угла падения (при $x \to 1$, $E_1 \to \infty$).

Рассеивание на эритроците. Эритроциты являются чувствительными к патологическим воздействиям на организм. Имеют форму двояковогнутого диска и однородный состав. Делим эритроцит на две области: внутренняя большая окружность и внешняя малая. Их радиусы соотносятся, соответственно, как $R_1=3R_2$.

$R_2=R=1$ мкм, тогда $R_1=3R=3$ мкм.

Для большей окружности:

$$E_b = \left(\frac{2n(1-0,056x)}{(1-0,056x)n+1-0,056n^2x} \right)^2 + \left(\frac{2n(1-0,056x)}{1-0,056x+n(1-0,056n^2x)} \right)^2$$

$$F_b = 1,68463 \frac{8\pi}{c} I_0.$$

Для малой окружности:

$$E_s = \left(\frac{2n(1-0,2x)}{(1-0,2x)n+1-0,2n^2x} \right)^2 + \left(\frac{2n(1-0,2x)}{1-0,2x+n(1-0,2n^2x)} \right)^2$$

$F_s = 1,93095\frac{8\pi}{c}I_0$.

Суммарная сила пленения: $F = 3,61558\frac{8\pi}{c}I_0$.

Заключение. В ходе работы были получена модель расчетов для сил оптического захвата, основанная на законах волновой оптики с применением формул Френеля. Данные расчеты являются универсальными для объектов любой формы, что доказывает расчет захвата эритроцита. В дальнейшем предполагается усложнять модель, путем введения параметров, описывающих состояние системы, и частицы (рассмотрения бактерия, вирусов и т.д.), которые возможно пленить с помощью лазерного пинцета. В ближайшее время будет проведен эксперимент по пленению эритроцитов в физрастворе с целью сопоставить теоретические данные с практическими.

Литература

1. Ashkin A. et al. Observation of a single-beam gradient force optical trap for dielectric particles // Opt. Lett. – 1986. – V.11. – № 5. – P. 288–290.
2. Сойфер В.А., Котляр В.В., Хонина С.Н. Оптическое манипулирование микрообъектами: достижения и новые возможности, порожденные дифракционной оптикой // ЭЧАЯ. – 2004. – Т. 35. – Вып. 6. – С. 1368–1432.
3. Соколова И.А., Рыкова С.Ю., Шахназаров А.А., Гафарова М.Э., Краснова Т.Н., Хохлова М.Д., Любин Е.В., Скрябина М.Н., Жданов А.Г., Федянин А.А. Агрегация эритроцитов: некоторые вопросы и гипотезы // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15. – № 1. – С. 7–22.

Абрашин Даниил Кимович
Год рождения: 1993
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3426
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: kernelgood@gmail.com

УДК 330.322

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Д.К. Абрашин
Научный руководитель – д.э.н., профессор И.Г. Сергеева

Проблема инвестиций, а также формирования, оценки и способов улучшения инвестиционного климата освещается в трудах многих российских и зарубежных ученых: А.Н. Асаула, И.А. Бланка, Г.Г. Фетисова, Н.И. Пасяды, Зви Боди и других.

Однако на сегодняшний день не существует единого мнения по поводу понятия «инвестиционный климат» или единой методики его оценки, что значительно усложняет анализ как на уровне страны, так и на уровне региона.

Темой работы являлось формирование инвестиционного климата в Санкт-Петербурге.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что инвестиционный климат определяет привлекательность страны или региона для инвестиций, без которых невозможно эффективное функционирование и развитие экономики.

Объект исследования: инвестиционный климат города Санкт-Петербурга.

Предмет исследования: влияние инвестиционного климата на привлечение инвестиций.

Целью работы являлось исследование инвестиционного климата Санкт-Петербурга. Для этого в работе решены следующие задачи: рассмотрено понятие инвестиционного климата и его факторы; изучены способы оценки инвестиционного климата; проанализирован инвестиционный климат Санкт-Петербурга, выявлены его перспективы и наиболее актуальные проблемы; сформулированы рекомендации по улучшению инвестиционного климата города.

Петербург – город со стабильно высокими экономическими показателями. Например, показатель отношения инвестиций в основной капитал к валовому региональному продукту (ВРП) в 2015 год превысил 19%, что является индикатором высокой инвестиционной активности в регионе. Хотя в 2015 г. и наблюдалось снижение ВРП на 1%, инвестиции в основной капитал увеличились до 521 млрд руб., однако индекс физического объема инвестиций в основной капитал уменьшился на 11% [1].

Отдельного внимания заслуживают иностранные инвестиции. В 2014 г. иностранные инвестиции упали почти в 2 раза: если в 2013 г. они составляли чуть меньше 13,5 млрд долл. [2], то в 2014 г. они не превысили и 8-ми. За 9 месяцев 2015 г. по данным Центробанка России в экономику Санкт-Петербурга поступило 5,3 млрд долл. иностранных инвестиций, что почти на 1,5% меньше показателя аналогичного периода 2014 года.

С целью развития экономических мер привлечения прямых иностранных инвестиций (ПИИ) необходимо изучить опыт одного из самых благоприятных регионов России для привлечения ПИИ – Республики Татарстан, точнее особой экономической зоны (ОЭЗ) «Алабуга». ОЭЗ «Алабуга» является самой большой особой экономической зоной промышленно-производственной специализации в России. Уникальная особенность ОЭЗ «Алабуга» заключается не только в действующих на ее территории налоговых преференциях, но и в наличии готовой инфраструктуры, позволяющей инвестору максимально быстро начать осуществление проекта [3]. В среднем на каждый рубль затрат приходится 0,35 долл. ПИИ.

Не менее важной для Санкт-Петербурга является проблема строительного комплекса. По итогам прошлого года в строительство за счет бюджетных и внебюджетных источников было вовлечено порядка 600 млрд руб. Инвестиции организаций в строительство составили почти 246,5 млрд руб., инвестиции в нежилые здания и сооружения составили 165 млрд руб., в жилища – 81 млрд руб.

Однако в городе отсутствует единая инвестиционно-строительная политика. Результатом отсутствия эффективного диалога между властью и строительными компаниями стали 53 млрд руб. неиспользованных бюджетных средств, из них 31 млрд – недоиспользованных инвестиционных средств в 2013–2014 гг.

С целью стимулирования привлечения ПИИ в инвестиционно-строительный комплекс города в работе предложен проект строительства завода по переработке мусора. Объем требуемых инвестиций для подобного проекта на сегодняшний день составляет 15 000 млн руб. (203,7 млн евро) по курсу 1 евро – 73,62 руб., размер иностранных инвестиций составит 5 000 млн руб. (67,91 млн евро) или 33,3% от общей суммы. Ставка процента – 20%.

Поскольку проект может получить статус стратегического, инвестору могут быть предоставлены все соответствующие льготы, а также банковский кредит в размере до 80% от суммы инвестиций (4 000 млн руб.) на 10 лет по льготной процентной ставке 11,5%. Собственные средства могут быть предоставлены городом в рамках адресной инвестиционной программы (АИП), и составят 10 000 млн руб. (135,83 млн евро) или 66,7% от общей суммы. Дисконтированный срок окупаемости проекта составит 14 лет 2 месяца, чистый дисконтированный доход – почти 867 млн руб.

По результатам проведенного исследования сделан вывод, что условия для привлечения инвестиций в Петербурге в целом благоприятны, а наиболее актуальные проблемы связаны с привлечением ПИИ и развитием инвестиционно-строительного комплекса города.

В качестве возможных мер по улучшению инвестиционного климата в работе изучен опыт одного из самых привлекательных регионов России для ПИИ – Республики Татарстан, точнее условия в ОЭЗ «Алабуга». Также при помощи экстраполяции спрогнозированы возможные результаты внедрения подобных условий в Петербурге.

Для привлечения ПИИ в инвестиционно-строительный комплекс предложен и экономически обоснован проект по строительству завода по переработки отходов в Санкт-Петербурге на условиях ГЧП.

Литература

1. Петростат. Инвестиции в основной капитал организаций экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/ru/statistics/Sant_Petersburg/enterprises/investment/, своб.
2. Кукшин А.М., Судейко В.Е. Иностранные инвестиции в экономике Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 2013 году: статистический сборник. – СПб.: Петростат, 2014. – 60 с.
3. Официальный портал Агентства инвестиционного развития Республики Татарстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tida.tatarstan.ru, своб.

Аслами Камилла Зарифовна
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3411
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: kamilla.1201@gmail.com

УДК 004.043:004.622

МОДУЛЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

К.З. Аслами
Научный руководитель – ассистент Е.А. Цопа

В настоящее время в связи с увеличением массивов неструктурированной текстовой информации возрастает потребность в автоматизированном интеллектуальном анализе. Обработка текста может быть произведена методом

извлечения семантической информации – смыслового содержания, функций и связей слов [1]. Автоматизированные системы семантического анализа позволяют обрабатывать большие массивы данных в сравнительно короткие сроки практически без участия человека.

В рамках реализации подобной системы была поставлена цель организовать предварительное извлечение текстовой информации из документов различных форматов. При создании модуля обработки документов необходимо учесть, что подобные типы данных имеют собственные, свойственные только им детали реализации, разметку и способы хранения текста. Особенностью разрабатываемой системы является анализ не только семантики всего текста, но и расположения каждого отдельного параграфа в документе, соответственно, модуль предварительной обработки должен не только извлекать текстовую информацию, но также сохранять ее исходную структуру. Это позволит пользователям анализировать неструктурированный текст, загружая файл или ссылку на него в интерфейс системы.

Кроме того, разработанный компонент должен удовлетворять следующим требованиям технического задания:

- язык программирования – C++;
- поддержка форматов ODT, RTF, DOC и DOCX, TXT;
- возможность работы с файловой системой, FTP- и HTTP-серверами.

Обзор продуктов, позиционирующих себя как конверторы различных форматов, позволил сделать вывод, что эти системы не удовлетворяют поставленным требования. Все они, как правило, написаны на языке Java или имеют неподходящую для использования лицензию.

Тем не менее, поставленные задачи решены в большинстве современных текстовых процессоров, поддерживающих документы различного формата. В данной работе был рассмотрен проект LibreOffice [2].

LibreOffice – кроссплатформенный, свободно распространяемый проект с открытым исходным кодом. Он поддерживает все требуемые форматы файлов, а его лицензия позволяет использовать исходный код в собственных целях.

Для реализации модуля была использована структура проекта LibreOffice. Одним из основных элементов текстового процессора является модуль SW. В нем содержится вся логика работы с документом и его содержанием.

В LibreOffice Writer модель документа представлена классом SwDoc [3]. В нем содержится объект SwNodes, который представляет собой массив указателей на блоки данных, называемые нодами (node – узел). В этих блоках хранится все содержимое документа. Исследование класса SwDoc и модуля SW позволило определить, что для организации предварительной обработки текста необходимо извлечь из модели документа массив SwNodes, содержащий структурированный по разделам и параграфам текст документа, и передать его на обработку семантическому анализатору.

На следующем этапе был изменен процесс загрузки документа в память. На рисунке показана упрощенная схема данного процесса. В проекте LibreOffice после загрузки ссылки на файл, по ней определяется тип документа. После чего создается графический элемент – фрейм, который соответствует окну интерфейса приложения. Фрейм подбирает подходящий фильтр и запускает обработку документа. Далее документ отображается в интерфейсе пользователя и возвращается в вызывающую функцию.

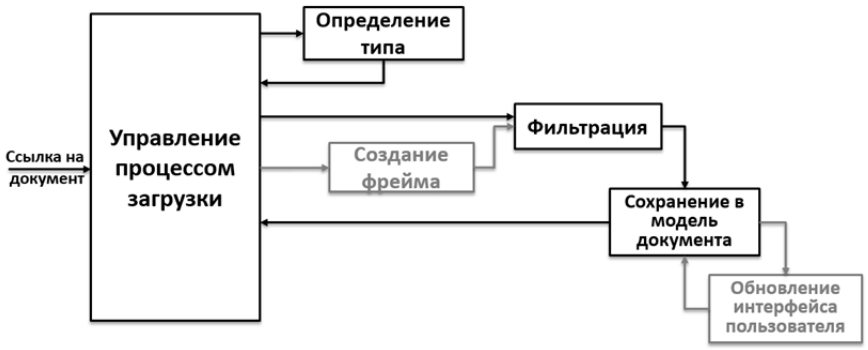


Рисунок. Упрощенная схема загрузки документа. Серым цветом обозначены компоненты, исключенные в разработанном модуле

В реализованной библиотеке отсутствуют графические компоненты, следовательно, после определения типа происходит поиск фильтра и обработка документа. Кроме того, фильтрацией управляет не фрейм, а разработанный интеграционный слой с внешним интерфейсом.

После завершения обработки документа программный интерфейс библиотеки вызывает вспомогательный класс, который фильтрует структуру SwNodes с целью исключить неиспользуемую при семантическом анализе информацию и оставить только текст, таблицы, заметки и списки.

В целом в проекте LibreOffice содержится около 250 модулей. Для реализации модуля предварительной обработки текста использовались 11 компонентов. Среди них стоит отметить компонент Ucb, который позволяет обрабатывать документы не только с файловой системы, но также и FTP- и HTTP-серверов.

После определения необходимых компонентов была собрана библиотека. Для этого использовался модуль gbuild, который отвечает за сборку проекта. В нем содержатся компоненты для конфигурации параметров системы и правила сборки. Также содержит базовый набор Make-файлов, упрощающих процесс создания библиотек и исполняемых файлов. Используя этот модуль, был написан Makefile для реализованной библиотеки docparser.

После завершения разработки было проведено интеграционное тестирование, которое подтвердило работоспособность всех возможностей модуля. Также был произведен сравнительный анализ времени загрузки файла в проекте LibreOffice и с использованием библиотеки docparser. Результаты показали, что разработанный модуль работает примерно на 30% быстрее, что ожидаемо, в связи с исключением обработки компонентов графического интерфейса.

В результате проделанной работы была исследована структура проекта LibreOffice и организация обработки документов текстовым процессором LibreOffice Writer. На основании исходного кода офисного пакета был реализован модуль предварительной обработки документов и собрана библиотека, которая может использоваться не только в системе семантического анализа, но и в других программных продуктах.

Литература

1. Заботкина В.И. Методы когнитивного анализа семантики слова: компьютерно-корпусный подход. – М.: Языки славянской культуры, 2015. – 344 с.
2. LibreOffice Source Code: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/LibreOffice/core, своб.
3. LibreOffice official documentation: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.documentfoundation.org, своб.

Балакшина Юлия Андреевна
Год рождения: 1993
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, группа № Р3475
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: ignatovayuliya0@gmail.com

УДК 004.738

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТРАФИКА В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ю.А. Балакшина
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

Важным механизмом обеспечения качества обслуживания (QoS) является применение различных дисциплин обслуживания (ДО) очередей в сетевых устройствах, включая приоритетные и взвешенные ДО. Так как для большинства современных дисциплин обслуживания не существует адекватных аналитических моделей, то при конфигурации сетевых устройств приходится устанавливать параметры ДО эмпирическим путем, что является ресурсоемкой и трудозатратной задачей. Следовательно, возникает необходимость автоматизировать подбор ДО и ее параметров.

Вопросами оценки параметров дисциплин обслуживания ранее занимались как отечественные, так и зарубежные ученые. Большинство из них рассматривали заявки двух-пяти различных классов, производили моделирование и на основании него вычисляли пропускную способность сетевого устройства [1], время отклика и ожидания пакета [2], производительность [3]. Однако все исследователи приводят результаты моделирования только на своих данных, а общая концепция в выборе дисциплины обслуживания и настройке ее параметров до сих пор не сформирована.

Исходя из вышеперечисленного для разработки метода автоматизации подбора параметров дисциплин обслуживания применительно к VoIP-трафику были определены и решены следующие задачи:

1. сбор характеристик нескольких классов трафика при их передаче в компьютерной сети;
2. анализ собранных характеристик;
3. проведение имитационных экспериментов с помощью ранее разработанного Т.К. Гомзиной и Д.А. Поповой учебно-экспериментального комплекса имитационного моделирования (УЭК) [4];
4. получение приближенных зависимостей, позволяющих оценить параметры ДО сетевых устройств для обеспечения требуемого стандартами международного союза электросвязи (МСЭ) качества обслуживания VoIP-трафика в компьютерной сети.

В ходе исследования был произведен сбор характеристик трафика двух классов: трафика реального времени и трафика компьютерных данных (фонового трафика). В качестве трафика реального времени был использован аудиотрафик приложения Skype. В качестве трафика компьютерных данных – трафик, полученный во время загрузки файла большого объема с помощью торрент-клиента µtorrent.

С помощью программы-анализатора трафика Wireshark был осуществлен захват аудио- и фонового трафика. Трафик голосового звонка записывался в течение 30 минут, поскольку было сделано предположение, что столько времени составляет средняя

длительность совещания при использовании аудиоприложений. Данное время определило размер выборок, который составил 100000 пакетов.

В ходе анализа трафика были построены эмпирические функции распределения и гистограммы плотности распределения для таких характеристик, как размер пакетов и интервалы между поступлением пакетов. Рассчитаны математическое ожидание и коэффициент вариации. Полученные данные были использованы для проведения последующих имитационных экспериментов.

Далее были исследованы такие ДО, как бесприоритетная ДО FIFO (First In First Out), ДО с относительным приоритетом (ОП) и WFQ, поскольку в современных маршрутизаторах и коммутаторах они используются наиболее часто [5].

Для проведения имитационных экспериментов был использован УЭК, в котором было задано значение пропускной способности, равное 10 Мбит/с, емкость накопителя не ограничивалась. Также задавались такие значения, как ДО, закон распределения интервалов между поступлением пакетов, закон распределения размеров пакетов.

Имитационные эксперименты для ДО FIFO и ОП проводились при разных значениях загрузки (от 15 до 95%). Для увеличения загрузки вручную была увеличена интенсивность поступления пакетов фонового трафика, т.е. сокращено время между поступлением пакетов.

Исследование ДО WFQ также производилось при разных значениях загрузки прибора. Особенностью исследования данной ДО являлась необходимость подбора весовых коэффициентов для двух классов трафика таким образом, чтобы задержка VoIP-трафика на превышала 100 мс, а задержка пакетов фонового трафика не стремилась к бесконечности.

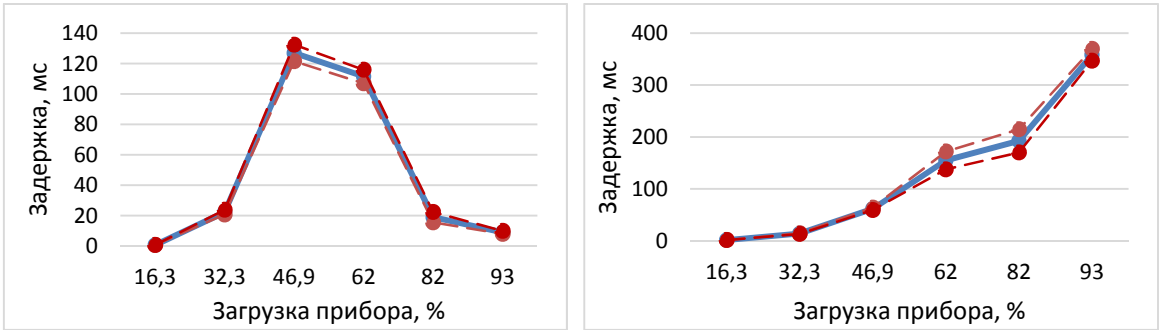
Было проведено по 10 имитационных экспериментов для разных значений интенсивности поступления пакетов фонового трафика. В каждой группе было определено среднее значение загрузки и задержки пакетов трафика, рассчитан доверительный интервал с уровнем доверия 95%.

В ходе анализа результатов имитационных экспериментов были построены графики зависимости задержки от загрузки прибора. Анализ ДО FIFO показал, что начиная со значения загрузки 57%, значения задержки всех пакетов не удовлетворяют рекомендациям МСЭ. Анализ ДО ОП показал, что даже при высоких значениях загрузки, значения задержки пакетов VoIP-трафика удовлетворяют рекомендациям МСЭ. Однако значения задержки пакетов фонового трафика велики, что говорит о том, что качество обслуживания пакетов второго класса будет низким при использовании данной ДО.

На рис. 1 и 2 представлены результаты экспериментов для ДО WFQ. Графики на рис. 1 показывают зависимость задержки пакетов от загрузки прибора. На данных графиках неразрывная кривая характеризует задержку, а пунктирная – доверительный интервал. График на рис. 2 иллюстрирует возможности настройки весовых коэффициентов VoIP-трафика.

Изначально VoIP-трафику был задан минимально возможный коэффициент 0,001. При этом значение задержки не превышало 100 мс, несмотря на увеличение загрузки прибора. При достижении значения загрузки 46,9% и превышении порогового значения задержки весовой коэффициент VoIP-трафика ДО WFQ был увеличен сначала до 0,009, а далее до значения 0,011. В результате значение задержки существенно уменьшилось даже при увеличении загрузки прибора.

Для фонового трафика при увеличении загрузки увеличивается и задержка. Однако значения задержки при использовании ДО WFQ меньше, чем при использовании ДО ОП.



а б

Рис. 1. Зависимость задержки пакетов VoIP-трафика от загрузки (а); зависимость задержки пакетов фонового трафика от загрузки (б)

Рис. 2. Зависимость весовых коэффициентов VoIP-трафика от загрузки

Результаты проведенных имитационных экспериментов позволяют сделать вывод о преимуществе использования ДО WFQ при передаче VoIP-трафика.

В рамках проведенного исследования были получены следующие результаты:

1. осуществлен сбор и анализ собранных характеристик аудио- и фонового трафика при их передаче в компьютерной сети;
2. проведено порядка 200 имитационных экспериментов для исследования наиболее распространенных ДО (FIFO, ОП, WFQ);
3. произведен анализ и оценка данных, полученных в результате имитационных экспериментов. Получены приближенные аналитические зависимости, позволяющие оценить параметры ДО сетевых устройств.

Литература

1. Balogh T., Medvecky M. Average bandwidth allocation model of WFQ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://downloads.hindawi.com/journals/mse/2012/301012.pdf, своб.
2. Sllame A.M., Raey A., Mohamed B., Alagel A. Performance comparison of VoIP over wireless ad hoc networks using different routing protocols and queuing techniques // International Symposium on Networks, Computers and Communications. – 2015. – P. 1–6.
3. Al-Sawaai A., Awan I., Fretwell R. Performance of weighted fair queuing system with multi-class jobs // 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications. – 2010. – P. 50–57.
4. Попова Д.А. Имитационное моделирование современных приоритетных дисциплин массового обслуживания на основе AnyLogic // Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ бакалавров Университета ИТМО 2014. – 2014. – С. 177–179.
5. Федодеев Д. Алгоритмы управления очередями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.osp.ru/lan/2007/12/4659316/, своб.

Брынцев Алексей Андреевич
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3455
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: alan.bryntsev@hotmail.com

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ФОРМАТА MPEG-2

А.А. Брынцев
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.В. Михайличенко

В работе реализована разработка программного комплекса защиты авторских прав, посредством встраивания в цифровые видеопоследовательности в формате MPEG-2 специальных аутентичных меток – цифровых водяных знаков (ЦВЗ).

Проблема защиты прав собственности на информацию и ограничения на использования криптосистем расширяют область применения стеганографических методов. Внедрение ЦВЗ позволяет законному владельцу информации контролировать ее использование и модификацию, а также отслеживать ее несанкционированное копирование и распространение. Данное решение возможно применять для защиты широко распространенного представления мультимедийного контента – видеопоследовательностей в формате MPEG-2.

Целью работы являлась разработка алгоритма и программы для скрытого встраивания и считывания ЦВЗ, с использованием в качестве контейнера видеопоследовательностей, сжатых согласно стандарту MPEG-2.

При разработке алгоритма встраивания и считывания ЦВЗ необходимо рассмотреть особенности алгоритма сжатия стандарта MPEG-2. Данный алгоритм основан на гибридной схеме кодирования, объединяющей внутрикадровое и межкадровое кодирование. Сжатие при внутрикадровом кодировании осуществляется за счет сокращения пространственной избыточности. Совокупность операций такого кодирования – дискретное косинусное преобразование (ДКП), квантование и энтропийное кодирование Хаффмана серий коэффициентов ДКП. Сжатие при межкадровом кодировании достигается путем сокращения временной избыточности, основанного на дифференциальной импульсно-кодовой модуляции. Видеопоследовательность согласно стандарту MPEG-2 представляет собой иерархическую структуру, элементы которой связаны определенными синтаксическими и семантическими правилами. На низшем уровне структуры находятся блоки квантованных коэффициентов ДКП, закодированные путем энтропийного кодирования Хаффмана и объединенные в программный поток элементарных пакетов данных стандарта MPEG-2 [1].

Стеганографические методы встраивания ЦВЗ в видеопоследовательностях формата MPEG-2 могут быть основаны либо на структуре видеофайла и его битовой области (подмена битов и битовых слов, синтаксис формата, служебные области), либо на изменении характеристик кадра (коэффициенты ДКП, значения пикселей изображений) [2].

Для разработки алгоритма и программы встраивания ЦВЗ в видеопоследовательностях формата MPEG-2 был выбран стеганографический метод встраивания информации за счет энергетической разницы между коэффициентами, основанный на методе дифференциального энергетического встраивания. Встраивание

ЦВЗ осуществляется в области *I*-кадров (т.е. кадров, для которых согласно стандарту MPEG-2 устраняется только пространственная избыточность) видеопоследовательности, состоящие из блоков коэффициентов ДКП компоненты яркости. Бит последовательности ЦВЗ встраивается в определенную область путем изменения разности энергий D между высокочастотными коэффициентами ДКП субобласти A и субобласти B. Энергия субобластей вычисляется согласно формуле:

$$E(\mathrm{c}, n, Q) = \sum_{d=0}^{n/2-1} \sum_{i \in S(c)} \left(\left[\theta_{i,d} \right]_Q \right)^2, c(i, n, Q) = \max \begin{Bmatrix} i \in \{1, 63\} | E_A(i, n, Q) > D \\ \cap E_B(i, n, Q) > D \end{Bmatrix},$$

где $\theta_{i,d}$ – коэффициент ДКП с индексом i из d-го блока квантованных (Q) коэффициентов ДКП субобласти A или B; $S(c)$ – подмножество высокочастотных коэффициентов, устанавливаемого на основе порога c, который определяет стойкость ЦВЗ к удалению.

Значение встраиваемого бита устанавливает знак энергетической разницы D. Если встраиваемый бит ЦВЗ «0», то высокочастотные коэффициенты субобласти B обнуляются и $D < 0$, в противном случае обнуляются высокочастотные коэффициенты субобласти A и $D > 0$ согласно формуле:

$$D(c, n, Q) = \begin{cases} E_A(c, n, Q) - E_B(c, n, Q) = E_A(c, n, Q) - 0 = +E_A(c, n, Q), \text{если } b = 0 \\ E_A(c, n, Q) - E_B(c, n, Q) = 0 - E_B(c, n, Q) = -E_B(c, n, Q), \text{если } b = 1 \end{cases},$$

где b – значение встраиваемого бита ЦВЗ.

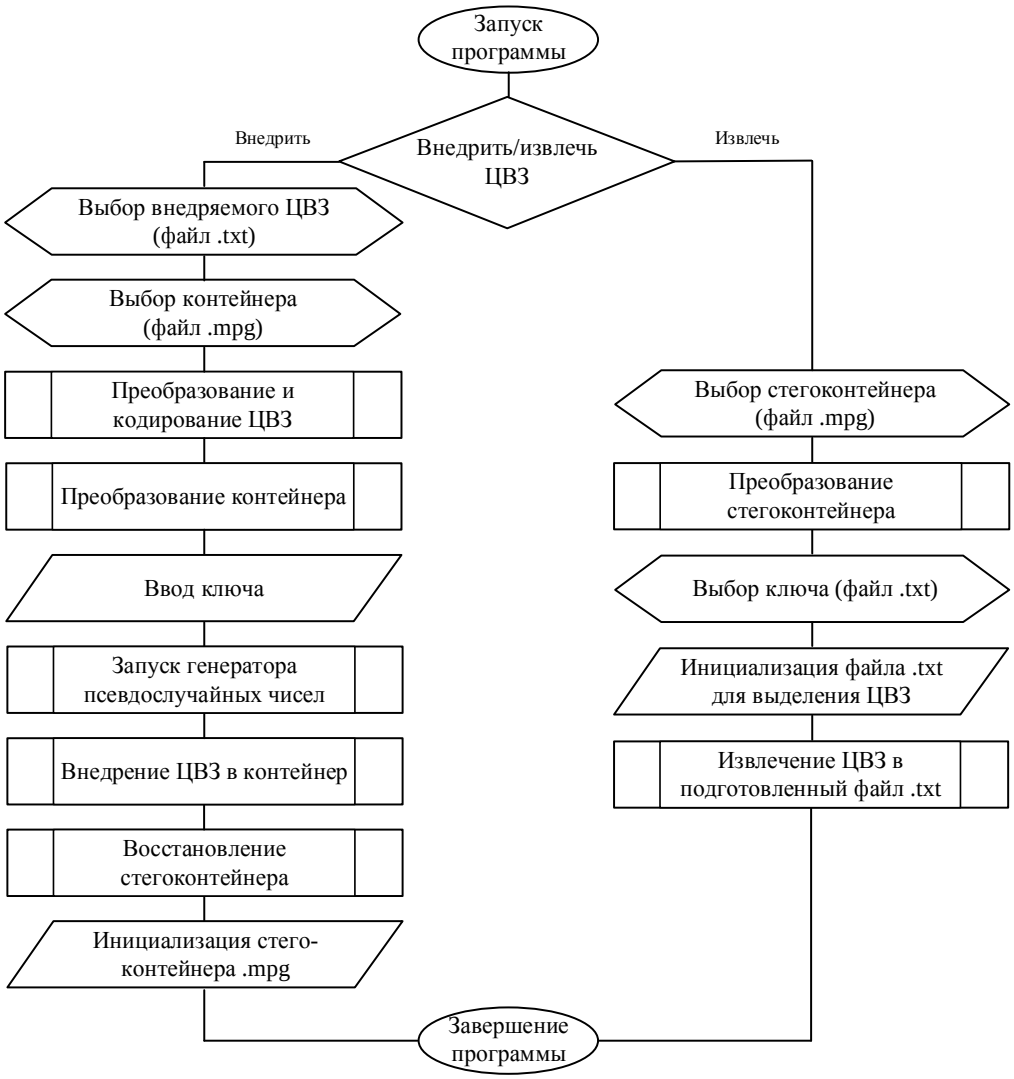


Рисунок. Схема алгоритма встраивания и считывания ЦВЗ

Обнуление коэффициентов осуществляется путем удаления определенных кодовых слов из программного потока видеофайла с помощью таблицы кодовых слов B.15 стандарта MPEG-2.

Для считывания ЦВЗ необходимо вычислить разность энергий *D* высокочастотных коэффициентов субобластей определенных областей. Знак *D* определяет значение считываемого бита ЦВЗ.

Для реализации программы стеганографического встраивания и считывания ЦВЗ был использован высокоуровневый язык программирования MATLAB и одноименная среда разработки. Реализованная программа представляет собой приложение с графическим интерфейсом пользователя, созданным с помощью среды GUIDE, входящей в пакет прикладных программ MATLAB. Алгоритм работы программного комплекса представлен на рисунке.

В результате реализован программный комплекс стеганографической защиты информации в видеопоследовательностях формата MPEG-2. При дальнейшей работе будет увеличена пропускная способность алгоритма и скорость работы программного комплекса.

Литература

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. – М.: Солон-Пресс, 2002. – 272 с.
2. Cox I., Miller M., Bloom J. et al. Digital Watermarking and Steganography. – Elsevier, 2008. – 593 p.

Бучилина Алина Сергеевна
Год рождения: 1995
Факультет пищевых биотехнологий, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т3425
Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения
e-mail: alina.buchilina@yandex.ru

УДК 637.12

ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ И СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ В МОЛОКО НА КАЧЕСТВО И ВЫХОД ТВОРОГА

А.С. Бучилина
Научный руководитель – к.т.н., доцент П.И. Гунькова

Творог является ценным белковым продуктом. Для повышения его выхода из единицы сырья можно использовать фермент трансглутаминазы, который связывает сывороточные белки с казеином и при этом является безопасным для здоровья человека. **Цель работы** – изучить влияние дозы и способа внесения фермента в молоко на выход творога и его органолептические показатели.
Ключевые слова: трансглутаминаза, творог, сывороточные белки, выход творога.

Творог является ценным продуктом питания за счет наличия полноценных белков, незаменимых аминокислот, кальция и других минеральных веществ. Творог и творожные изделия очень популярны в России, и их ассортимент постоянно расширяется. Однако, несмотря на постоянное увеличение производства творога, объем

его потребления на душу населения все равно остается ниже физиологической нормы. Увеличить количество вырабатываемого творога можно не только повышением количества перерабатываемого молока-сырья, но и ростом выхода продукта из единицы сырья. Повысить выход творога можно различными способами. Одним из них является использование ферментов, предотвращающих потерю молочных белков с сывороткой. Одним из таких ферментов является трансглутаминаза. Она катализирует образование изопептидных связей между глутаминовыми и лизиновыми остатками сывороточных белков и казеина молока. Препараты трансглутаминазы являются безопасными для здоровья человека, используются в ничтожно малых дозах. В связи с этим их применение в технологиях производства творога может позволить повысить качество и выход продукта и снизить его цену [1, 2].

Нежирный творог вырабатывали в лабораторных условиях кислотным способом [3]. В ходе выработки контролировали качество молока-сырья, оно соответствовало требованиям ГОСТ 31449. При проведении выработок использовали стартовые культуры МТт и F-DVSCHN-19. В заквасочных культурах контролировали: активность, микроскопический препарат, органолептические показатели. Значения всех показателей соответствовали требованиям, предъявляемым к заквасочным культурам для творога. Фермент трансглутаминазы вносили двумя способами: в охлажденное сырое молоко с последующим его хранением в течение 12 ч и в пастеризованное молоко при температуре заквашивания перед внесением стартовой культуры. Были выбраны следующие дозы трансглутаминазы: 0,100 г/л, 0,175 г/л и 0,250 г/л. Изучали влияние фермента на активность заквасочных культур. Полученные результаты показали, что внесение трансглутаминазы во всех случаях оказывало влияние на активность стартовых культур. Внесение трансглутаминазы в пастеризованное молоко перед его заквашиванием подавляло активность роста культур, а добавление ее в сырое молоко перед хранением – несколько повышало активность культур. Увеличение дозы трансглутаминазы при ее внесении в сырое молоко повышает активность заквасочных культур. Внесение фермента в пастеризованное молоко, наоборот, снижает активность заквасок.

В ходе выработки исследовали полученные белковые сгустки. Для этого определяли их влагоудерживающую способность и органолептические показатели (консистенцию, вкус и аромат). Влагоудерживающую способность определяли центрифугированием сгустков. Полученные данные говорят о том, что наибольшей влагоудерживающей способностью обладают сгустки, полученные при внесении трансглутаминазы в сырое охлажденное молоко перед его хранением. При внесении трансглутаминазы в молоко после пастеризации наибольшую влагоудерживающую способность показали сгустки с заквасочной культурой F-DVSCHN-19. Увеличение дозы препарата повышало влагоудерживающую способность творожных сгустков. Аромат и цвет во всех образцах были характерными для молочного сгустка. В образцах с трансглутаминазой кисломолочный вкус и запах был наиболее выражен. Наиболее плотной консистенцией обладали образцы с заквасочной культурой МТт и способом внесения трансглутаминазы в сырое охлажденное молоко перед его хранением; плотность сгустков также увеличивалась с повышением дозы трансглутаминазы.

Процесс сквашивания останавливали при достижении сгустком кислотности от 70 до 80°Т. Образовавшийся сгусток отваривали, подвергали самопрессованию и определяли показатели сыворотки. Интенсивность отделения сгустками сыворотки определяли, измеряя в течение 40 мин каждые 5 мин ее количество. Наибольшее количество сыворотки в процессе самопрессования сгустков отделялось при внесении трансглутаминазы после пастеризации молока. Внесение трансглутаминазы способствовало отделению более прозрачной, по сравнению с контролем, сыворотки, без осадка. Также в полученной сыворотке контролировали содержание белков.

Исследования показали, что внесение трансглутаминазы приводит к снижению содержания белков в сыворотке. С увеличением дозы трансглутаминазы количество белков в сыворотке снижается.

В готовом твороге определяли физико-химические, органолептические, микробиологические показатели и выход. Показатели всех образцов творога представлены в таблице.

Таблица. Показатели образцов творога

Доза трансглута-миназы, г/л	Массовая доля влаги, %	Кислотность, °Т	Молочнокислые бактерии, КОЕ/см^3, не менее	Бродильный титр, см^3	Выход, г
Заквасочная культура МТт, внесение трансглутаминазы перед хранением					
0,100	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	213,4
0,175	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	223,2
0,250	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	225,2
Контроль	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	195,8
Заквасочная культура МТт, внесение трансглутаминазы после пастеризации					
0,100	80,0	220	$1\cdot10^8$	0,1	219,6
0,175	80,0	210	$1\cdot10^8$	0,1	238,9
0,250	80,0	200	$1\cdot10^8$	0,1	240,9
Контроль	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	206,3
Заквасочная культура F-DVSCHN-19, внесение трансглутаминазы после пастеризации					
0,100	80,0	220	$1\cdot10^8$	0,1	227,5
0,175	80,0	210	$1\cdot10^8$	0,1	246,4
0,250	80,0	200	$1\cdot10^8$	0,1	248,5
Контроль	80,0	240	$1\cdot10^8$	0,1	210,6

Сравнение выхода творога, полученного с внесением трансглутаминазы в различных дозах и разными способами, показало следующее. Внесение трансглутаминазы во всех случаях повышало выход творога на 15–18%. Выход творога повышался с увеличением количества фермента. Максимальный скачок роста выхода творога наблюдался при дозе трансглутаминазы 0,175 г/л, он составлял от 14 до 17%. При дозе трансглутаминазы 0,250 г/л наблюдалось увеличение выхода творога на 15–18% по сравнению с контролем. Выход творога при внесении трансглутаминазы в пастеризованное молоко перед внесением закваски был выше на 1–2% по сравнению со способом внесения фермента в сырое молоко перед его хранением. Выход творога был выше при использовании закваски F-DVSCHN-19, по сравнению с закваской МТт.

Готовый нежирный творог подвергали органолептической оценке по 30-бальной шкале [4]. Анализ полученных данных показывает, что во всех случаях наилучшие органолептические показатели были у нежирного творога, выработанного с трансглутаминазой, внесенной в молоко в количестве 0,175 г/л.

Полученные данные позволили сделать следующие выводы:

1. внесение в молоко при выработке творога фермента трансглутаминазы оказывает влияние на активность заквасочных культур, показатели белковых сгустков и сыворотки, на качество и выход готового продукта;
2. использование трансглутаминазы способствует снижению содержания белков в сыворотке на 6–27%. Количество белков снижается с увеличением дозы фермента;
3. внесение трансглутаминазы повышает выход творога во всех выработках на 15–18%. Выход творога повышается с увеличением количества фермента. Максимальный

скачок роста выхода творога наблюдается при дозе трансглутаминазы 0,175 г/л, и составляет от 14 до 17%. При дозе трансглутаминазы 0,250 г/л увеличение выхода творога составляет 15–18% по сравнению с контролем;

4. выход творога при внесении трансглутаминазы в пастеризованное молоко перед внесением закваски был выше на 1–2% по сравнению со способом внесения фермента в сырое молоко перед его хранением;
5. внесение трансглутаминазы в молоко повышает органолептические показатели творога. Наилучшие вкус, аромат и консистенция наблюдались у творога, полученного при внесении трансглутаминазы в количестве 0,175 г/л.

Литература

1. Маджитов Д.Ф. Трансглютаминаза: эффективно и экономично // Переработка молока. – 2015. – № 2. – С. 36–37.
2. Уайтхерст Р.Дж., ванн Оорст М. Ферменты в пищевой промышленности: Пер. с англ. д-ра хим. наук С.В. Макарова. – СПб.: Профессия, 2014. – 408 с.
3. Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаускас Р.И. Технология молока и молочных продуктов. – М.: ДеЛипринт, 2006. – 616 с.
4. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. – М.: Колос, 2000. – 280 с.

Вертегел Денис Александрович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: vertegeldenis@gmail.com

УДК 681.58

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА МНОГОУРОВНЕВОГО ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Д.А. Вертегел
Научный руководитель – ст. преподаватель К.М. Денисов

Существенным достоинством многоуровневых инверторов является улучшение гармонического состава и увеличение диапазона регулирования выходного напряжения с ростом числа уровней, что в электроприводах обеспечивает высокое качество регулирования скорости и момента. Однако многоуровневые инверторы обладают и рядом недостатков: большим количеством полупроводниковых ключей и сложностью схем и алгоритмов управления. Несмотря на это, многоуровневые инверторы широко используются, особенно при больших мощностях, так как стоимость систем управления ими в данном случае – это лишь малая часть стоимости всей системы [1]. Исходя из анализа достоинств и недостатков рассмотренных в работе топологий многоуровневых инверторов, было решено в качестве лабораторного стенда реализовать трехуровневый инвертор с блокирующими диодами, так как он является наиболее предпочтительным с точки зрения масса-габаритных показателей и сложности реализации алгоритмов управления.

При проектировании лабораторного стенда трехуровневого инвертора с блокирующими диодами (рис. 1) было принято решение разбить его на полумостовые модули. На плате разрабатываемого модуля должна быть реализована схема управления силовыми ключами таким образом, чтобы его можно было подключить к контроллеру без дополнительных внешних компонентов. В дальнейшем это позволит составлять из них любую топологию с требуемым числом фаз и уровней.

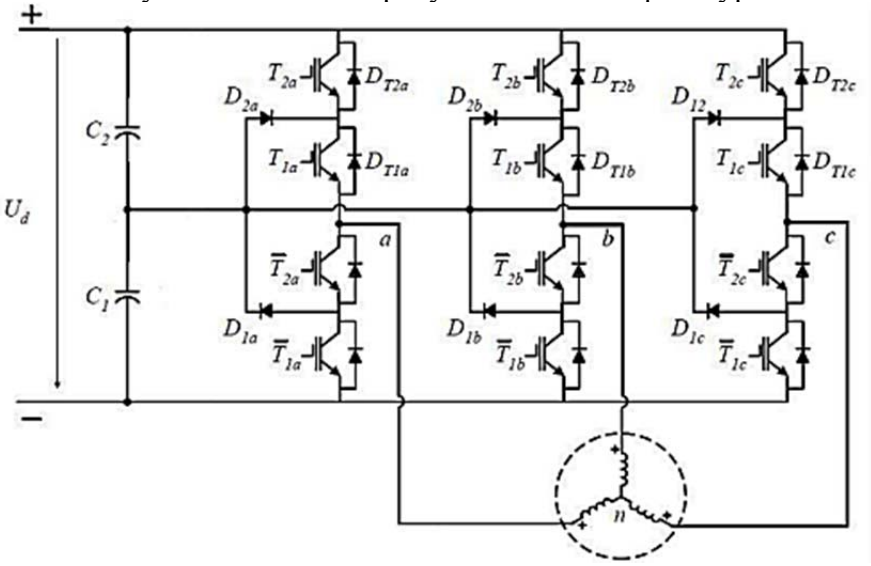


Рис. 1. Трехуровневый инвертор с блокирующими диодами

Схему управления было решено реализовывать с применением интегральной микросхемы от Analog Devices ADuM5230, так как в ее корпусе уже встроены изолированные драйверы нижнего и верхнего ключа, а также изолированный DC-DC преобразователь. Недостатком такого решения является то, что данная микросхема не обеспечивает требуемого уровня выходного тока для отпирания силового транзистора, поэтому возникает необходимость в применении дополнительного усилителя в выходном каскаде драйвера, построенного на комплементарной паре биполярных транзисторов (рис. 2).

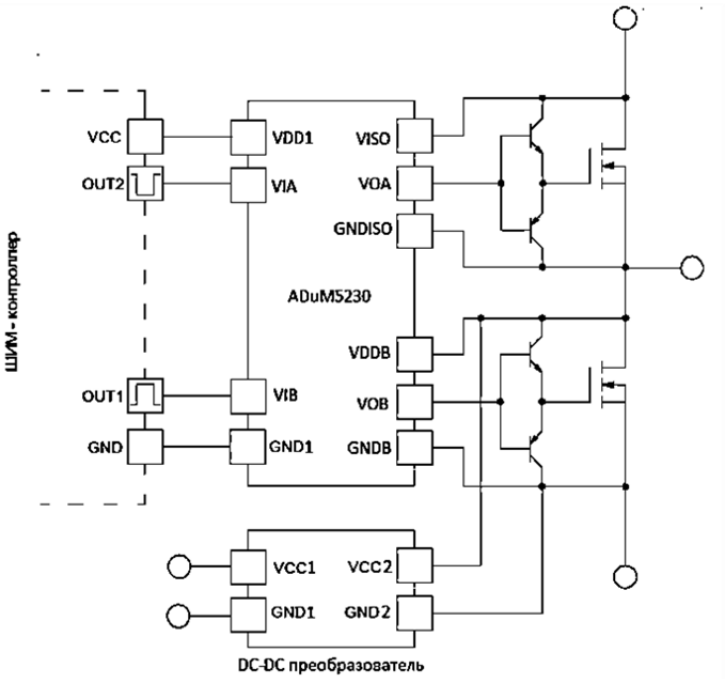


Рис. 2. Схема управления на базе ADuM5230

Для реализации полумостовых модулей были выбраны силовые МОП-транзисторы infineon IPB107N20N3 G. Данные ключи рассчитаны на напряжение в 200 В и обладают низким сопротивлением канала в открытом состоянии, не более 10,7 мОм, а также малой величиной заряда затвора, требуемого для переключения ключа, не превышающего 87 нКл. Это обеспечит низкие потери мощности и высокие динамические характеристики разрабатываемого многоуровневого инвертора [2].

Результаты моделирования переходных процессов в разрабатываемом полумостовом модуле показали время отпирания ключа на уровне 60 нс. С учетом времени задержки подачи сигнала на затвор транзистора порядка 100 нс, вносимой микросхемой ADuM5230, величина суммарной задержки составляла 160 нс.

Особый интерес представляет расчет конденсатора звена постоянного тока. В силу специфики функционирования трехуровневого инвертора с блокирующими диодами в токе конденсатора наблюдается существенная спектральная составляющая с частотой третьей гармоники выходного тока инвертора. Действующее значение тока этой составляющей при заданных параметрах нагрузки увеличивает потери мощности на электролитическом конденсаторе почти вдвое. Это, в свою очередь, требует соответствующей методики расчета электролитического конденсатора звена постоянного тока.

Выбор конденсатора следует производить исходя из обеспечения допустимого теплового режима его работы. Рассеиваемая мощность на конденсаторе P_C определяется максимальным действующим значением тока пульсаций I_C, замыкающегося через него, и эквивалентным последовательным сопротивлением конденсатора ESR [3]:

$$P_C = ESR \cdot I_C{}^2 .$$

Так как величина ESR является частотозависимой, то потери мощности в конденсаторе следует рассматривать отдельно для действующего значения тока третьей гармоники и гармоник тока, кратных частоте коммутации I_{cfk}:

$$P_C = K_{f1} \cdot ESR \cdot I_{c3}{}^2 + K_{f2} \cdot ESR \cdot I_{cfk}{}^2 ,$$

где K_{f1}, K_{f2} – соответствующие поправочные коэффициента на частоту.

Также в работе был произведен сравнительный анализ гармонического состава тока и напряжения трехуровневого инвертора при различных алгоритмах управления [4]. В результате данного анализа было установлено, что наиболее предпочтительным из исследуемых алгоритмов управления является двухсторонняя широтно-импульсно-модуляция (ШИМ) с предмодуляцией 3-й гармоникой.

Таким образом, основываясь на полученных результатах моделирования и расчетов, в ходе выполнения работы был разработан и изготовлен модуль многоуровневого преобразователя, позволяющий реализовать рассмотренные в работе структуры и исследовать электромагнитные процессы на его элементах при различных алгоритмах коммутации силовых ключей.

Литература

1. Донской Н., Иванов А., Матисон В., Ушаков И. Многоуровневые автономные инверторы для электропривода и электроэнергетики // Силовая электроника. – 2008. – № 1. – С. 43–46.
2. Виндрич А., Николаи А., Райманн Т., Турски В. Управление изолированными затворами MOSFET/IGBT, базовые принципы и основные схемы // Силовая электроника. – 2013. – № 5. – С. 43–50.

3. Колпаков А. Расчет конденсаторов шин питания мощных преобразовательных устройств // Компоненты и технологии. – 2004. – № 2. – С. 18–24.
4. Карташев Е., Колпаков А. Алгоритмы управления многоуровневыми преобразователями // Силовая электроника. – 2009. – № 2. – С. 57–65.

Власова Елена Андреевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № В3418
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: elenavlasova94@icloud.com

УДК 535.016:535.6:535-2

ОКРАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Е.А. Власова
Научный руководитель – к.т.н., н.с. Г.В. Одинцова

На сегодняшний день существует очень большое разнообразие способов нанесения изображения на поверхность материала, к примеру, ультрафиолетовая печать, тиснение, цифровая печать, фотомеханическая печать и другие. Также широкое применение нашли методики получения изображений на поверхности металлов, такие как лазерная маркировка и гравировка. Некоторые металлы способны приобретать на своей поверхности цвет в результате нагревания их на воздухе до определенных температур [1–3].

Лазерная маркировка и гравировка наиболее современный и технологичный метод, позволяющий наносить изображения на любые материалы с высокой точностью без механического воздействия. Получение изображения на поверхности металлического изделия достигается путем воздействия на него лазерного излучения, проходящего по заданной в программе траектории, вследствие чего наблюдается модификация поверхностного слоя материала и образуется изображение.

Огромный интерес представляет применение лазерной маркировки в ювелирной промышленности для нанесения цветных изображений, обладающих высокой износостойкостью, на драгоценные металлы, которые не окисляются на воздухе. Существует большое количество способов получения цветных изображений на поверхности ювелирных изделий, однако, они не всегда могут быть применены из-за наличия ряда недостатков, таких как сложность нанесения, недолговечность, ограниченность цветовой палитры или стоимость самой технологии. Тем не менее, лазерная маркировка – перспективное и динамично развивающееся направление, с помощью которого возможно получение изображений, с высоким разрешением и хорошей износостойкостью, поэтому **целью работы** являлись исследование и разработка метода нанесения износостойких цветных изображений высокого разрешения на поверхность драгоценных металлов путем переноса и последующего лазерного окисления пленок титана.

В качестве материалов для эксперимента были использованы серебряная пластинка (серебро 925°) и золотая пластинка (золото 585°). На пластинки методом магнетронного распыления были нанесены титановые пленки толщиной 450±50 нм. В

качестве оборудования была использована установка на базе Yb импульсного волоконного лазера «Минимаркер-2» (рис. 1).

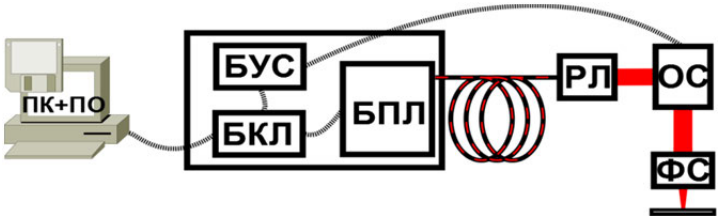


Рис. 1. Блок-схема установки «Минимаркер-2». ПК – персональный компьютер; ПО – программное обеспечение; БУС – блок управления сканаторами; РЛ – расширитель луча; ОС – отклоняющая система; БКЛ – блок контроля лазера; БПЛ – блок питания лазера; ФС – фокусирующая система

При нагреве металлов в диапазоне температур от температуры окисления до испарения материала, на их поверхностях образуются тонкие оксидные пленки, цвет которых определяется интерференционными эффектами и зависит от толщины оксидных пленок. В данной работе удалось получить цветовую палитру на поверхности золота и серебра, на которые предварительно были напылены пленки титана (рис. 2). Схема проведения эксперимента заключалась в следующем: сначала полировали образец до зеркального блеска, далее напыляли титановую пленку, с помощью магнетронного распыления и окислением поверхности образца лазерными импульсами до появления изображения. Для идентификации цвета полученных образцов выполнялись расчеты их колориметрических характеристик по спектрам отражения видимого диапазона. Спектры отражения были сняты на спектрофотометре МСФУ-К.

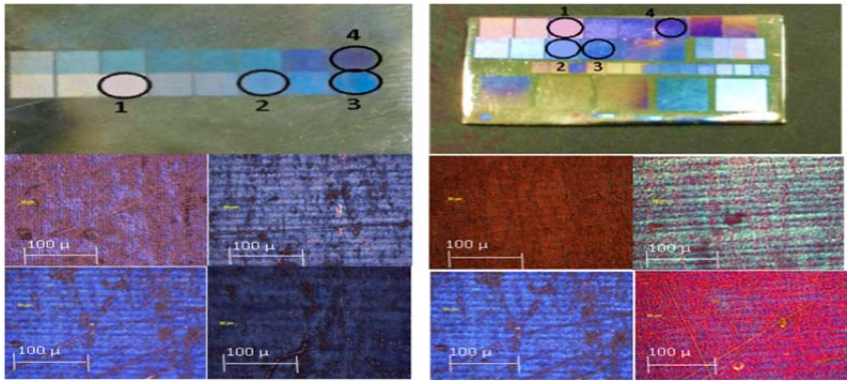


Рис. 2. Цветовая палитра, полученная на поверхности золота и серебра при следующих режимах лазерного воздействия q=10·10^7 Вт/см^2, N_x в диапазоне от 33–142, N_y=9

Оксидные пленки титана обладают повышенной химической стойкостью, прочностью, износостойкостью. Устойчивость образцов подтверждена тестами: трение неметаллическими предметами (войлочным диском, тканью), полировка с пастой Dialux Bleu, воздействие лимонной кислотой (5%), очистка в ультразвуковой ванне, нагрев в муфельной печи ПМ-10 (до 100, 200ºС), Трение металлом, царапание металлической и латунной иглой.

Заключение. Проведенные эксперименты подтверждают возможность получения цветных изображений на поверхности драгоценных металлов, таких как серебро и золото, с помощью окисления пленок титана, напыленных на их поверхность методом магнетронного напыления. Были подобраны режимы для получения палитр цветов на поверхности драгоценных металлов. Экспериментально было подтверждено, что

получаемые цветные оксидные структуры обладают высокой износостойкостью и хорошей адгезией к подложкам из драгоценных металлов. Вследствие чего данная технология является конкурентоспособным методом нанесения цветных изображений на ювелирную продукцию.

Литература

1. Вейко В.П., Слободов А.А., Одинцова Г.В. Применение метода химической термодинамики при анализе лазерного термохимического воздействия на металлы // Изв. вузов. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 6. – С. 58–65.
2. Пряхин Е.И., Ганзуленко О.Ю., Ларионова Е.В. Физико-химические аспекты формирования цветовых оттенков под воздействием лазерного излучения при декорировании металлических изделий // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – Т. 2. – № 13. – С. 52–56.
3. Antonczak A.J., Kocon D., Nowak M., Kozioł P., Abramski K.A. Laser-induced colour marking-sensitivity scaling for a stainless steel // Appl. Surface Sci. – 2013. – V. 264. – P. 229–236.

Головин Артем Андреевич
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3441
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: asd-1234@yandex.ru

УДК 681.5.08

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЬЕЗОАКТЮАТОРА

А.А. Головин
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.И. Бойков

Предлагается вариант технической реализации автоматизированной установки и алгоритмы ее функционирования для определения параметров пьезоактюатора. Разработанный метод позволяет управлять процессом идентификации в режиме реального времени с помощью программного обеспечения MATLAB Simulink Desktop Real-time.
Ключевые слова: идентификация параметров, пьезоактюатор, пьезодвигатель, Simulink Desktop Real-time, Simulink Real-time, автоматизированная установка.

Исполнительные устройства, построенные на основе пьезоактюаторов, широко используются для решения задач микроперемещения объектов в прецизионных системах управления. Высокий КПД, компактность, относительно большие развиваемые усилия, высокое быстродействие и другие показатели выгодно отличают пьезоэлектрические приводы от других электромеханических устройств [1]. Для обеспечения качественного управления необходимо с достаточной точностью знать параметры математической модели используемого пьезоактюатора. Данная работа направлена на разработку алгоритмов для определения параметров пьезоэлектрических актюаторов [2].

Ни одно из существующих решений не дает полного представления о функционировании исследуемого объекта. Основная задача данной работы – необходимо разработать автоматизированную установку и алгоритм для идентификации параметров и снятия динамических характеристик пакетных пьезоактюаторов. Управление процессом идентификации и сбор информации осуществляется от персонального компьютера с использованием программного обеспечения MATLAB Simulink Desktop Real-Time.

В качестве базовой использовалась теоретическая математическая модель пьезоактюатора (рис. 1), предложенная в [3].

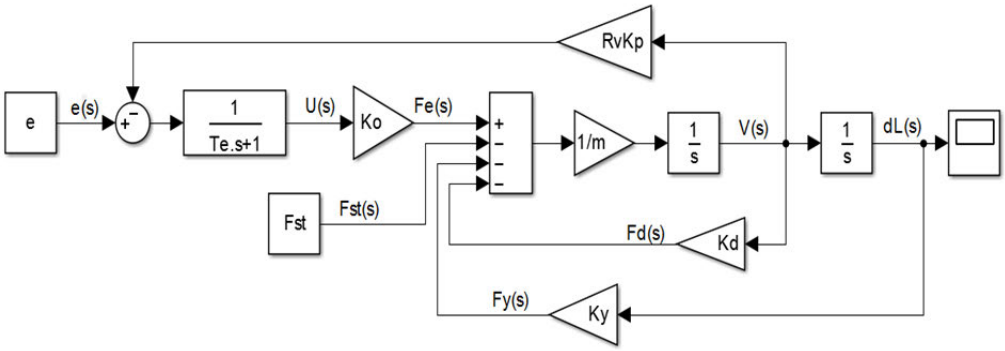


Рис. 1. Схема модели пьезоактюатора в среде MATLAB Simulink

В этой математической модели входной управляющий сигнал на пьезоактюатор представлен изображением Лапласа ЭДС $e(s)$. Здесь $U(s)$ – образ электрического напряжения на обкладках пьезоактюатора; $F_e(s)$, $F_{st}(s)$ – образы управляющего и внешнего возмущающего механических усилий; $F_y(s)$, $F_d(s)$ – образы усилий упругой деформации материала и внутреннего вязкого трения; $V(s)$ – образ скорости; $dL(s)$ – образ микроперемещения объекта. Итоговая передаточная функция объекта идентификации имеет вид [3]:

$$W_A(s) = \frac{\Delta l(s)}{e_n(s)} = \frac{K_o/K_y}{\frac{T_e m_\Sigma}{K_y}s^3+\left(\frac{m_\Sigma}{K_y}+\frac{T_e K_d}{K_y}\right)s^2+\left(T_e+\frac{K_d}{K_y}+\frac{R_v K_p K_o}{K_y}\right)s+1}, \quad (1)$$

где K_o – коэффициент обратного пьезоэффекта; K_p – коэффициент прямого пьезоэффекта; K_y – коэффициент упругости материала актюатора; K_d – коэффициент внутреннего демпфирования, m – эквивалентная приведенная масса (сумма нагрузки m_0 и части пьезокерамики m_k); $T_e = R_vC$ – постоянная времени; R_v – сопротивление усилителя; C – емкость актюатора.

Примем, что выходное сопротивление усилителя предварительно измерено, коэффициент K_p равен K_o, эквивалентная масса m известна. Запишем передаточную функцию (1) в виде:

$$W(s) = \frac{b}{a_3 s^3+a_2 s^2+a_1 s+1}. \quad (2)$$

Если с помощью процедуры идентификации определить неизвестные параметры a_3, a_2, a_1, b, то относительно неизвестных физических параметров T_e, K_y, K_o, K_d получаем систему из четырех уравнений, которая имеет единственное решение.

Для определения процедуры идентификации параметров a_3, a_2, a_1, b запишем передаточную функцию (2) в форме линейной регрессии, где вектор-регрессор состоит из производных по перемещению и управления:

$$\mathbf{y}(t) = \boldsymbol{\theta}\boldsymbol{\phi}(t) = [a_3\ a_2\ a_1\ b][-\dddot{y}(t)\ -\ddot{y}(t)\ -\dot{y}(t)\ u(t)]^T. \quad (3)$$

Входное воздействие и выходное обычно непосредственно измеряют на всем интервале времени идентификации. Измерение производных часто связано с техническими трудностями. В связи с этим в качестве производных используем их оценки, вычисляемые по конечным разностям.

$$\dot{y}(kT) = \frac{y_k - y_{k-1}}{T}. \quad (4)$$

где $y(k)$ – измерение значения в момент времени kT; $y(k–1)$ – измерение в момент времени $(k–1)T$; T – фиксированный интервал времени между соседними измерениями; k – целочисленная переменная (дискретное время).

Произведя измерения с выбранным периодом квантования времени сформируем массивы измерений. Тогда выражение для вычисления вектора оценки неизвестных параметров по методу наименьших квадратов примет вид:

$$\boldsymbol{\theta} = (F^T\mathbf{F})^{-1}F^T\mathbf{Y}, \quad (5)$$

где $\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y(0) \\ \vdots \\ y(NT) \end{bmatrix}$ – вектор измерений $y(kT)$; $\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \phi^T(0) \\ \vdots \\ \phi^T(NT) \end{bmatrix}$ – матрица размера $4x(N+1)$ значений $\boldsymbol{\phi}(kT), k = 0, 1, \dots, N$.

Для оценки свойств процедуры идентификации и расчета конкретных параметров исследуемого объекта воспользуемся известными параметрами пьезоактюатора. При различных частотах дискретизации времени по выражению (5) выполним оценку параметров пьезоактюатора. В этой процедуре на вход пьезоактюатора подавалось ступенчатое управляющее воздействие величиной 120 В. Полученный массив измерений обрабатывался с применением встроенных подпрограмм пакета MATLAB. Результаты оценки параметров при разных частотах измерения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты идентификации

Частота дискретизации времени, кГц	Значения параметров			
	a_3,с^3	a_2, с^2	a_1, с	b, м/В
Расчетные значения	$4{,}92\cdot10^{-12}$	$2{,}48\cdot10^{-8}$	0,000258	$1{,}42\cdot10^{-7}$
2	$45{,}1\cdot10^{-12}$	$39{,}6\cdot10^{-8}$	0,001126	$1{,}42\cdot10^{-7}$
20	$5{,}63\cdot10^{-12}$	$3{,}92\cdot10^{-8}$	0,000334	$1{,}42\cdot10^{-7}$
200	$4{,}98\cdot10^{-12}$	$2{,}61\cdot10^{-8}$	0,000263	$1{,}42\cdot10^{-7}$
2000	$4{,}92\cdot10^{-12}$	$2{,}48\cdot10^{-8}$	0,000258	$1{,}42\cdot10^{-7}$

По данным табл. 1 можно сделать вывод, что для обеспечения приемлемой погрешности необходимо производить измерения с частотой дискретизации более 100 кГц. Данное обстоятельство порождает проблемы, связанные с проведением измерений в режиме реального времени и с обработкой больших объемов данных. В таком случае на микроконтроллер установки должны быть возложены задачи формирования входного сигнала, измерения компонент вектора переменных $\boldsymbol{\phi}(kT)$, накопления массива измерений и передача их в компьютер для последующей обработки. Другими словами для микроконтроллера должна быть написана программа, делающая установку узкоспециализированной, что существенно снижает гибкость ее применения в задаче идентификации.

Особенностью работы пьезоактюатора является возможность непосредственного измерения ускорения, что позволяет улучшить оценки переменных. Следующий шаг – формирование специального входного сигнала, воздействующего на пьезоактюатор. Для оценки параметров пьезоактюаторов оказалось целесообразным использовать широтно-импульсную модуляцию входного сигнала. В этом случае, воздействуя на пьезоактюатор последовательностью импульсов разной длительности, получаем более информативный выходной сигнал. Формирование входного широтно-импульсного сигнала и обработка результатов измерений была выполнена с применением встроенных подпрограмм пакета MATLAB. Результаты расчета параметров приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты идентификации

Частота дискретизации времени, кГц	Значения параметров			
	a_3,с^3	a_2, с^2	a_1, с	b, м/В
Расчетные значения	$4{,}92\cdot10^{-12}$	$2{,}48\cdot10^{-8}$	0,000258	$1{,}42\cdot10^{-7}$
2	$6{,}69\cdot10^{-12}$	$0{,}62\cdot10^{-8}$	0,000516	$1{,}42\cdot10^{-7}$
20	$4{,}95\cdot10^{-12}$	$2{,}47\cdot10^{-8}$	0,000259	$1{,}42\cdot10^{-7}$
200	$4{,}92\cdot10^{-12}$	$2{,}48\cdot10^{-8}$	0,000258	$1{,}42\cdot10^{-7}$
2000	$4{,}92\cdot10^{-12}$	$2{,}48\cdot10^{-8}$	0,000258	$1{,}42\cdot10^{-7}$

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что применение метода наименьших квадратов совместно с широтно-импульсным входным воздействием и использованием акселерометра позволяет получить результаты с малой погрешностью оценок параметров даже при работе на частотах дискретизации порядка 20 кГц. При использовании встроенного пакета System Identification Toolbox модель точно определяется при работе на технически реализуемой при работе в режиме реального времени частоте 20 кГц. Схема предлагаемой реализации метода идентификации представлена на рис. 2.

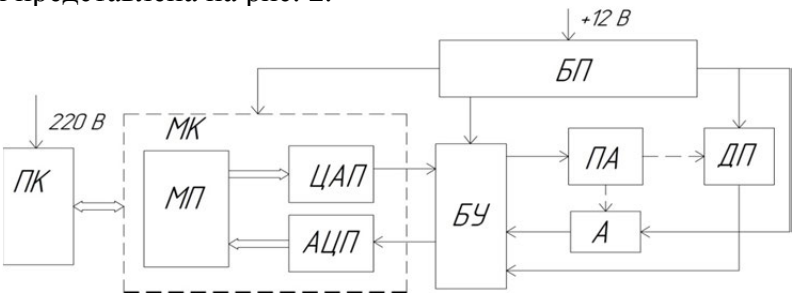


Рис. 2. Функциональная схема технической реализации алгоритма идентификации под управлением продукта Desktop Real-Time: ПК – персональный компьютер; МК – микроконтроллер; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; БУ – блок усилителей; А – акселерометр; ДП – датчик перемещения; ПА – пьезоактюатор; БП – блок питания

Продукт Simulink Desktop Real-Time обеспечивает выполнение моделей и работу с внешними физическими устройствами в реальном времени на компьютере под системой Windows. Контроль выполнения, визуализация сигналов, запись данных, настройка параметров происходит напрямую из Simulink. В режиме External Mode производительность обеспечивается до 20 кГц [4]. Итак, с помощью программного обеспечения на компьютере формируется сигнал управления, который, пройдя через микроконтроллер и усилитель, воздействует на пьезоактюатор. Информация о состоянии объекта исследования, полученная с акселерометра, датчика перемещения, поступает обратно на компьютер в MATLAB Simulink, где соответствующим образом обрабатывается. В качестве блока управления процессом идентификации может выступать любой компьютер, на котором установлено ядро реального времени, поставляемое вместе пакетом программ MATLAB. Также возможно использование продукта Real-time Simulink. Отличие от предыдущего состоит в наличии дополнительного компьютера, на котором установлено ядро реального времени, т.е. в его физическом разделении с Windows.

В результате проделанной работы был предложен вариант технической реализации установки и алгоритм функционирования. Параметры сходятся с точностью до 0,5% при частоте измерении порядка 20 кГц, что позволяет осуществлять работу в режиме реального времени с использованием программного обеспечения MATLAB Simulink Desktop Real-Time.

Литература

1. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 131 с.
2. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. – М.: Наука, 1991. – 432 с.
3. Никольский А.А. Точные двухканальные следящие электроприводы с пьезокомпенсаторами. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 160 с.
4. Сайт компании The MathWorks, Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mathworks.com/solutions/rapid-prototyping/, своб.

Горбунова Алена Алексеевна
Год рождения: 1994
Факультет пищевых биотехнологий, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т3425
Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения
e-mail: goralyona@yandex.ru

УДК 637.146.34

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

А.А. Горбунова
Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.П. Сучкова

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В настоящее время все больше внимания уделяется ведению здорового образа жизни, главным фактором которого является сбалансированное питание. Нарушение рациона питания, бессистемное потребление антибиотиков приводит к возникновению различных заболеваний, причем наиболее подвергнута воздействию пищеварительная система.

Разрабатываемый в данной работе продукт лечебно-профилактического питания направлен на нормализацию биоценоза кишечника, который подвергается негативному влиянию при потреблении антибиотиков и нарушении питания. Нарушение нормобиоценоза кишечника может привести к тому, что в кишечнике человека начнут доминировать потенциально патогенные микроорганизмы.

Ацидофильный кисломолочный продукт с сухой подсырной сывороткой обладает высокими лечебными и профилактическими свойствами. Данные свойства продукта обуславливаются уникальным свойством микроорганизма – антагонистической активностью по отношению к патогенным и условно-патогенным микробам. Палочка оказывает благоприятное действие на организм человека, подавляя развитие в кишечнике бактерий группы кишечной палочки, дизентерийной и паратифозной и т.д. Действие обусловлено выделением термостабильных бактериоцинов. Помимо этого, ацидофильная палочка разлагает токсичные вещества, стимулирует иммунную систему [1, 2].

Добавление к продукту сухой подсырной сыворотки позволит усилить лечебные свойства продукта. Известно, что подсырная молочная сыворотка в своем составе содержит значительное количество лактозы, сывороточных белков. Белки молочной сыворотки оптимально сбалансированы по аминокислотному составу (могут служить

дополнительным источником незаменимых аминокислот, таких как аргинин, гистамин, метионин, лизин и др.) и являются наиболее полноценными среди всех изученных белков, имеют наивысшую скорость расщепления в пищеварительном тракте, усвояемость составляет 98 %. Наибольшую ценность представляют неденатурированные сывороточные белки, выполняющие различные функции в организме человека.

Лактоза обладает бифидостимулирующей активностью, т.е. поддерживает микробиоценоз в желудочно-кишечном тракте. Выполняет, главным образом, энергетическую функцию – обеспечение организма человека энергией для протекания биохимических и микробиологических процессов. Также лактоза хорошо сорбирует ароматические вещества, что позволяет при повышении качества определенных продуктов снижать количество вводимых ароматизаторов [3, 4].

Экспериментальная часть работы включала в себя разработку рецептуры готового продукта, а именно подбор типа закваски, подбор дозы сухой подсырной сыворотки и изучение влияния массовой доли сухой подсырной сыворотки на молочный сгусток.

Этап I. Подбор дозы и типа закваски для вырабатываемого продукта. Выбор был обусловлен значениями титруемой и активной кислотностью полученных молочных сгустков и их влагоудерживающей способностью. Данные представлены в таблице и на рис. 1.

Таблица. Титруемая и активная кислотность молочных сгустков

Исследуемый образец	Исследуемый показатель	
	Титруемая кислотность, °Т	pH
5 % Lactobacillus Acidophilus	76	4,15
Lactobacillus Acidophilus и Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus 1:4	60	4,46
Lactobacillus Acidophilus и Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus 3:2	73	4,29
Lactobacillus Acidophilus и Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus 4:1	68	4,30

Сквашивание осуществлялось в течение 4 ч. Определяющим фактором являлось достижение кислотности до 70°Т. Данный порог прошли только два образца: Lactobacillus Acidophilus, Lactobacillus Acidophilus и Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus в соотношении 3:2.

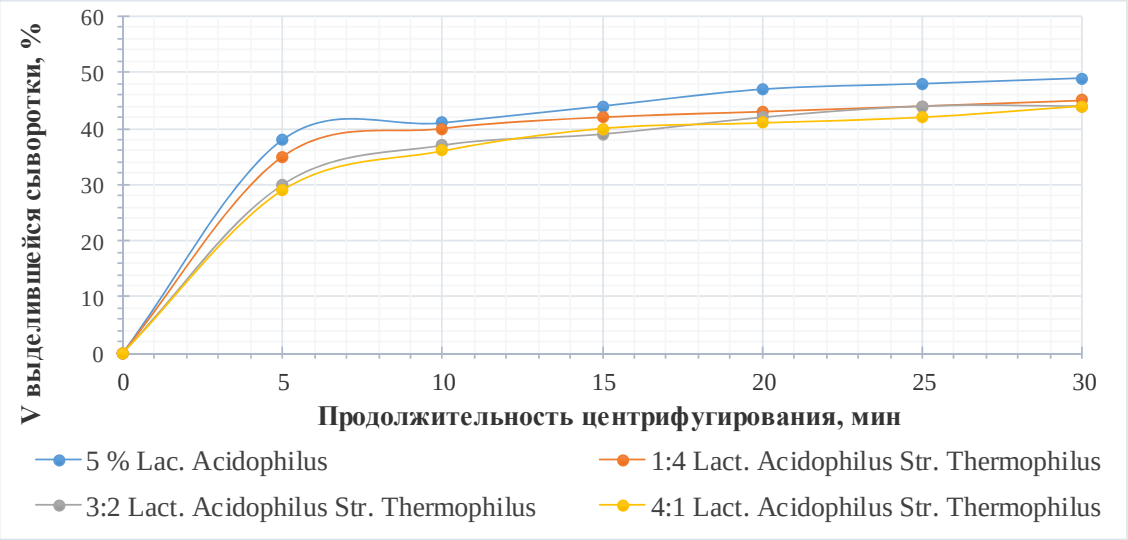


Рис. 1. Влагоудерживающая способность молочных сгустков

1 образец на основе чистых штаммов ацидофильной палочки обладает наименьшей влагоудерживающей способностью. На основе данных таблицы и графика, был выбран наиболее подходящий тип закваски – Lactobacillus Acidophilus и Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus в соотношении 3:2.

Этап II. Подбор дозы внесения сухой подсырной сыворотки и изучение влияния дозы на молочный сгусток. Выбор дозы внесения сухой подсырной сыворотки осуществлялся на основании результатов исследования кислотонакопления образцов, реологических и влагоудерживающих свойств молочных сгустков. Результаты исследования представлены на рис. 2 и 3.

В процессе сквашивания определяли титруемую кислотность образцов с содержанием сухой подсырной сыворотки 5, 10, 15% и контрольного образца (без добавления сухой сыворотки). Динамика кислотонакопления в зависимости от массовой доли наполнителя при сквашивании выбранным типом закваски приведена на рис. 2. Температура культивирования термофильного стрептококка и ацидофильной палочки составляла 40±2°С.

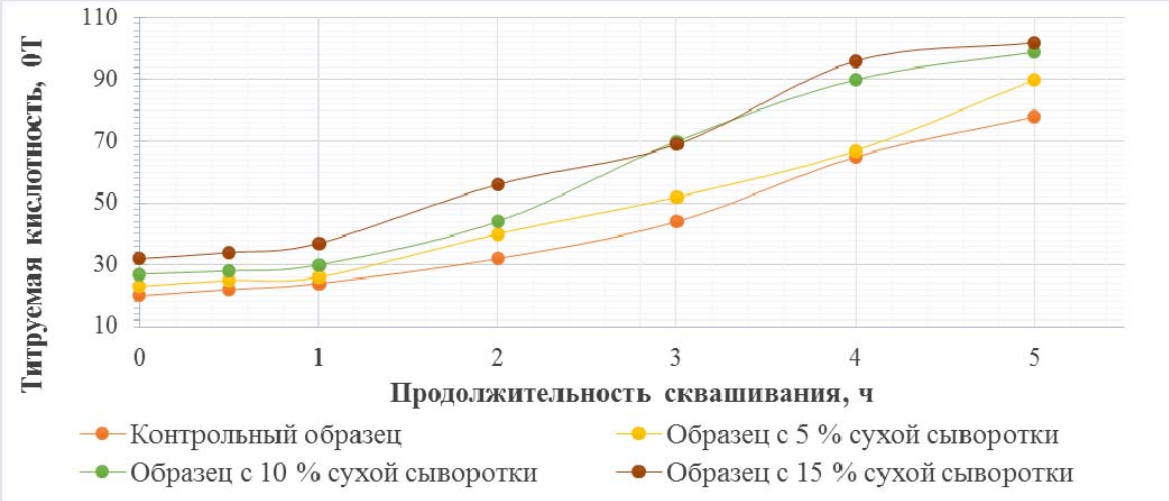


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности в процессе сквашивания

Интенсивное нарастание кислотности по сравнению с контрольным образцом связано с внесением сухой подсырной сыворотки, содержащей в своем составе сывороточные белки и лактозу, обладающими интенсифицирующими микробиологический процесс свойствами. Благодаря этому, продолжительность сквашивания образцов можно сократить до 3–4 ч по сравнению с контрольным образцом.

Исследования структурно-механических свойств сгустков проводились с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2». Для определения показателей, характеризующих устойчивость структуры к разрушению при механическом воздействии и ее способности с тиксотропному восстановлению, образцы подвергали воздействию однородного поля сдвига при постоянном градиенте скорости (81 $с^{-1}$).

В ходе исследований было выявлено, что введение сухой подсырной сыворотки в количестве 10% в образец позволит сократить потери вязкости сгустка на 13% и улучшить способность к восстановлению структуры на 16%.

Использование 5% дозы сухой сыворотки не оказывает существенного влияния на структурно-механические показатели образца.

Внесение 15% дозы сухой подсырной сыворотки способствует низкой сопротивляемости сгустка механическому воздействию.

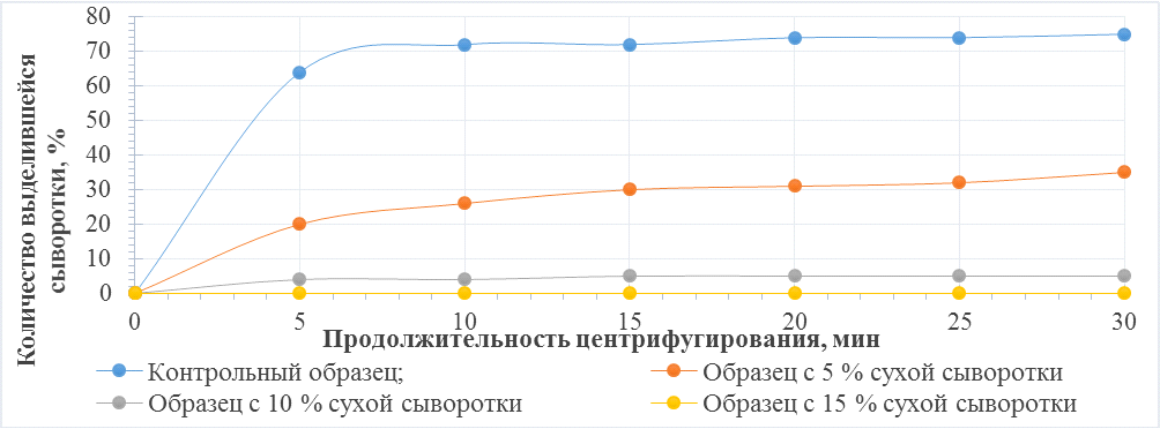


Рис. 3. Влагоудерживающая способность молочных сгустков с сухой сывороткой

Увеличение содержания сухой подсырной сыворотки способствует улучшению влагоудерживающей способности молочных сгустков.

На основании полученных данных по динамике кислотонакопления, влагоудерживающей способности и структурно-механическим свойствам была выбрана оптимальная доза внесения сухой подсырной сыворотки – 10%.

Литература

1. Иркитова А.Н., Каган Я.Р., Сергеева И.Я. Свойства, экологические аспекты и практическое значение ацидофильной палочки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gigabaza.ru/doc/50268.html, своб.
2. Бондаренко В.М., Грачева Н.М. Пробиотики, пребиотики и синбиотики в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов // Фарматека. – 2003. – № 7. – С. 56–63.
3. Волкова Т.А. О роли продуктов из сыворотки // Молочная промышленность. – 2012. – № 4. – С. 69.
4. Шендеров Б.А. Инновационные продукты и ингредиенты – драйверы молочного рынка // Молочная промышленность. – 2013. – № 6. – С. 62–66.

Горошков Вячеслав Александрович
Год рождения: 1995
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3455
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: gorosvia@ya.ru

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

В.А. Горошков
Научный руководитель – ст. преподаватель К.О. Ткачев

Важной задачей исследования побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) являлась необходимость находить в результатах измерения напряженности электромагнитного поля информативные сигналы, связанные с обрабатываемой средством вычислительной техники информацией. Анализ специализированных

средств измерения ПЭМИ показал, что реализованные в них средства визуализации и обработки сигнала позволяют производить измерения согласно существующим методикам, но являются недостаточно информативными для оценки параметров опасных сигналов. Основным отличием разрабатываемой лабораторной установки от рассмотренных средств измерения ПЭМИ является доступная оператору возможность оценить характер опасного сигнала для определения причин его возникновения [1–3].

Цель работы – расширение функциональности существующей лабораторной установки для упрощения оценки оператором характера сигналов побочных электромагнитных излучений.

Существующая лабораторная установка состоит из измерительной антенны, анализатора спектра PXIe-5663, управляющего компьютера и устройств ввода–вывода. Исходное программное обеспечение (ПО) лабораторной установки позволяет производить поиск опасных сигналов с помощью метода разности панорам. Данные измерения проводятся длительное время, поэтому метод разности панорам позволяет находить опасные сигналы, но не позволяет выделить из найденных результатов информативные сигналы, так как для этого необходима оценка характера сигнала оператором. В связи с этим для упрощения обработки оператором результатов измерения и классификации опасных сигналов решено добавить режим визуализации измерений спектра за короткий временной промежуток, реализуемый с помощью отображения спектрограммы.

На основе результатов анализа средств измерения напряженности электромагнитного поля разработаны алгоритмы, реализующие отображение спектрограммы. В результате доработки ПО лабораторной установки на основе разработанных алгоритмов выполнен программный модуль, реализующий функционал режима отображения спектрограммы. Разработка данного модуля проводилась в среде разработки NI LabView. В состав разработанного программного модуля входят: реализация основной логики и обработки данных, расчета параметров оси времени, установки параметров оси частот, установки границ диапазона амплитуд, отображаемого на спектрограмме.

Для реализации режима отображения спектрограммы в ПО лабораторной установки реализован графический интерфейс пользователя, представленный на рис. 1. В компоновке графического интерфейса ПО индикатор графика спектра расположен над индикатором спектрограммы, а границы отображаемых частотных интервалов совпадают, что позволяет оператору производить оценку амплитуды опасных сигналов на графике спектра и контролировать изменения сигнала во времени на спектрограмме. Результаты измерения спектра в заданном частотном диапазоне отображаются на спектрограмме относительно самого последнего измерения, находящегося в верхней строке индикатора. Помимо основных индикаторов графический интерфейс ПО лабораторной установки содержит органы управления режимами и параметрами измерения.

В качестве примера исследования сигнала ПЭМИ проведено измерение сигнала контрольного устройства (КУ) «Тест-031». На рис. 2 представлен результат измерения сигнала КУ в режимах с выключенной и включенной модуляцией. Проведенные измерения позволили выяснить, что значение несущей частоты сигнала КУ отличается от заявленных в документации параметров [4] на 200 кГц. Также на спектрограмме на рис. 1 представлен результат измерения спектра излучения КУ в целях проверки стабильности несущей частоты устройства при изменении напряжения питания, в результате которой установлено отклонение несущей частоты при изменении напряжения питания.

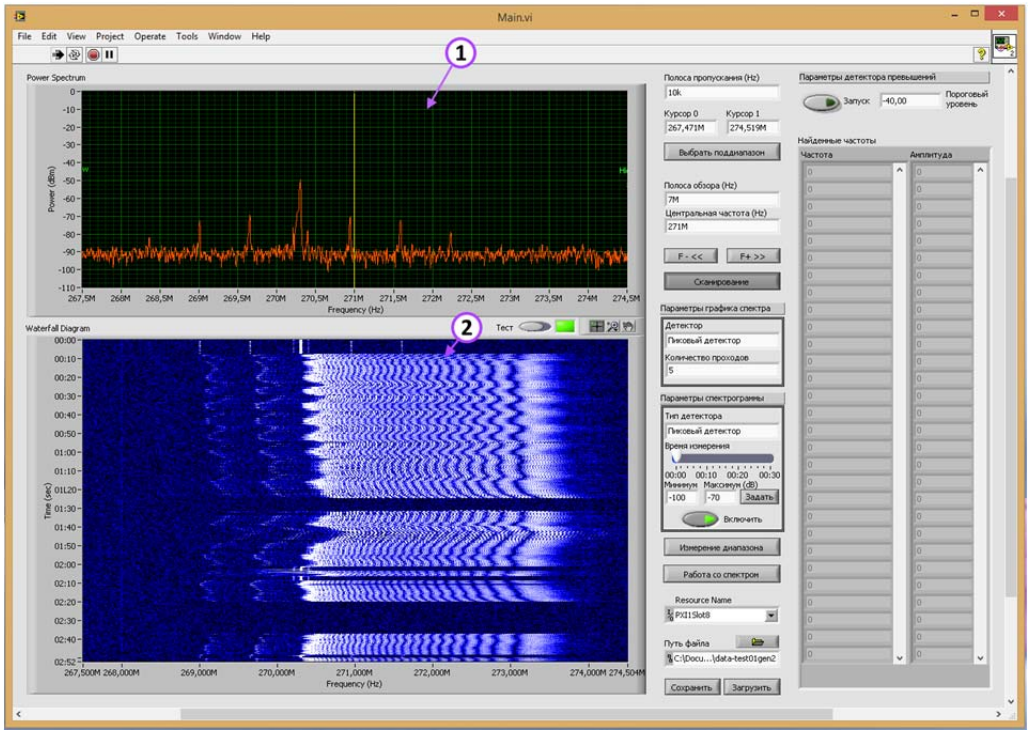


Рис. 1. Графический интерфейс лабораторной установки: 1 – индикатор графика спектра; 2 – индикатор спектрограммы

В режиме с выключенной модуляцией (рис. 2 – участки 2, 4) наблюдается наличие гармоник несущей частоты и ее модуляция внешними механическими воздействиями – при работе устройства производились удары по корпусу.

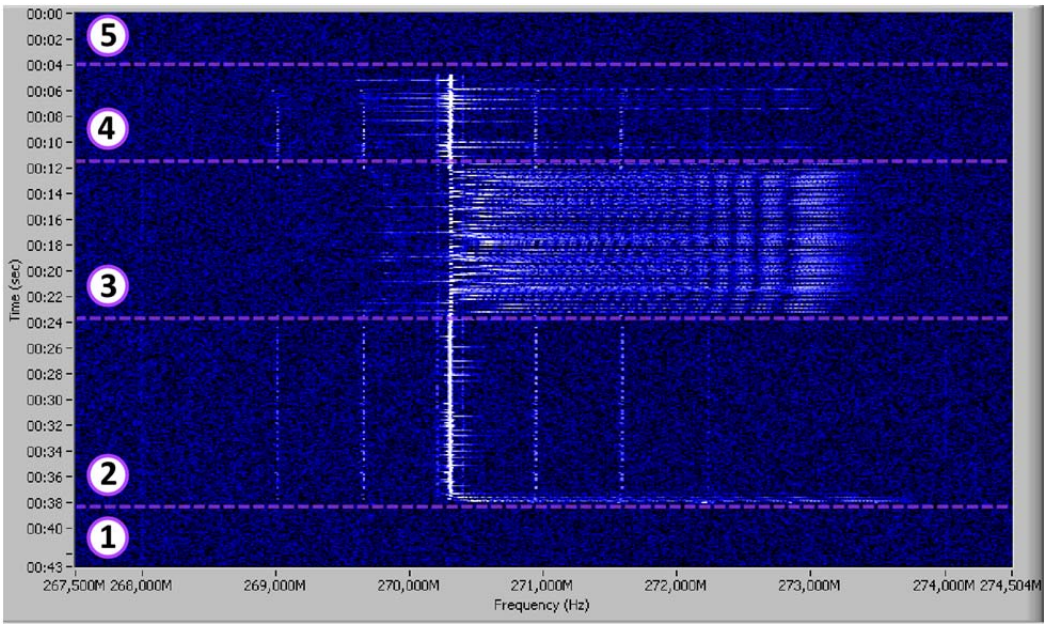


Рис. 2. Результат исследования сигнала КУ «Тест-031»: 1, 5 – КУ выключено; 2, 4 – КУ включено, модуляция сигнала выключена; 3 – КУ включено, модуляция сигнала включена

Итогом работы явился комплекс программного и аппаратного обеспечения, позволяющий оператору оценить изменяющийся во времени сигнал на предмет его информативности (например, связи с внешним воздействием на испытуемое оборудование или включением тестового режима).

Литература

1. Программно-аппаратный комплекс поиска побочных электромагнитных излучений и наводок «Навигатор». Описание применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nelk.ru/files/Opisaniie_primienieniia_10.pdf, своб.
2. Система оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу ПЭМИН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mascom.ru/equipment/sistemy-otsenki-ashchishchennostiinformatsii/sistemy-otsenki-kanala-pemin/sigurd.php, своб.
3. Keysight N9000A CXA Signal Analyzer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/N9000-90017.pdf, своб.
4. Профинформзащита. Комплексные системы безопасности, Прибор для контроля работоспособности ТЕСТ 031 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.profinfo.ru/catalog/r33/47.html, своб.

Гутман Сергей Владимирович
Год рождения: 1975
Естественнонаучный факультет, кафедра промышленной экологии, группа № Х3530
Направление подготовки: 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: ser6275@yandex.ru

УДК 502.08

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СУШКИ ТАБАКА

С.В. Гутман
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Е. Дидиков

Пищевая промышленность Российской Федерации (РФ) на сегодняшний день является одним из главнейших производств агропромышленного комплекса страны. В ее составе присутствует более 20 отраслей. На долю пищевой промышленности приходится около 40% общего объема производства. При этом если одни отрасли производят изделия, представляющие из себя часть готового продукта или изделия, нуждающиеся в последующей переработке, другие отрасли производят готовые товары, потребляемые населением. К таким отраслям относится и табачная промышленность. В России производством табачной продукции заняты более 80 предприятий, на которых трудятся ориентировочно 65 тысяч сотрудников. Лидирующие места занимают такие компании как: БАТ Россия, ЗАО Лиггетт-Дукат, ООО Петро, ООО Реемтсма-Волга [1–4].

Предприятия данной отрасли являются большим потребителем энергоресурсов: газа, воды, тепла, электроэнергии. В соответствии с последними требованиями правительства РФ и законодательства РФ предприятия обязаны предпринимать меры по сокращению энергетических ресурсов.

В работе рассмотрена возможность сокращения энергоресурсов на предприятии табачной промышленности.

Технология обработки табачного листа подразумевает под собой использование целого ряда производственных операций. Одной из них является операция по сушке

табачного волокна. Сушка осуществляется в сушильных установках, из которых в процессе производства выбрасывается большое количество тепловой энергии в виде перегретого воздуха, насыщенного паром. Применение теплообменного оборудования позволит утилизировать тепловую энергию с выгодой для предприятия.

На сегодняшний день подогрев воды, расходуемой на внутрицеховые нужды, производится при помощи электроэнергии. На предприятии для этого используют электро-водонагревательные системы проточного типа суммарной мощностью около 150 кВт. Установка теплообменного оборудования позволит практически полностью отказаться от использования этих водонагревателей, а следовательно, позволит предприятию сэкономить средства, расходуемые на электроэнергию.

Экономия электроэнергии за счет утилизации теплового ресурса позволит снизить нагрузку на ТЭС и уменьшает выбросы CO_2 в атмосферу.

Объект исследования – предприятие по производству табачной продукции.

Предметом исследования является технологический процесс сушки табака.

Целью работы – исследование процесса сушки табака, выявление участков выброса тепла и подбор теплообменного оборудования для его утилизации.

Практическая значимость работы – разработать технологическую схему утилизации тепла технологического газа, образующегося в процессе сушки табака для предприятий отрасли.

В ходе выполнения работы:

- подробно изучен процесс подготовки табака на табачной фабрике;
- выявлены участки с повышенным потреблением энергоресурсов;
- описаны теоретические возможности путей использования утилизированной тепловой энергии;
- проведен анализ теплообменного оборудования для утилизации тепла;
- определено наилучшее применение технологии утилизации тепла в процессе сушки;
- выполнены соответствующие расчеты. Определен экономический и экологический эффект;
- предложена схема возможного решения.

В итоге реализации проекта будет получена возможность не только снизить расходы предприятия, но и уменьшить негативное воздействие на экологию. Использование тепловой энергии от процесса сушки табака позволит отказаться от использования электричества в некоторых внутрицеховых операциях. В результате уменьшение расхода топлива для выработки электроэнергии на ТЭС приведет к снижению выбросов парниковых газов (таблица).

Таблица. Сравнительный анализ эмиссии парниковых газов

Вещество	Ед. изм.	Эмиссии парниковых газов		Эмиссии парниковых газов в пересчете на CO_2экв, т CO_2	
		Природный газ	Электричество	Природный газ	Электричество
Углекислый газ	т	146,79	383,18	146,9	383,18
Закись азота	т	0,000268	0,003	0,083	0,935
Метан	т	0,00268	0,015	0,056	0,317
Итого:				147,039	384,432

Литература

1. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. – М.: Энергия, 1972. – 317 с.
2. Национальный доклад РФ о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990– 2010 гг. Ч. 1 и 2. – М.: Росгидромет, 2012. – 386 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.saveplanet.su/articles_114.html, своб.
4. Постановление Госкомстата от 23 июня 1999 г. № 46 «Об утверждении методологических положений по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой».

Ефимова Валерия Александровна
Год рождения: 1995
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа № М3439
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: valeryefimova@gmail.com

УДК 004.85

АКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ СОВМЕСТНОГО ВЫБОРА АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ И ЕГО ГИПЕРПАРАМЕТРОВ

В.А. Ефимова
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент А.А. Фильченков

В машинном обучении совместный выбор алгоритма и его гиперпараметров для набора данных является комплексной задачей, на текущий момент не получившей решения. Она разбивается на две подзадачи, решаемые независимо: выбор гиперпараметризованного алгоритма из конечного множества и оптимизацию гиперпараметров фиксированного алгоритма. Первая подзадача обычно решается с помощью мета-обучения [1]. Для решения второй задачи разработано несколько алгоритмов настройки гиперпараметров. Библиотека Auto-WEKA решает первоначальную задачу, однако подбор алгоритмов и их гиперпараметров осуществляется полным перебором, что является не самым эффективным методом [2].

В работе предлагалось одновременно решать задачи выбора алгоритма и настройки гиперпараметров. Сформулируем задачу: дан набор моделей алгоритмов $A=\{A_1, A_2, \ldots, A_k\}$, с каждым из которых связано пространство гиперпараметров $\Lambda_1, \Lambda_2, \ldots, \Lambda_k$. Необходимо найти алгоритм $A^*_{\lambda^*}$, минимизирующий некоторый функционал качества классификации.

В рассматриваемой задаче ключевым ресурсом является время, отведенное на оптимизацию гиперпараметров. Разобьем его на небольшие интервалы. Выделяя время на настройку гиперпараметров только одному алгоритму, можно упустить из виду другие, иногда лучшие конфигурации. При равномерном распределении времени настройка алгоритмов, неэффективных при решении данной задачи, занимает слишком много времени. Задача представляет собой поиск компромисса между исследованием и эксплуатацией, частным случаем которой является задача о многоруком бандите. В

задаче о многоруком бандите рассматривается бандит с N ручками, дернув за любую из них можно получить выигрыш некоторого размера, определяемый случайным распределением, ассоциированным с данной ручкой. В каждый момент времени t агент выбирает ручку a_i и получает выигрыш $r(i, t)$. Цель агента – минимизировать суммарные потери (по сравнению с лучшей стратегий) за конечное время T. В работе использовались алгоритмы: ε-жадный, UCB1 и Softmax [3].

В качестве ручек рассмотрены процессы настройки гиперпараметров $P=\{p_1, ..., p_n\}$. После выбора ручки a_t будем выдавать процессу p_{at} некоторый промежуток времени. Запустив алгоритм, получаем эмпирический риск, достигаемый при последней найденной конфигурации.

Функцию выигрыша можно определить двумя способами. В простейшем случае наградой будет выступать разница между оптимальным эмпирическим риском, найденным в ходе предыдущих итераций, и текущим эмпирическим риском. Для второго способа воспользуемся матожиданием эмпирического риска на шаге t: $E_t(Q(p_i, D))$, где $Q(p_i, D)$ – эмпирический риск, достигаемый процессом p_i на наборе данных D. Функцию среднего выигрыша определим следующим образом: $r_i(t)=1-E_{(t)}(Q(p_i, D))/Q_{\max}$, где $Q_{\max}$ – максимальный эмпирический риск, достижимый для данной задачи.

Чтобы убедиться в эффективности предложенного в данной работе алгоритма, сравним его работу с работой библиотеки Auto-WEKA. Исследования проводились на 10 наборах реальных данных с разным числом категориальных и численных признаков, для корректного сравнения с библиотекой Auto-WEKA в качестве алгоритма настройки гиперпараметров был выбран SMAC [4]. В качестве алгоритмов классификации рассматриваются шесть популярных алгоритмов: kNN, SVM, логистическая регрессия, RF, перцептрон и C4.5. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Сравнение алгоритмов. Наименьшая достигнутая ошибка

Данные	Auto-WEKA	UCB1	0,4-жадный	0,6-жадный	Softmax	$UCB1_{E(Q)}$	$Softmax_{E(Q)}$
Car	0,3305	0,1836	0,1836	0,1836	0,1836	0,1836	0,1836
Yeast	34,13	29,81	29,81	33,65	29,81	29,81	29,81
KRvsKP	0,2976	0,1488	0,1488	0,1488	0,1488	0,1488	0,1488
Semeion	4,646	1,786	1,786	1,786	1,786	1,786	1,786
Shuttle	0,00766	0,0115	0,0115	0,00766	0,0115	0,0076	0,00766
Dexter	7,143	2,38	2,381	2,381	2,381	2,381	0,16
Waveform	11,28	8,286	8,286	8,286	8,286	8,286	8,286
Secom	4,545	3,636	4,545	4,545	3,636	3,636	3,636
Dorothea	6,676	4,938	4,958	4,938	4,938	4,32	2,469
GCredits	19,29	14,29	14,29	15,71	14,29	14,29	14,29

Как видно из таблицы, предложенный подход оказался не хуже, а во многих случаях и существенно лучше библиотеки Auto-WEKA на всех 10 наборах данных. Однако работа предложенного алгоритма с различными алгоритмами решения задачи о многоруком бандите не сильно отличается, но алгоритмы с предложенной функцией выигрыша в большинстве случаев достигли меньшей ошибки. Как показали эксперименты, предложенный алгоритм позволяет улучшить существующее решение задачи совместного выбора алгоритма классификации и его гиперпараметров, так как поиск производится на всем пространстве гиперпараметров каждого алгоритма. Существенно, что предложенный алгоритм быстрее находит оптимальную конфигурацию, чем библиотека Auto-WEKA.

Литература

1. Giraud-Carrier C., Vilalta R., Brazdil P. Introduction to the special issue on meta-learning // Machine learning. – 2004. – V. 54. – № 3. – P. 187–193.
2. Thornton C., Hutter F., Hoos H. Auto-WEKA: Combined Selection and Hyperparameter Optimization of Classification Algorithms // Proceedings of KDD-2013. – 2013. – P. 847–855.
3. Sutton R.S., Barto A.G. Reinforcement learning: An introduction. – The MIT Press, 1998. – 322 p.
4. Hutter F., Hoos H.H., Leyton-Brown K. Sequential model-based optimization for general algorithm configuration // Coello, C.A.C. (ed.) LION. – 2011. – V. 6683. – P. 507–523.

Ефимова Мария Валерьевна
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра фотоники и оптоинформатики, группа № V3400
Направление подготовки: 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
e-mail: brrroshka@gmail.com

УДК 535.34, 535.35

ВЛИЯНИЕ ОН ГРУПП НА СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ИТТЕРБИЙ-ЭРБИЕВЫХ СТЕКОЛ

М.В. Ефимова
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент В.А. Асеев

Материалы, активированные ионами эрбия, получили широкое распространение благодаря тому, что длина волны излучения (1,5 мкм) таких материалов является оптимальной для передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи, а также лежит в диапазоне длин волн, безопасном для глаз [1]. Ионы эрбия имеют слабые полосы поглощения, для повышения эффективности накачки добавляют сенсибилизатор – ион иттербия, имеющий сильную полосу поглощения в области 0,9–1,02 мкм. В качестве активной среды для иттербий-эрбиевых лазеров в основном используются фосфатные стекла, к достоинствам которых относятся низкая стоимость, возможность введения высоких концентраций редкоземельных ионов, а также высокая эффективность безызлучательного переноса энергии от ионов иттербия к эрбию.

Одной из проблем в иттербий-эрбиевых стеклах является концентрационное тушение люминесценции на гидроксильных группах [2–5]. Снизить содержание ОН групп в стеклах можно путем обезвоживания, а именно с помощью барботирования сухим кислородом через расплав стекла. Сравнить стекла, как лазерные материалы, позволяют такие характеристики, как квантовый выход и время жизни люминесценции, которые напрямую связаны с наличием тушителей люминесценции. Влияние времени обезвоживания на изменение квантового выхода люминесценции в современной литературе раскрыто не полностью.

Исходя из этого, **целью работы** являлась оптимизация процесса обезвоживания путем барботирования сухим кислородом через расплав иттербий-эрбиевых фосфатных стекол. В задачи работы в фосфатных иттербий-эрбиевых стеклах с модификаторами MgO и BaO входило:

1. определить содержание ОН групп в стекле при различном времени обезвоживания;
2. определить время затухания люминесценции эрбия при различном содержании ОН групп;

3. исследовать концентрационную зависимость тушения люминесценции в стеклах с переменным содержанием ОН групп.

Для исследований были синтезированы ряды фосфатных стекол в системе $60{,}12P_2O_5$–$29{,}76Z$–$(3{,}03–x)La_2O_3$–xEr_2O_3–$7{,}0Yb_2O_3$ с модификаторами MgO и BaO (Z = MgO и BaO соответственно) и различной концентрацией эрбия (x=0,1, 0,2, 0,4, 0,6 и 0,8 мол.% Er_2O_3). Эти стекла подвергались обезвоживанию путем барботирования расплава сухим кислородом в диапазоне от 0 до 15 мин.

В работе проводились измерения спектров поглощений на спектрофотометре Varian Cary-500 (в диапазоне 300–1700 нм) и ИК-Фурье спектрометре PerkinElmer Spectrum 100 (в диапазоне 2500–5000 нм). А также проводились измерения кинетики затухания люминесценции ионов эрбия в образцах.

В фосфатных стеклах полосы поглощения ОН групп находятся в диапазоне длин волн 3000–3500 нм. Коэффициент поглощения на длине волны 3300 нм пропорционален содержанию ОН групп в образцах. Из рис. 1 видно, что обезвоживание снижает содержание ОН групп в бариевофосфатных стеклах в 3–5 раз, а в магниевофосфатных в 2,5–4,5 раза.

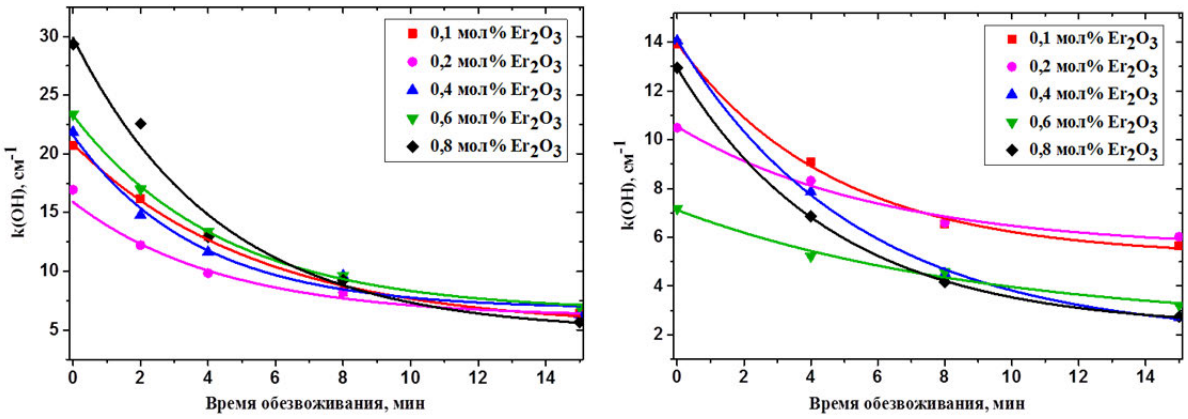


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения на ОН группах от времени обезвоживания в бариевофосфатном (а) и магниевофосфатном (б) стекле

Квантовый выход люминесценции рассчитывался по формуле

$$q = (\tau_{эксп}/\tau_{рад}) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $\tau_{эксп}$ – экспериментально определенное время жизни люминесценции; $\tau_{рад}$ – радиационное время жизни люминесценции. Радиационное время жизни люминесценции определялось по формуле Фюхтбауэра–Ладенбурга

$$\tau_{рад}^{-1} = 8\pi c n^2 \tilde{v}^2 \frac{8}{7} \int \sigma_{abs}(v) dv, \quad (2)$$

где c – скорость света; n – показатель преломления; $\tilde{v}$ – средняя частота полосы; $\int \sigma_{abs}(v) dv$ – интегральное сечение поглощения основного резонансного перехода $^4I_{15\backslash 2}$–$^4I_{15\backslash 2}$.

Из рис. 2 видно, что максимальный квантовый выход люминесценции иона эрбия в бариевофосфатных стеклах был получен при минимальной концентрации ионов эрбия и времени обезвоживания 15 мин и составил 86%. В магниевофосфатных стекла при тех же условиях квантовый выход составил 40%. В пределах концентраций 0,1–0,4 мол.% Er_2O_3 квантовый выход люминесценции эрбия в бариевофосфатных стеклах выше 76% при максимальном обезвоживании.

Таким образом, оптимальными стеклами для создания лазеров на ~1,5 мкм являются иттербий-эрбиевые стекла бариевофосфатного ряда с содержанием оксида эрбия от 0,1 до 0,4 мол.%.

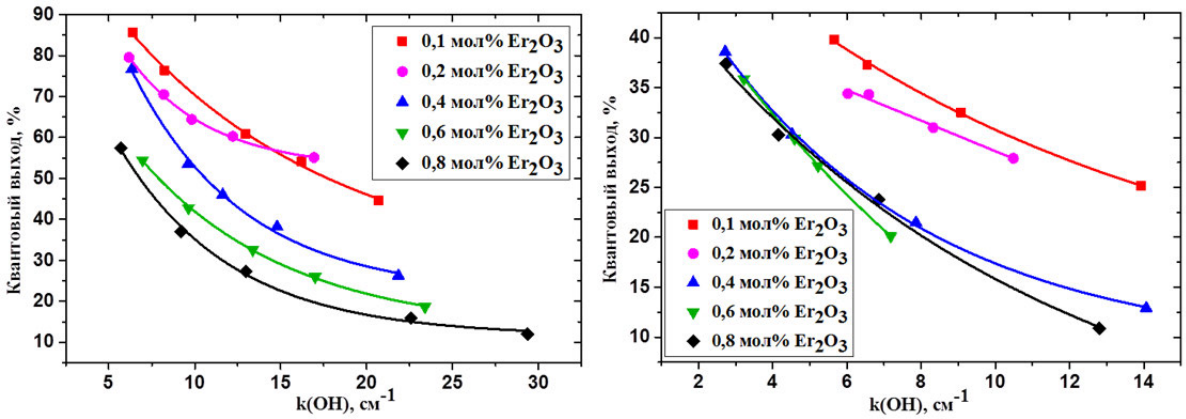


Рис. 2. Зависимость квантового выхода люминесценции от содержания ОН групп в фосфатных иттербий-эрбиевых стеклах с модификаторами BaO (а) и MgO (б)

Литература

1. Desurvire E. Erbium-doped fibre amplifiers: Principles and applications. – Wiley, New York, 1994. – 770 p.
2. Liu Z., Qi C., Dai S., Jiang Y., Hu L. Spectra and laser properties of Er^{3+}, Yb^{3+}: phosphate glasses // Optical Materials. – 2003. – V. 21. – P. 789.
3. Асеев В.А., Жукова М.Н., Никоноров Н.В., Пржевуский А.К., Фёдоров Ю.К., Фёдорова Е.М. Влияние ОН групп на спектрально-люминесцентные свойства высококонцентрированных иттербий-эрбиевых стекол // Научно-технический вестник ИТМО. – 2006. – № 34. – С. 74–79.
4. Lunter S.G., Fyodorov Yu.K. Development of erbium laser glasses // Proc. F. Simp. Light Materials, Laser Technology Material for Optic Telecommun. – 1994. – V. 2. – P. 327–333.
5. Алексеев Н.Е., Гапонцев В.П., Жаботинский М.Е., Кравченко В.Б., Рудницкий Ю.П. Лазерные фосфатные стекла. – М.: Наука, 1980. – 352 с.

Житков Константин Дмитриевич
Год рождения: 1995
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3455
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: zhitkovkostya@gmail.com

УДК 654.9

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ПРОДУКТОВОГО ГИПЕРМАРКЕТА «ПЯТЕРОЧКА»

К.Д. Житков
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Ю. Гришенцев

С повсеместным закреплением за информацией статуса ресурса вопрос защиты информации стал как никогда актуален. Данное утверждение особенно справедливо для организаций и предприятий, в которых информация является важнейшим корпоративным ресурсом. В связи с этим перед организациями всех уровней стоит

задача ее защиты от различных угроз. Данные угрозы могут носить совершенно различный характер, что обуславливает необходимость существования разносторонней, комплексной системы защиты информации. В настоящей работе рассмотрена разработка системы физической защиты информации, включающей в себя подсистемы видеонаблюдения, охранно-пожарной сигнализации, контроля и управления доступом, а также противокражную подсистему. В качестве объекта защиты выступает продуктовый магазин сети «Пятерочка». Цель разработки системы охраны – обеспечение защиты от несанкционированного проникновения злоумышленника на территорию объекта, защита посетителей, персонала и носителей информации от воздействия пожара, защита от краж [1–5].

Произведен анализ объекта защиты. Подробно описана организация торгового и технологического процессов в магазине, рассмотрены процессы поставки товаров, внутренней и внешней инкассации, разгрузки и приемки товаров. Рассмотрена организационная структура магазина, а также управляющей сети. Особое внимание уделено анализу инженерно-технической укрепленности объекта защиты на предмет соответствия рекомендациям Министерства внутренних дел.

Далее определены основные угрозы безопасности и материальные ценности, подвергаемые защите. Разработаны системы охранного теленаблюдения, охранной, тревожной и пожарной сигнализации, контроля и управления доступом, а также противокражная система. Осуществлен выбор наиболее подходящих технических средств защиты. Произведены расчеты источников бесперебойного питания для систем. Для каждой камеры видеонаблюдения рассчитано фокусное расстояние, соответствующее целевой задаче. Разработанная система охранного теленаблюдения позволяет идентифицировать нарушителей в наиболее уязвимых зонах объекта защиты и распознавать в менее уязвимых. Система охранной сигнализации включает в себя два рубежа охраны. Первый рубеж блокирует периметр магазина, а второй – внутренние объемы помещений. Система пожарной сигнализации, разработанная в данной работе, соответствует действующим государственным стандартам и состоит из двух шлейфов. Первый шлейф охватывает подсобные помещения, а второй – торговый зал. Акустическая противокражная система разработана с учетом характерных особенностей объекта защиты. В качестве системы контроля и управления доступом выбрана автономная система, устанавливаемая между торговым залом и подсобными помещениями.

Далее в работе рассмотрены организационные меры безопасности, разработана должностная инструкция охранника магазина.

Литература

1. Синилов В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. – М.: Академия, 2010. – 512 с.
2. Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. – М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006. – 480 с.
3. Дементьев А.Н. Электронные системы безопасности личности и имущества. Часть II. Охранное телевидение. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2012. – 191 с.
4. Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 960 с.
5. Инженерно-техническая укрепленность и оснащение техническими средствами охраны объектов, квартир и МХИГ, принимаемых под централизованную охрану подразделениями вневедомственной охраны. Часть 1. – Введен 01.01.2014. – М.: ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России, 2014. – 84 с.

Завьялова Виктория Витальевна
Год рождения: 1994
Естественнонаучный факультет, кафедра промышленной экологии, группа № А3430
Направление подготовки: 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: ilka94@rambler.ru

УДК 504.056

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

В.В. Завьялова
Научный руководитель – ст. преподаватель Н.В. Динкелакер

Тема работы рассмотрена на примере одного из мероприятий Санкт-Петербурга по снижению негативного воздействия строительства портов на экосистему Невской губы (НГ) – создания заказника «Южное побережье Невской губы» и кластера «Кронштадская колония» [1], расположенного рядом с портом «Бронка». Акватория НГ – место постоянного конфликта экономических и природоохранных интересов. Особенно выраженное негативное воздействие происходит от портов, в последнее время – порта «Бронка». Мероприятия застройщика по снижению негативного воздействия объекта локальны и не касаются биоресурсов Невской губы, в том числе орнитофауны. Наиболее эффективным природоохранным мероприятием по снижению негативного воздействия порта было мероприятие региона – Санкт-Петербурга – по созданию заказника «Южное побережье Невской губы» в 2013 г. и его кластера «Кронколония». Это ценнейшие природные участки для птиц в период массовой миграции по Беломоро-Балтийскому пролетному пути. Территория не имеет других альтернатив для птиц в НГ [2], так как в результате дноуглублений и расчистки огромных площадей дна в НГ исчезло большинство мелководных участков [3]. В настоящее время планируется расширение порта «Бронка» за счет застройки западной части территории заказника. Дискуссии о возможном серьезном влиянии проекта расширения порта не имеют достаточной доказательной базы с экономической точки зрения. Экономическое исследование ожидаемого воздействия ранее не проводилось. **Цель работы** заключалась в составлении эколого-экономической оценки негативного воздействия проекта расширения порта «Бронка» на объекты охраны заказника «Южное побережье Невской губы».

В работе были поставлены задачи:

- исследовать негативные воздействия промышленных объектов на заказник;
- разработать подход к оценке воздействия проекта расширения порта «Бронка» на экосистему заказника, основанный на определяемых на космических снимках параметрах ландшафтов;
- оценить ожидаемое воздействие расширения порта «Бронка» на заказник;
- провести эколого-экономическую оценку возможных последствий реализации проекта расширения порта «Бронка» для заказника, оценить ожидаемый ущерб.

В ходе разработки подхода к оценке воздействия при расширении порта «Бронка» было проведено исследование космических снимков 1977–2015 гг. На основе анализа ландшафтных структур проведено функциональное зонирование сплавины, с учетом типов растительности и известных местообитаний птиц, проведен анализ динамики

различных показателей сплавины в 1977–2015 гг. (рис. 1). Выявлено, что наиболее остро на значительные негативные воздействия промышленных объектов (строительство комплекса защитных сооружений (КЗС), строительство порта «Бронка») реагирует показатель «фронтальная часть сплавины».

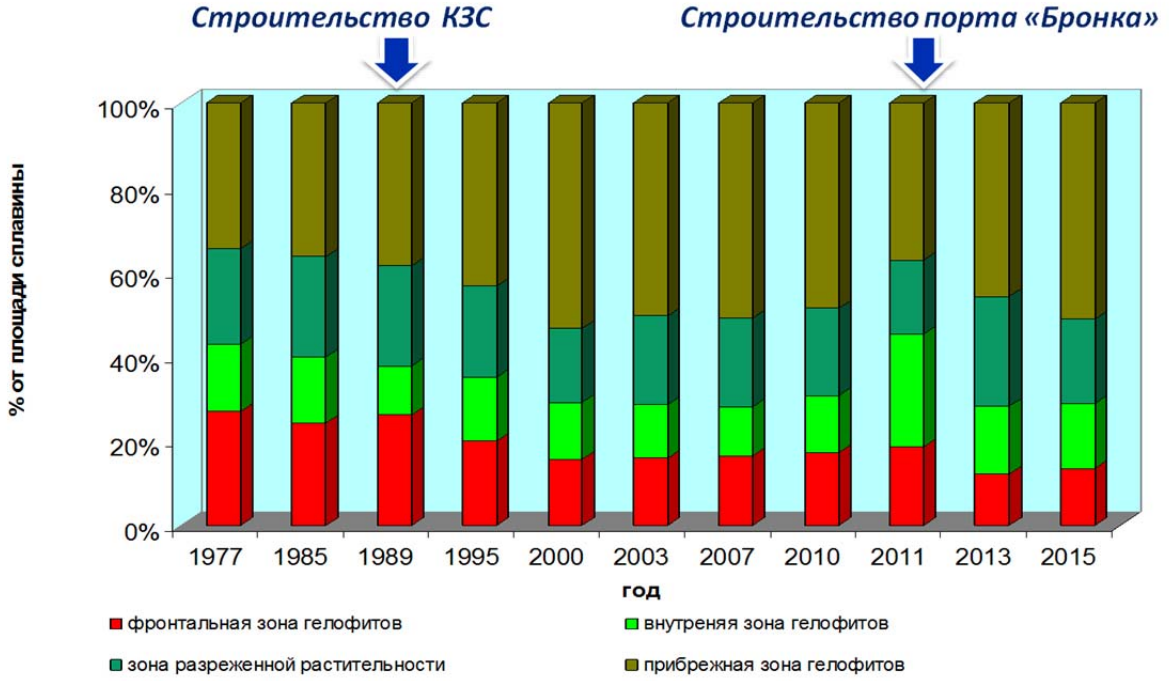


Рис. 1. Динамика структуры сплавины в 1977–2015 гг.

Выявлена взаимосвязь между динамикой этого показателя и количеством обитающих птиц (рис. 2). При разрушении данной структуры уменьшается и количество птиц, что связано с ухудшением качества воды во внутренних частях сплавины, наиболее важных для птиц. Выбранный показатель использован для прогноза воздействий при расширении порта.

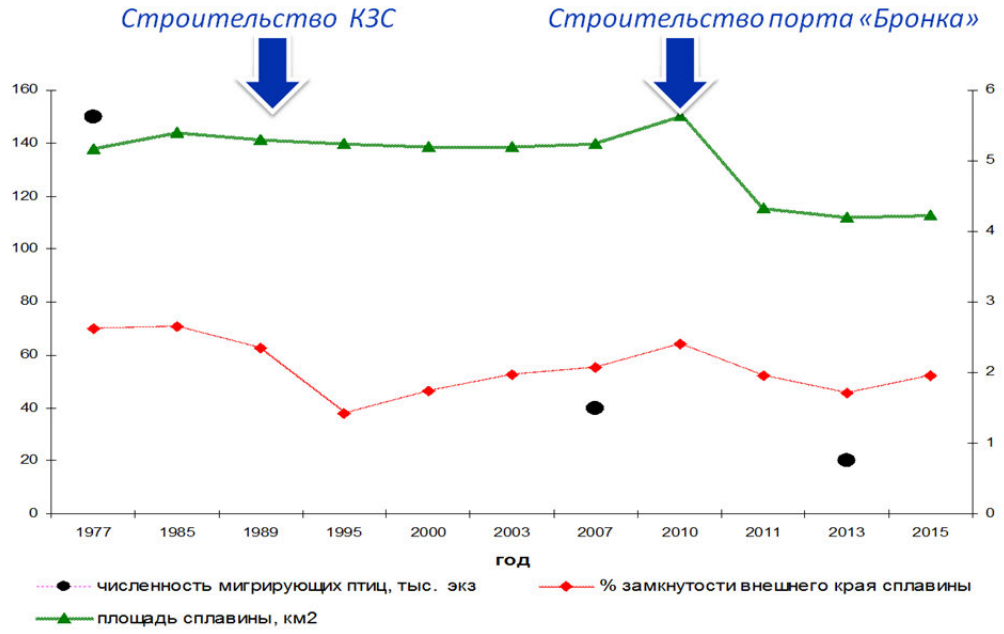


Рис. 2. Динамика параметров сплавины и численности мигрирующих птиц в «Кронколонии»

Проведен расчет экономического ущерба от последствий расширения порта «Бронка» за счет территории заказника по показателю «Орнитофауна», выявлены значительные размеры ожидаемого ущерба птицам, в том числе охотничьим ресурсам. Наибольший ущерб наносится мигрирующим птицам (таблица).

Таблица. Вред среде обитания птиц в случае расширения порта «Бронка»

Группы птиц	Ущерб среде обитания и постоянным местообитаниям, тыс. руб.	Ущерб среде обитания и постоянным местообитаниям, % от суммарного
Охотничьи ресурсы, мигрирующие	323825,422	51
Охотничьи ресурсы, гнездящиеся	13423,6	2
Виды, не отнесенные к объектам охоты, мигрирующие	258860	41
виды, не отнесенные к объектам охоты, гнездящиеся	22807,2	5
Всего	627516,222	

В работе проведен выбор параметров ландшафта для прогноза воздействия на орнитофауну при расширении порта «Бронка», составлен прогноз и определен ожидаемый ущерб. Показано, что эффективность природоохранных мероприятий Санкт-Петербурга по созданию заказника для снижения негативного воздействия портовой деятельности в НГ, заметно сильно снизится, учитывая размеры ущерба как с экономической, так и с ресурсной и природоохранной точек зрения. Проблема сохранения биоресурсов не может быть решена локальными мероприятиями порта. Единственным эффективным мероприятием, которое реализуется Санкт-Петербургом в НГ, является сохранение местообитаний биоресурсов на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), и застройка участка ООПТ в данном случае не допустима.

В ходе проекта расширения порта будет разрушена большая часть экосистемы плавней кластера «Кронштадтская колония», впоследствии снизится численность птиц и исчезнет миграционная стоянка многих видов, что скажется на регионах всего Северо-Запада России. Рекомендуется для защиты экосистемы НГ провести дополнительные меры для сохранения среды обитания биоресурсов также вне ООПТ, для сохранения прибрежных сплавин и плавней рекомендуется сохранение природных и парковых экосистем в зоне до 1 км от края сплавин.

Литература

1. Цветков В.Ю., Сорокин И.Н. Финский залив – природный и морехозяйственный комплекс России. – СПб.: ЛЕМА, 2009. – 222 с.
2. Ковалев Д.Н., Носков Г.А., Носкова М.Г., Попов М.Ю., Рымкевич Т.А. Концепция формирования региональных систем особо охраняемых природных территорий (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области). Часть 1. Экологические аспекты // Биосфера. – 2012. – Т.4. – № 4. – С. 427–462.
3. Беловранин А. Воздействие на Невскую губу 2006-2007 годов может оказаться необратимым [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ppt.ru/news/80434, своб.

Иванова Анастасия Дмитриевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3447
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: nastin48@yandex.ru

УДК 620.09:33

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Д. Иванова
Научный руководитель – к.э.н., доцент Т.Н. Батова

Активизация энергосбережения в настоящее время рассматривается в качестве одной из основных глобальных проблем в силу преимущественно невозобновляемого характера большей части энергетических ресурсов и негативного экологического воздействия энергетического производства. Однако энергия является важнейшим элементом непрерывного и устойчивого развития всех стран. Именно поэтому следует стремиться разрабатывать наилучшие способы и методы энергосбережения, которые способствовали бы развитию экономики и повышению качества жизни людей.

Основной **целью работы** являлось исследование энергосберегающих технологий в России и развитых странах, а также проведение анализа целесообразности использования энергосберегающего оборудования, позволяющего экономить энергетические ресурсы на предприятии.

В России существует необходимость активизации энергосбережения в силу негативных тенденций роста энергоемкости валового внутреннего продукта, как базовой характеристики эффективности использования энергоресурсов. Энергоемкость ВВП в России в 2–5 раз больше, чем в развитых странах. Российские удельные затраты электроэнергии в десять раз превышают мировые, а с учетом больших транспортных и технологических потерь – почти в 15 раз.

Основные стимулы, которые оказывают существенное влияние на развитие энергосберегающих технологий, можно разделить на четыре типа: глобальные (истощение ископаемых энергоресурсов, выбросы вредных веществ, проблемы захоронения отходов АЭС); национальные (увеличение дохода за счет экспорта энергоресурсов для стран-экспортеров, снижение энергоемкости ВВП); корпоративные (снижение текущих и капитальных затрат на предприятиях); личные (формируются путем воздействия на людей материальным поощрением и наказанием с целью заинтересовать их в экономии энергоресурсов).

В ходе исследований было выявлено, что в развитых странах применяется весь спектр энергосберегающих технологий, начиная от использования энергоэффективных технологий при строительстве и реконструкции зданий, заканчивая солнечными батареями и ветровыми установками. В США несколько лет назад авиакомпании начали осуществлять перелеты на альтернативном топливе. Подобное использование биотоплива позволяет уменьшить уровень загрязнения атмосферы на 80%. Европейские страны обладают практическим опытом возведения энергоэффективных домов. В Японии широко применяется использование солнечных батарей, что является причиной постепенного снижения расходов на электроэнергию. В Китае запускаются

заводы по переработке угля в синтетический газ, и уделяется большое внимание ветроэнергетике [1].

Энергосбережение России, несмотря на активизацию работы в этом направлении в последнее десятилетие, фактически только начинает развиваться. Активно применяется технология использования сбросного тепла силовых трансформаторов, отработанного пара паровых турбин для сезонной аккумуляции тепла в грунте с температурой до 40ºС. Подобное мероприятие позволяет снизить расход тепловой энергии на отопление электрических подстанций в 4–6 раз. В некоторых регионах страны применяются технологии солнечного теплоснабжения и ветровые установки. Также одним из наиболее динамично развивающихся направлений возобновляемой энергетики является – теплоснабжение жилых и производственных помещений с использованием тепловых насосов [2].

В настоящее время внедрение энергосберегающих технологий до сих пор не приобрело повсеместного массового характера из-за достаточно высокой стоимости оборудования. Около 80% солнечных элементов и модулей на мировом рынке произведены в Китае. На данный момент, на российском рынке все больше пользуются спросом солнечные и ветровые установки китайских производителей.

ООО «РК Энергострой» является дочерней компанией КОО Энергооборудование «Амур Сириус» (КНР) и представляет ее интересы в России. «РК Энергострой» осуществляет поставку и установку широкого спектра энергетического оборудования производства ведущих промышленных предприятий КНР для строительства энергообъектов.

Положительная динамика значений ряда анализируемых показателей говорит об укреплении финансового положения компании, улучшении финансовой стабильности и независимости. Активы организации за весь период увеличились на 19,43%, собственный капитал увеличился еще в большей степени на 26,4%. Наблюдается положительная динамика чистой прибыли в течение последних пяти лет. Общая рентабельность активов по сравнению с предыдущими годами возросла на 5,3%, что свидетельствует о повышении конкурентоспособности предприятия.

Рассмотрены вопросы повышения эффективного использования оборудования при производстве тепловой и электрической энергии на примере внедрения гидромуфты компанией «РК Энергострой» в ПАО «Мосэнергосбыт» [3].

Для электроприводных насосов хорошо зарекомендовали себя регулируемые гидромуфты китайского производства КОО Энергооборудование «Амур-Сириус» (они простые по конструкции, обслуживаются собственными силами, имеют конкурентную стоимость и большой срок службы).

В качестве устройства регулирования насосных агрегатов, гидромуфта является альтернативой частотно-регулируемым приводам, также имеющим широкое применение. Частотное регулирование предполагает управление скоростью вращения электродвигателя, в то время как гидродинамическое состоит в управлении скоростью вращения насоса при неизменной скорости электродвигателя. Применение регулируемых гидромуфт вместо частотно-регулируемых приводов обеспечивает экономию электроэнергии – от 15 до 20% [4].

В ходе исследований была получена фактическая экономия электроэнергии за 12 месяцев эксплуатации насоса с гидромуфтой:

$$3\,300\,000\ \text{кВт.ч} \cdot 2{,}99\ \text{руб. за 1 кВт.ч} = 9\,867\,000\ \text{руб.}$$

Принимая тариф на электроэнергию на уровне 2,99 руб. за кВт·ч, затраты на установку гидромуфты 11 500 000 руб., получаем срок окупаемости гидромуфты:

$$\frac{11\,500\,000\ \text{руб.}}{9\,867\,000\ \text{руб.}} = 1\ \text{год 2 месяца.}$$

Данный срок окупаемости существенно меньше нормативного срока для энергетического оборудования. Использование гидромуфт на сетевых насосах теплоэлектростанций является целесообразным.

Литература

1. Амирханов Д.Р. Основы энергосбережения. Конспект лекций для студентов экономических специальностей дневной и заочной формы обучения. – Витебск: Министерство образования РБ, ВФ ЧУО «ИСЗ им. А.М. Широкова», 2012. – 186 с.
2. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения: методы расчета и анализа потерь электроэнергии, энергетическое обследование и энергоаудит, способы учета и снижения потерь, экономический эффект. – М.: Энергосервис, 2007. – 593 с.
3. Министерство энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minenergo.gov.ru/activity/statistic, своб.
4. Фаткуллин Р.М., Зайченко О.В., Кремер В.Э. Об экономической эффективности применения регулируемого привода на питательных насосах ТЭЦ с поперечными связями // Энергетик. – 2004. – № 4. – С. 9–11.

Иванов Дмитрий Павлович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра информационно-навигационных систем, группа № Р3430
Направление подготовки: 24.03.02 – Системы управления движением и навигация
e-mail: dimon.94i@mail.ru

УДК 531.383

РАЗРАБОТКА МАКЕТА СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА И АНАЛИЗ ЕЕ РАБОТЫ

Д.П. Иванов
Научный руководитель – д.т.н., доцент М.И. Евстифеев

Введение. Микромеханические гироскопы (ММГ) являются одними из самых перспективных датчиков инерциальной информации для широкого круга решения задач подвижных объектов. Важными причинами, влияющими на точность микромеханических гироскопов, как показывают проведенные исследования [1, 2], являются такие факторы, как технологические несовершенства изготовления датчиков, внешние и внутренние температурные воздействия [3]. Рабочая температура окружающей среды для ММГ может изменяться в пределах от –40°С до +85°С. Именно в таких условиях были проведены испытания в термокамере. В результате эксперимента выяснилось, что температурные воздействия внешней среды на микромодуль изделия вносят существенные изменения величины нулевого выходного сигнала гироскопа, особенно в области отрицательных температур [4].

Постановка задачи. Из работы [5] известно, что существенное влияние температура оказывает на кристалл чувствительного элемента (ЧЭ), и менее подвержена влиянию интегральная схема специального назначения (ИССН). Исходя из этого, в настоящей работе предложено стабилизировать температуру ЧЭ. **Целью работы** являлось с помощью программно-аппаратной реализации системы термостабилизации в рамках макета производить поддержание температуры ЧЭ на

уровне +85°С, используя систему с датчиком температуры (ТД) и нагревательным элементом (НЭ). Потребляемая мощность системы не должна превышать 2 Вт.

Методика выполнения работы. Электронные компоненты по вышеуказанным критериям и результатам моделирования, были размещены на поверхности кристалла рис. 1.

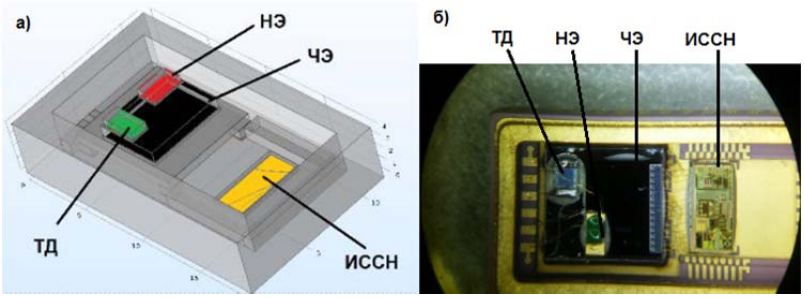
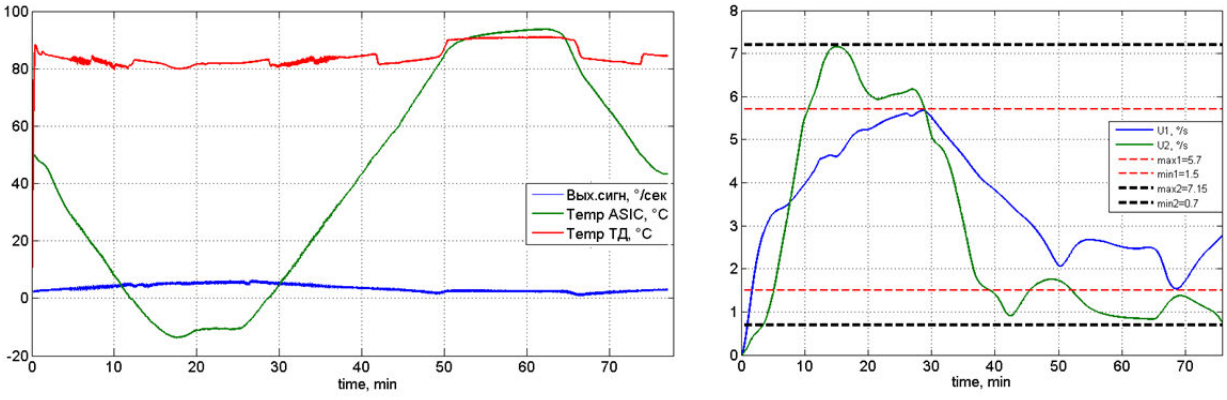


Рис. 1. Изменение опытного образца ММГ: его модель (а) и экспериментальный микромодуль (б)

При разработке контура схемы автоматического управления по отклонению для системы термостатирования предлагается управлять скоростью нарастания сигнала. Такой подход исключает возможность сгорания проводов электрической схемы, а важнее, что исключается фактор скачкообразного поведения биполярного транзистора, использованный в качестве НЭ. В свою очередь, это минимизирует шумовую составляющую показаний термодатчика.

В рамках макета применялись два источника питания – для ММГ и НЭ. Алгоритм системы управления реализован на персональном компьютере, а через плату преобразования управлялся системой термостабилизации в микромодуле. С помощью программного обеспечения и подключенного компьютера проводилась параллельно с испытанием в термокамере запись выходного сигнала. В том числе записывались показания значений встроенного в ИССН отдельного датчика температуры в общий массив данных.

Результаты работы. При повторных испытаниях в термокамере была включена реализованная система термостабилизации. Разработанный макет системы термостатирования успешно производил отработку задающей температуры в рамках коридора колебательного процесса, что и приведено на рис. 2, а. При сравнении величины нулевого сигнала рис. 2, б, без системы (зеленый) и с ней (синий), наглядно демонстрируется, что коридор сигнала без внешних задающих угловых возмущений приобрел более узкий характер.



а б

Рис. 2. Графики зависимости температуры ЧЭ (а) и выходного сигнала (б) от времени

Затем проводились испытания на повторяемость, и система проявила стабильность во времени при работе в режиме нескольких термических циклов. Для оценки повышения стабильности выходного сигнала использовалась формула:

$$\hat{x} = 100\% - 100\% \cdot \frac{\Delta U_2}{\Delta U_1}. \quad (1)$$

По приблизительной оценке стабильность выходного сигнала увеличилась на 35%, что говорит об успешном применении системы термостабилизации. Такая система может успешно применяться на объектах, работающих в нестабильных внешних температурных условиях. Перспективами развития темы предлагается совершенствование аппаратной части системы термостабилизации для равномерно распределенного температурного градиента на ЧЭ.

Литература

1. Джашитов В.Э., Панкратов В.М., Барулина М.А. Автоматизированная технология исследования возмущенных микромеханических датчиков инерциальной информации // Высокие технологии путь к прогрессу: сб. науч. тр. – 2003. – С. 110–114.
2. Жегалин И.И., Мезенцев А.П. и др. Малогабаритная бесплатформенная инерциальная система на микромеханических гироскопах и акселерометрах для быстровращающихся объектов // Гироскопия и навигация. – 1998. – № 4(23). – С. 89.
3. Евстифеев М.И., Унтилов А.А. Требования к точности изготовления упругого подвеса микромеханического гироскопа // Гироскопия и навигация. – 2003. – № 2. – С. 24–31.
4. Пешехонов В.Г. и др. Результаты испытаний установочной партии микромеханических гироскопов RR-типа // Гироскопия и навигация. – 2011. – № 1. – С. 37–48.
5. Zang X., Park S. and Judy M.W. Accurate Asseeement of Packaging Stress Effects on MEMS Sensors by Measurement and Sensor-Package Interaction Simulations // Journal of microelectromechanical systems. – 2007. – V. 16. – № 3. – P. 639–649.

Ивашкова Ксения Павловна
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, группа № Р3475
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: greatwillow@mail.ru

УДК 378.1

СБОР И АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ДЕФЕКТОВ 3D-ПЕЧАТИ

К.П. Ивашкова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Филиппов

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615863 «Научные основы создания цифрового производства приборостроения».

На данном этапе развития технологий производства изделий 3D-печать является одним из самых перспективных направлений. Несмотря на ряд преимуществ 3D-печати, существуют и некоторые проблемы, ограничивающие популяризацию этой

технологии. Возникает потребность в сборе и анализе статистики дефектов 3D-печати. В текущее время не существует общепринятой терминологии в сфере аддитивных технологий, отсутствует классификация дефектов. Сбору статистики и анализу данных не уделено должное внимание. Исходя из этого, было предложено собрать и анализировать дефекты, выяснить причины их возникновения, проклассифицировать эти причины и предложить возможные решения для устранения сбоев. На основе проделанной работы необходимо разработать прототип базы данных возможных дефектов и создать онтологический словарь дефектов.

Причиной возникновения тех или иных дефектов служат различные факторы. Для оптимизации производственного процесса необходимо быстро и верно определять источник проблемы для дальнейшего его устранения. В процессе работы проанализированы самые распространенные проблемы аддитивных технологий, встречающихся на практике.

После сбора статистики и проведенного анализа собранных данных можно первично проклассифицировать дефекты по нескольким источникам их появления:

– физические характеристики материала (Термодинамика);
– неполадки в механизме принтера (Механика);
– сбои программного обеспечения принтера (Программа);
– просчеты в виртуальной модели (Модель).

Для удобства предложены емкие термины для обозначения каждого источника. В дальнейшем они будут взяты в основу поисковых предписаний.

Современное производство стремится к автоматизации устранения неполадок для повышения производительности. Диагностика дефектов может быть создана в виде экспертной диагностической системы (ЭДС), реализованной в персональном компьютере, и даже в самом 3D-принтере, если речь идет о наиболее продвинутых версиях такого оборудования. Для этого предлагается создать базу знаний определения причины возникновения ошибки и способа ее устранения без вмешательства человека.

Воспользуемся для стандартизации словарей виртуальным строковым пространством технологических данных (ВСПТД) [1]. За счет гибкости ВСПТД словари и правила можно изменять и расширять со временем, что непременно потребуется с развитием 3D-печати.

Таблица 1. Словарь объекта DEFECT (Дефект)

Имя NM	Формат	Наименование
COD	X(3)	Код дефекта
NAME	X(30)	Наименование дефекта
DESCRIPTION	X(30)	Описание дефекта
…		

В табл. 1 приведен пример словаря объекта DEFECT (Дефект). Он содержит параметры группы NM (Имя): COD (Код дефекта), NAME (Наименование дефекта) и DESCRIPTION (Описание дефекта). Формат параметров COD, NAME и DESCRIPTION буквенный.

В табл. 2 приведен пример словаря объекта SOURSE (Источник проблемы). Он содержит параметры COD (Код дефекта), CODMOTIVE (Код источника), MOTIVE (Источник проблемы) и PROBABILITY (Вероятность). Для параметра MOTIVE были предложены возможные значения Mt (Материал), Mh (Механика), Pr (Программа), Ml (Модель). Формат параметра CODMOTIVE и PROBABILITY числовой, MOTIVE буквенный.

Таблица 2. Словарь объекта SOURSE (Источник проблемы)

Имя NM	Формат	Наименование
COD	X(3)	Код дефекта
CODMOTIVE	999	Код источника
MOTIVE	X(30)	Источник проблемы
PROBABILITY	999	Вероятность
…		

Словарь объекта ACTION (Действие) содержит параметры COD (Код дефекта), CODMOTIVE (Код источника), PROBABILITY (Вероятность) и SOLUTION (Решение), указанные в табл. 3. Каждому значению кода в таблице действий соответствует несколько наименований решений, выбираемые с учетом указанной вероятности, содержащие инструкцию по устранению ошибки.

Таблица 3. Словарь объекта ACTION (Действие)

Имя NM	Формат	Наименование
COD	X(3)	Код дефекта
CODMOTIVE	999	Код источника
PROBABILITY	999	Вероятность
SOLUTION	X(30)	Решение
…		

Допустим, что у нас имеется дефект «Провисания», которому соответствует код дефекта «025», причина возникновения данного сбоя может быть из-за Материала или Модели, коды источника приняты соответственно равными «145» и «343». Тогда, строка с описанием ошибки и ее решением будет иметь вид:

$DEFECT.COD='025'; $SOURSE.MOTIVE='Mt';

$DEFECT.NAME='Провисания';

$DEFECT.DESCRIPTION='Провисания получаются при переходе печатающей головы от одного крупного элемента к другому, тянущей за собой пластик';

$SOURSE.PROBABILITY=85;

$SOURSE.CODMOTIVE=145;

$ACTION.SOLUTION='Пластик сильно плавится. Снизить температуру печати';

$DEFECT.COD=025; $SOURSE.MOTIVE='Ml';

$DEFECT.NAME='Провисания';

$DEFECT.DESCRIPTION='Провисания получаются при переходе печатающей головы от одного крупного элемента к другому, тянущей за собой пластик';

$SOURSE. PROBABILITY =15;

$SOURSE.CODMOTIVE =343;

$ACTION.SOLUTION='Неправильно задана толщина печатаемого слоя'.

$ACTION. PROBABILITY=:;

$ACTION.COD=:;

Значения двух последних параметров “:” (символ двоеточие) в терминологии ВСПТД означает, что они относятся к множеству целей экспертной системы [1]. Задача ЭДС – перевести эти цели во множество фактов. Для поиска решения создается база знаний с представлением в виде правил вывода.

ЕСЛИ $DEFECT.COD=025 И $DEFECT.MOTIVE='Mt' ТО $ACTION. PROBABILITY=85 И $ACTION.COD='0134'.

Вербально это означает: если дефект «Провисание», то с вероятностью 85% причина проблемы Материал.

Таким образом, после определения кода ошибки в базе данных при помощи правил вывода будет найдено и предложено решение проблемы.

В результате выполнения работы были оценены эффективность и перспективность современной 3D-печати, изучены и проанализированы ее проблемы.

Была предложена система поисковых предписаний для автоматизации поиска и решения сбоев при работе принтера. Благодаря организации набора поисковых предписаний, база данных была максимально адаптирована под пользователя. Полученные результаты в дальнейшем будут дополнены, улучшены и использованы для создания экспертной системы по поиску решения проблемы дефектов трехмерной печати.

Литература

1. Филиппов А.Н. Виртуальное строковое пространство технологических данных и знаний. Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 86 с.

Калинкина Ольга Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3400
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: olcheg-94@mail.ru

УДК 535.317

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

О.С. Калинкина
Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.В. Иванова

При создании программ для проектирования оптических систем часто возникает необходимость организовать вычисление показателя преломления стекла определенной марки для заданной длины волны. Для этого обычно используются дисперсионные формулы, и для каждой из них для заданной марки стекла можно определить набор коэффициентов, значения которых затем позволяют воспроизводить показатель преломления в любой точке части спектра. Одним из примеров задач, в которых необходимо использование показателей преломления стекол, является программа «Синтез склеенного компонента», разработанная на кафедре ПиКО Университета ИТМО [1–2]. Основное ее назначение заключается в расчете двухлинзового склеенного объектива по методике Слюсарева. Программа определяет несколько подходящих пар стекол по таблицам, и вычисляет для каждой пары конструктивные параметры склеенного компонента. Недостатком этой программы является использование таблиц Трубко [3], которые имеются для ограниченного набора стекол. Добавление возможности использовать любые стекла из любого каталога позволит существенно расширить возможность программы.

Целью работы являлось создание программного модуля, вычисляющего показатель преломления для заданной марки стекла на заданной длине волны, а также модификация программы синтеза склеенного компонента с использованием данного модуля.

Производители стекол используют индивидуальные способы представления информации, необходимой для вычисления показателя преломления, и каждая программа для расчета и проектирования оптических систем использует свои каталоги,

записанные в определенном формате. В работе было решено воспользоваться каталогами ZEMAX [4], как наиболее распространенной среды проектирования оптических систем. В результате был разработан модуль чтения файла формата *.agf и вычисления показателя преломления. Для тестирования проверены все возможные дисперсионные формулы, поддерживаемые ZEMAX (всего 13 формул) и проведено сравнение показателя преломления, вычисленного разрабатываемой программой, с показателем преломления, вычисленным программой ZEMAX. Сравнение показало, что показатели преломления совпадают с точностью до 8 знака после запятой.

Возможность использования стекол из других каталогов и вычисление необходимых параметров (вместо чтения их из таблицы) в программе для синтеза склеенного компонента позволят расширить диапазон используемых материалов и повысить точность вычислений. Основная задача модификации – это замена табличных данных на вычисленные на основе выбранного каталога стекол. Далее приведены все величины (1–5), необходимые для составления комбинаций стекол и дальнейшего расчета параметров склеенного объектива:

– оптическая сила двух линз склеенного объектива:

$$\varphi_1 = \frac{\nu_1}{\nu_1 - \nu_2}(1 + \nu_1 C),\ \varphi_2 = 1 - \varphi_1; \quad (1)$$

– параметр кривизны:

$$\pi = \frac{\varphi_1}{n_1} + \frac{\varphi_2}{n_2}; \quad (2)$$

– минимальное значение основного параметра сферической аберрации:

$$Q_{01} = (3\frac{\varphi_1^2}{n_1 - 1} - 3\frac{\varphi_2^2}{n_2 - 1} - 2\varphi\varphi_2)/(2(\varphi + 2\pi)),\ Q_{02} = \frac{\varphi}{\varphi + 2\pi} - Q_{01}; \quad (3)$$

– минимальное значение основного параметра комы:

$$W_{01} = -(\varphi + \pi)Q_{01} - (\frac{\varphi_1^2}{n_1 - 1} - \frac{\varphi_2^2}{n_2 - 1} - \varphi\varphi_2),\ W_{02} = \frac{\pi\varphi^2}{\varphi + 2\pi} - W_{01}; \quad (4)$$

– минимальное значение инварианта Аббе на поверхности склейки:

$$P_{01} = \frac{n_1\varphi_1^3}{(n_1 - 1)^2} + \frac{n_2\varphi_2^3}{(n_2 - 1)^2} - \varphi\frac{\varphi_2^2}{n_2 - 1}n_2) - (\varphi + 2\pi)Q_{01}Q_{02},$$

$$P_{02} = P_{01} - 4\varphi W_{01} + \frac{2\pi\varphi^3}{\varphi + 2\pi}, \quad (5)$$

где 01; 02 – порядковые номера стекол, входящих в склейку.

Внешний вид модифицированной программы представлен на рисунке.

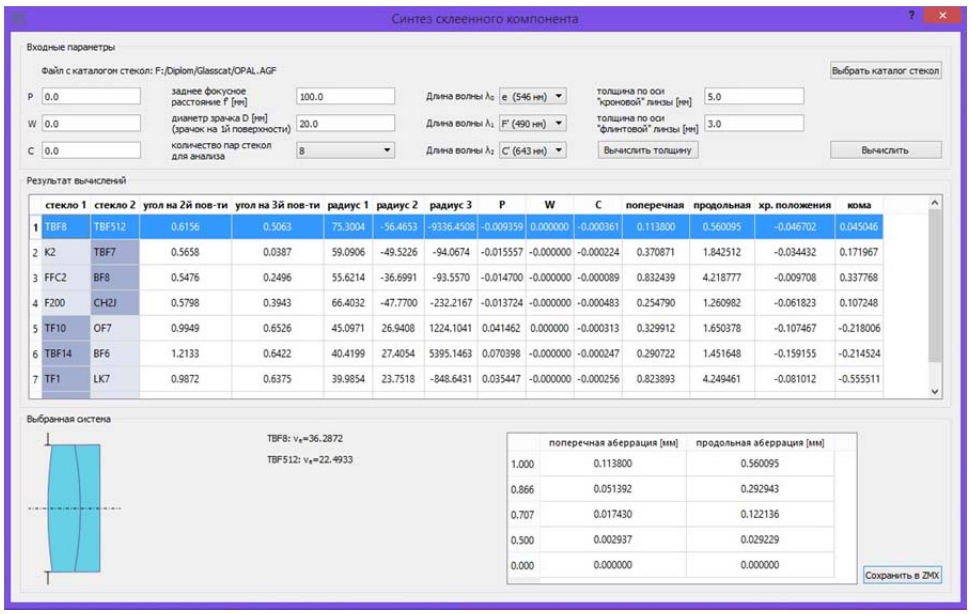


Рисунок. Программа «Синтез склеенного компонента»

В результате модификации программы «Синтез склеенного компонента» появилась возможность использования любого каталога стекол, включая те, которые можно создать самому, что увеличивает диапазон используемых материалов. Кроме того, после модификации повысилась точность вычислений, поскольку в табличном подходе было изначальное округление исходных данных, а при необходимости задать конкретную величину параметра хроматизма приходилось прибегать к аппроксимации. Эти изменения дают возможность расчетчикам находить новые, нестандартные решения в виде необычных комбинаций с хорошими конечными параметрами аберраций.

Таким образом, в результате выполнения работы был разработан модуль чтения каталогов ZEMAX (формат *.agf) и вычисления показателя преломления на заданной длине волны, а также модифицирована программа «Синтез склеенного компонента» с использованием разработанных модулей вычисления показателей преломления стекол. Новая программа позволяет самостоятельно выбирать материалы для склеенного объектива и вычислять его с большей точностью. Разработанная программа позволяет существенно увеличить возможности проектировщика на этапе расчета оптической системы, а именно при расчете склеенного объектива, делая подбор материалов легче и быстрее. На программу был получен патент [2].

Литература

1. Бондаренко Д.В., Иванова Т.В., Короткова Н.Д., Романова Г.Э. Автоматизация расчета склеенного компонента // XI Международная конференция «Прикладная оптика-2014»: сб. трудов конференции. – 2014. – Т. 1. – С. 60–63.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016614896 от 11 мая 2016г. «Синтез склеенного компонента» / Иванова Т.В., Романова Г.Э., Бондаренко Д.В., Калинкина О.С., Короткова Н.Д.
3. Трубко С.В. Расчет двухлинзовых склеенных объективов: справочник. – Л.: Машиностроение, 1984. – 124 с.
4. Zemax Optical Design Program User’s Manual. – 2014. – 879 p.

Касимова Манижа Бехрузовна
Год рождения: 1994
Факультет пищевых технологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т3430
Направление подготовки: 19.03.01 – Биотехнология
e-mail: kasimovamanija@mail.ru

УДК 637.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАТЫКА

М.Б. Касимова
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Забодалова

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального питания».

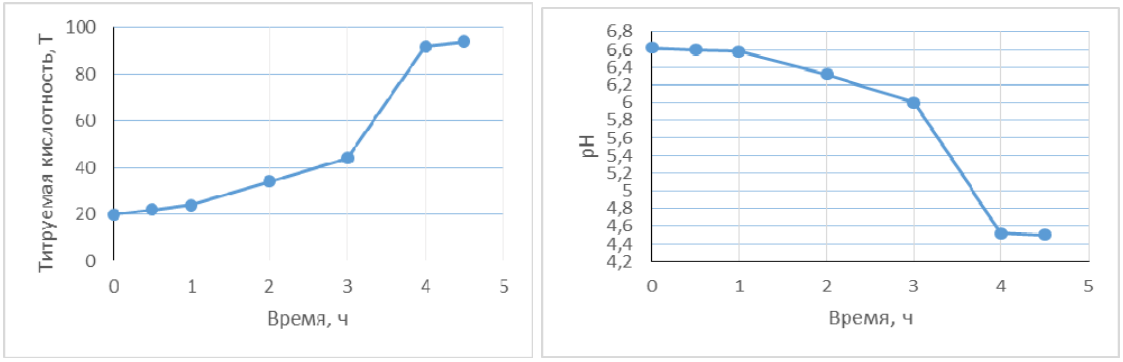
Качество кисломолочных продуктов во многом зависит от качества используемых заквасок. При длительном хранении и культивировании закваски постепенно теряют свою производственную ценность в результате изменения биохимических свойств

микроорганизмов. Для поддержания заквасок в наиболее активном состоянии необходимо производить ротацию заквасочных штаммов. Этим обусловлена необходимость выделения чистых культур молочнокислых микроорганизмов. В настоящее время достигнуты определенные результаты по селекции молочнокислых бактерий, бифидобактерий, а также по исследованию их физиолого-биохимических свойств. Проведение дальнейших исследований в данном направлении позволит обеспечить решение более глубоких и разносторонних задач по созданию кисломолочных продуктов нового поколения.

Целью работы являлось изучение свойств и состава микрофлоры закваски для катыка, выделение чистых культур молочнокислых бактерий и изучение их физиолого-биохимических свойств. Опыт выделения чистых культур советскими учеными показал, что наиболее типичные по своим признакам производственно-ценные штаммы удается выделить из национальных кисломолочных продуктов, получаемых в Средней Азии и на Кавказе [1].

В настоящей работе был выбран национальный продукт катык. На первом этапе изучали свойства закваски для катыка. Выявлено, что закваска обладала умеренной активностью, так как время полного свертывания 100 мл стерильного коровьего молока Ж=3,2% при внесении 1 мл закваски составило 4,2 ч, а титруемая кислотность – 88°Т.

Результаты исследования динамики кислотонакопления в процессе сквашивания приведены на рис. 1, из которого видно, что в течение первого часа кислотность возрастает медленно, потом быстро увеличивается до четвертого часа (до образования сгустка), а затем темп накопления кислоты уменьшается. С производственной точки наиболее ценны закваски, которые обладают умеренной предельной кислотностью, поскольку это не приводит к перекисанию продукта.



а б

Рис. 1. Нарастание титруемой кислотности (а) и изменение pH в процессе сквашивания (б)

Результаты исследования влагоудерживающей способности сгустка, полученного сквашиванием цельного молока с м.д. жира 3,2% с добавлением 3% закваски, свидетельствуют о том, наиболее интенсивно сыворотка отделялась в первые 20 мин центрифугирования, ее количество составило 34% и далее практически не изменялось.

Сгусток обладал недостаточно высокой устойчивостью к механическому воздействию – коэффициент механической стабильности был равен 1,5; потери вязкости составили 32%, однако он обладал способностью к тиксотропному восстановлению после прекращения механического воздействия (степень восстановления структуры – 68,2%).

Качественные реакции на содержание углекислоты, ацетоина с диацетилом в закваске для катыка показали, что в закваске содержатся углекислота (сгусток после нагревания стал губчатым и поднялся над сывороткой на 1,5 см) и ацетоин с диацетилом (ясно выраженное розовое окрашивание появилось через 10 мин).

На втором этапе исследования изучался состав микрофлоры закваски для катыка. При микроскопировании окрашенного препарата установлено хорошее развитие палочек и наличие 2–3 стрептококков в поле зрения микроскопа (рис. 2).

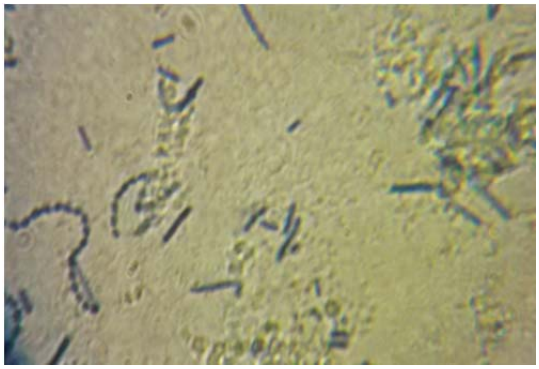


Рис. 2. Микроскопическая картина закваски для катыка

На заключительном этапе проводили выделение чистых культур молочнокислых бактерий из закваски, предварительно очистив ее от дрожжей, которыми она часто бывает обсеменена, путем многократного пересева в стерильное обезжиренное молоко. Так как предполагали, что в состав закваски входят Streptococcus thermophilus и Lactobacillus bulgaricus, то в качестве плотных питательных сред были выбраны М17 и MRS. Готовили девятое, десятое и одиннадцатое разведения закваски на физиологическом растворе и делали глубинные и поверхностные посевы на чашки Петри. Чашки с посевами термостатировали в течение 48 ч при температуре 40±2°С. Из колоний, выросших на плотных питательных средах, были выделены колонии, типичные именно для данных микроорганизмов. Они положительно окрашивались по Граму, каталазу не образовывали. После просмотра микроскопического препарата производили пересев выбранных колоний микроорганизмов в стерильное обезжиренное молоко и термостатировали при температуре 40±2°С в течение 22 ч. После выдержки выяснилось, что в пробирках с обезжиренным молоком и внесенным материалом из колоний на среде М17 (Streptococcus thermophilus) образовался плотный сгусток с незначительным отделением сыворотки, а в пробирках с высеянным материалом из колоний, образованных на среде MRS, образования сгустка не наблюдалось. К сожалению, на данном этапе не удалось выделить чистую культуру Lactobacillus bulgaricus. В дальнейшем целесообразно повторить опыт с применением другой среды, например, агара с гидролизованным молоком.

Для дальнейших исследований был выбран сгусток, при микроскопировании которого наблюдалось обильное развитие стрептококков при наличии 1–2 палочек в поле зрения. Для получения чистой культуры Streptococcus thermophilus готовили шестое, седьмое и восьмое разведения, делали поверхностные посевы на среде М17, термостатировали их при температуре 40±2°С, в течение 48 ч. Затем материал из выросших колоний пересевали в обезжиренное стерилизованное молоко, после очистки изучали физиолого-биохимические свойства стрептококков. Выделенная культура термофильного стрептококка положительно окрашивается по Граму, каталазу не образует. Активность свертывания равна 5,5 ч. Выделенный штамм оказался неустойчив к 0,1% метиленового голубого и 4% хлористого натрия, так как в жидких питательных средах с содержанием указанных количеств ингибиторов роста, рост термофильного стрептококка не наблюдался.

Таким образом, в результате проведенных исследований определены свойства закваски для катыка, выделена чистая культура термофильного стрептококка и изучены его физиолого-биохимические свойства.

Литература

1. Королева Н.С. Техническая микробиология цельномолочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 272 с.

Кисляковский Илья Олегович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра компьютерных образовательных технологий,
группа № Р3420
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы и технологии
e-mail: kisliakovskiii@yandex.ru

УДК 004.853

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ «TRAINBUSTERS» И СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ БОТОВ

И.О. Кисляковский
Научный руководитель – доцент А.А. Скшидлевский

Развитие технологий не стоит на месте и с каждым годом минимальные требования к объему знаний студентов все увеличиваются. Между тем традиционный подход к обучению не способен мотивировать студента к изучению огромного количества материалов. Необходимо выработать новый подход, целью которого будет более простое и эффективное усвоение знаний студентами [1–5].

Одна из таких возможностей, обладающих колоссальным потенциалом, – применение видеоигр в обучении, их использование в качестве мультимедийного электронного образовательного ресурса.

В последние несколько лет чрезвычайно возросли количество исследований, проводимых в различных областях применения данного подхода, от математики, компьютерных наук до лингвистики и даже гражданского строительства. И результаты исследований говорят об эффективности подхода.

Целью работы являлось создание соревновательной компьютерной игры, участниками которой являются компьютерные программы, выполняющие действия, заранее описанные пользователем, – боты, с возможностью использования данной игры в качестве средства обучения программированию.

В результате изучения примеров работ по исследуемой тематике было выбрано несколько вариантов, задачи которых были смежны с задачей данной работы. Итоги сравнения представлены в таблице. Создаваемая игра представлена в последнем столбце.

Таблица. Сравнение аналогов

	Critical Mass	Submarine Wars	Robocode	Trainbusters
Нелинейность игровых сценариев	–	+	+	+
Визуализация	–	+	+	+
Фокус	Язык программирования C++	Теория ИИ, язык программирования C#	Языки программирования платформы Java и .NET	Произвольные языки программирования, теория графов

В каждой из представленных игр человек не участвует напрямую, а пишет бота. Такие игры, как правило, нацелены на изучение языка программирования. Изучаемый язык при этом соответствует тому, на котором написана игра. Для изменения изучаемого языка при этом потребовалось бы полностью переписывать весь код программы, хотя игровая механика при этом остается прежней.

Разделение игры на отдельные модули, общающиеся между собой в рамках определенного протокола, позволило бы решить эту проблему. Рамки использования игры, таким образом, могли бы постоянно расширяться.

В результате анализа игровой механики было установлено, что действия игрока четко отделены от поведения самой игры. В связи с этим основная игровая логика может представлять серверную часть приложения, реализация игрока – клиентскую часть, а взаимодействие осуществляется посредством запросов и ответов. Ниже представлена диаграмма вариантов использования (рисунок).

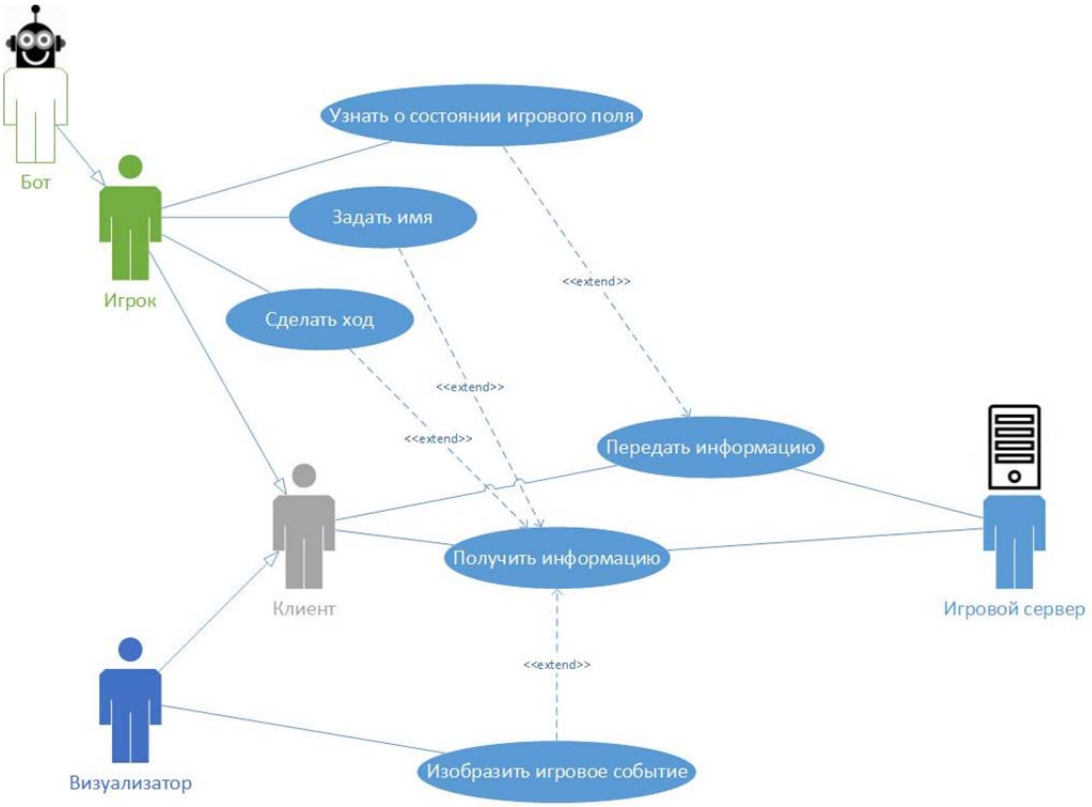


Рисунок. Диаграмма вариантов использования

В рамках работы были разработаны сервер компьютерной игры «Trainbusters», каркас для программирования ботов и средство визуализации. В результате работы:

1. осуществлен обзор существующих аналогов;
2. разработан алгоритм создания карты игрового поля;
3. реализован протокол клиент-серверного взаимодействия;
4. созданы компоненты игровой системы;
5. реализована возможность настройки игровой среды;
6. проведена апробация игровой системы.

Игра может применяться для изучения программирования и укрепления знаний по теории графов.

В дальнейшем планируется провести полномасштабное исследование применения игры в учебном процессе, расширить систему реализациями ботов на других языках программирования и более совершенной визуализацией.

Литература

1. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы: распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2014 г. № 2765-р. // Собрание Законодательства РФ. – 2015. – № 2. – ст. 541.
2. Леган М.В., Яцевич Т.А. Об актуальности использования мультимедийных электронных образовательных ресурсов в образовательном процессе технических вузов // Инновации в образовании. – 2013. – № 11. – С. 133–143.
3. Hwang G., Wu P. Advancements and trends in digital game-based learning research // British Journal of Educational Technology. – 2012. – V. 3. – № 1. – P. E6–E10.
4. Lawrence R. Teaching Data Structures Using Competitive Games // IEEE Transactions on Education. – 2004. – V. 47. – № 4. – P. 459–466.
5. Bezgorodov A. at al. Learning AI Techniques Through Bot Programming for a Turn-Based Strategy Game // ECGBL 2015 9th European Conference on Games Based Learning. – 2015 – P. 66–74.

Колесниченко Дмитрий Михайлович
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: dimec3@yandex.ru

УДК 004.41

УЧЕБНЫЙ RISC-ПРОЦЕССОР

Д.М. Колесниченко
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

После распада Советского Союза мы в большей степени являемся пользователями готовых продуктов, нежели производителями, поэтому возникает необходимость создания собственных устройств, чтобы исключить зависимость всей области вычислительной техники в России от взаимоотношений между странами и импорта товаров. В связи с этим стало актуальным создание собственной элементной базы, которая могла бы помочь в обучении молодых специалистов. Именно поэтому было решено создать учебный RISC-процессор.

При разработке был учтен тот факт, что процессор должен быть в первую очередь учебным, соответственно, он должен быть несложным, но в то же время охватывать основные инженерные решения, характерные для RISC-архитектуры [1]. Именно поэтому он содержит основные блоки, такие как счетчик команд, 32-разрядные память и регистр команд, 16-разрядный регистровый файл, АЛУ [2], статусный регистр, 16-разрядная память данных, аппаратный стек и устройство управления (рисунок).

Статусный регистр было решено выделить, чтобы его функции и отличие от остальных регистров были сразу понятны даже людям, находящимся на начальной стадии изучения вычислительной техники. Он содержит биты, отвечающие за перенос, нулевой результат, знак результата, переполнение и половинный перенос.

Для того чтобы показать принципы работы стека и для чего он используется, было решено сделать его аппаратным [3].

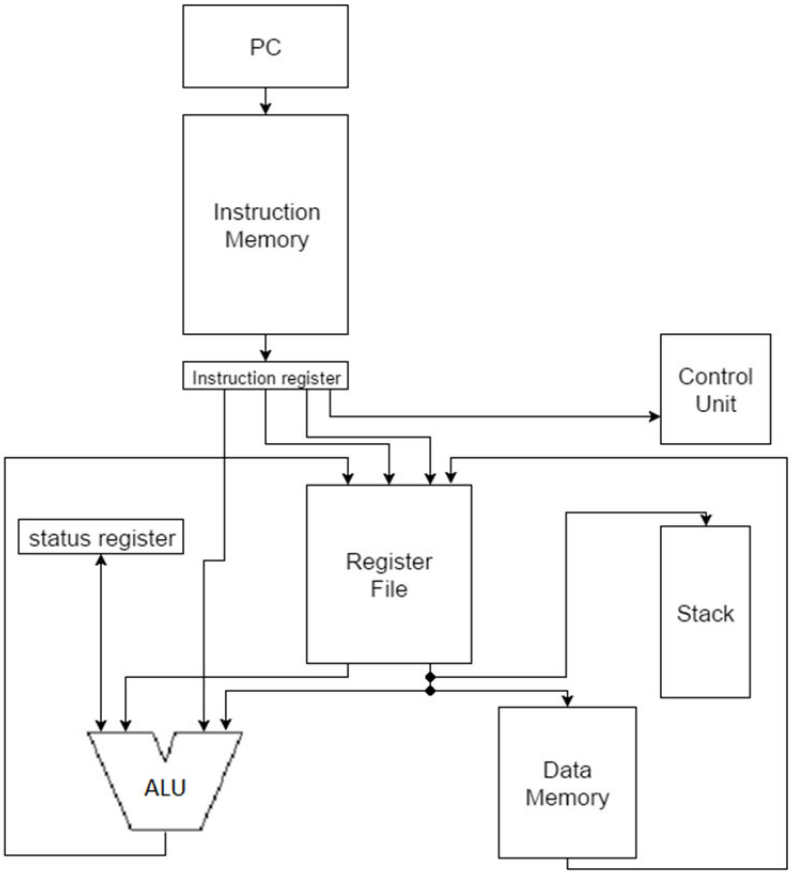


Рисунок. Структурная схема

В данной системе команд существуют следующие типы операций:

1. арифметические:
   – с 1 операндом;
   – с 2 операндами;
   – с константой;
2. работы со стеком;
3. работы с памятью;
4. перехода;
5. работы со статусным регистром;
6. работы с подпрограммой;
7. организации циклов.

Сравнительный анализ разработанного процессора с существующими аналогами [4, 5] приведен в таблице.

Таблица. Сравнительный анализ с существующими аналогами

	Простота архитектуры	Язык написания	Понятность кода	Размер кода, КБ	Наличие конвейера	Полнота документации	Наличие компилятора
RISC ST	±	VHDL	±	48,4	+	±	–
MIPSfpga	+	Verilog	+	24,7	–	+	+
Разрабатываемый процессор	+	SystemVerilog	+	18,3	–	±	+

Сравнение ведется по следующим критериям:

1. простота архитектуры. В этом критерии оценивается понятность алгоритма работы процессора, исходя из его схемы, и количество блоков, используемых в данном устройстве. Процессор RISC ST оказался сложнее за счет использования дополнительных регистров, блоков обработки прерываний, решения конфликтов данных;
2. понятность кода. Для описания данной архитектуры был выбран язык SystemVerilog, так как он достаточно прост для понимания, в нем имеются перечисляемый тип данных, различные структуры и объединения, процесс-блоки, позволяющие уже по названию определить тип логики, используемой в данном блоке, и возможность описания интерфейсов. Это сделало код достаточно простым для понимания;
3. наличие конвейера. RISC ST имеет 4-ступенчатый конвейер, в то время как в MIPSfpga в разрабатываемом процессоре конвейер отсутствует;
4. полнота документации. Для RISC ST существует лишь краткое описание системы команд. Для MIPSfpga существует полноценное учебное пособие с описанием всех блоков, их функций и системы команд. Для разрабатываемого процессора имеются в наличии структурная и функциональная схемы, описание системы команд, состава и принципа работы процессора;
5. наличие компилятора. Для процессора 1 компилятор не прилагался. Для процессора 2 имеется компилятор ассемблера на языке Python. Для разрабатываемого процессора написан компилятор языка C на Python.

Чтобы увеличить возможности взаимодействия с данным процессором планируется:

– добавить возможность косвенной адресации. В коде машинной команды вид адресации будет задаваться 25-м битом (1 будет соответствовать косвенной адресации);
– реализовать систему прерываний, для чего будут добавлены выводы процессора для запросов прерываний, команды возврата из прерывания, разрешения/запрещения прерываний, бит в статусном регистре, отвечающий за разрешение прерываний, контроллер прерываний, фиксирующий приходящие прерывания;
– создание полной документации на русском языке, пригодной для обучения данной архитектуре.

Разработанный процессор предоставляет возможности для изучения устройства техники, построенной на основе RISC-архитектуры, понимания основных принципов функционирования процессора и различных его частей, этапов выполнения машинных команд.

Литература

1. Паттерсон Д., Хеннеси Дж. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем. – СПб.: Питер, 2012. – 784 с.
2. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: BHV–Санкт-Петербург, 2000. – 526 с.
3. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. – New York: Morgan Kaufman, 2013. – 1621 с.
4. Сергиенко А.М. Вычислительный модуль 16-разрядного RISC-микропроцессора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kanyevsky.kpi.ua/useful_core/risc_strus.html, своб.
5. Andrea Guerrieri, Yuri Panchul. MIPSfpga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/MIPSfpga, своб.

Кондратьев Александр Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3451
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: sany-94@mail.ru

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

А.В. Кондратьев
Научный руководитель – тьютор И.С. Пантюхин

В настоящее время мобильный телефон давно перестал быть простым устройством для связи, а его функциональность увеличивается с каждым годом. Из-за больших возможностей люди используют его как для работы, так и для личного пользования, причем часто это выполняет одно устройство, что не безопасно. Следовательно, растет количество и ценность обрабатываемой им информации. **Целью работы** являлась разработка системы криминалистического анализа мобильных устройств.

Основным недостатком существующих коммерческих решений, систем криминалистического анализа является их стоимость и ориентированность на правительственные структуры [1]. А те, что стоят на порядок дешевле, извлекают на порядок меньше информации.

Разработанная система написана на языке Python 2.7 с использованием фреймворка django и состоит из следующих компонентов:

– django;
– модуль извлечения файлов;
– модуль восстановления.

Django обеспечивает взаимосвязь различных модулей системы и вывод информации на экран.

Модуль извлечения файлов. Один из основных модулей системы. От его работы зависит функционирование всей программы, так как именно он производит поиск пользовательских файлов, баз данных, извлечение из них информации и добавление в базу системы. Модуль состоит из 2 функций: первая – распаковывает загруженный файл и ищет данные, вторая – извлекает информацию и добавляет в базу.

Модуль восстановления. Данный модуль позволяет восстанавливать удаленные контакты и сообщения из баз данных SQLite. В его основе лежит скрипт, написанный Mari DeGrazia, скачанный из открытого репозитория Github [2]. На вход модулю подается файл базы данных. На выходе получаем удаленные данные. В рамках работы – это контакты и сообщения.

Данная система была апробирована на опытном образце телефона HTC One M7 и показала высокую эффективность (рисунок).

Результатом работы является система криминалистического анализа мобильных устройств. Данная система позволяет извлекать из резервной копии устройства с операционной системой Android пользовательскую информацию. Ко всему прочему система умеет восстанавливать удаленные сообщения и контакты.

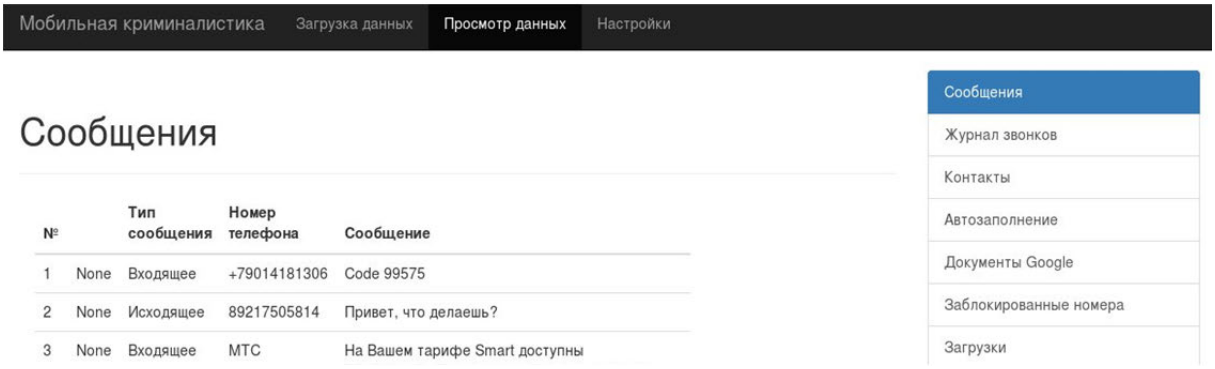


Рисунок. Пример работы системы

В дальнейшем планируется расширять возможности системы. Так, например, планируется добавить поддержку различных типов файлов, т.е. не только резервные копии, но и дампы памяти. Также реализовать восстановление удаленных записей из всех извлекаемых данных. Наиболее глобальной целью является добавить поддержку iOS, ведь по популярности она является второй мобильной операционной системой в мире.

Литература

1. Экспертиза мобильных устройств: инструментальные средства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.securityinfowatch.ru/view.php?section=articles&item=576, своб.
2. SQLite-Deleted-Records-Parser – GitHub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/mdegrazia/SQLite-Deleted-Records-Parser, своб.

Коренев Игорь Юрьевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра информатики и прикладной математики, группа № Р3418
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: straythecat@swift-mail.com

УДК 004.51

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА ОПИСАНИЯ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

И.Ю. Коренев
Научный руководитель – ассистент Ю.Д. Кореньков

В настоящее время наибольшее распространение среди программных продуктов получил графический интерфейс пользователя. И вместе с тем текстовый интерфейс в силу различных причин не теряет своей актуальности для многих разработчиков и пользователей программного обеспечения. Существует огромное количество разнообразных библиотек и фреймворков для различных операционных систем и языков программирования, предоставляющих возможности по созданию пользовательских интерфейсов обоих типов. Однако, несмотря на то, что и графический, и текстовый интерфейсы оперируют одними и теми же метафорами, существующие решения не позволяют один раз описать структуру пользовательского

интерфейса, а в дальнейшем при поставке продукта выбрать подсистему отображения без внесения существенных изменений в исходный код.

Целью работы являлась разработка обобщенного метода описания текстовых и графических пользовательских интерфейсов.

Интерфейс пользователя может быть описан с помощью моделей трех типов, каждый из которых основан на точке зрения пользователя, дизайнера или программиста [1]. В методе, предлагаемом в данной работе, описание производилось в виде модели третьего типа с четырьмя уровнями: прикладным, представления, инфраструктурным и отображения. Каждому уровню сопоставлялись сущности, которыми он оперирует, возложенные на него функции и реализующий их программный артефакт.

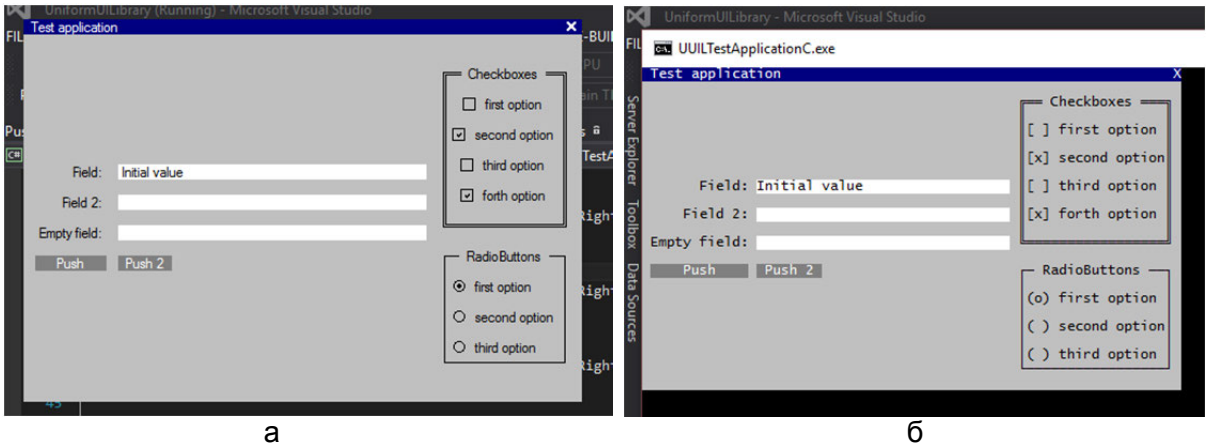
Основными сущностями, определяющими визуальное представление пользовательского интерфейса в данной модели, являются элементы управления (кнопки, поля ввода и др.) и образующие их примитивы. Для их расположения предложена независящая от единиц измерения система компоновки, основанная на менеджерах компоновки и относительном позиционировании. Отличительной чертой предлагаемого метода являлся нестандартный набор классов примитивов: строка текста, пиктограмма, полоса, прямоугольник; внешний вид которых представлен на рис. 1.

а б в г

Рис. 1. Внешний вид примитивов (концептуальный): строка текста (а); пиктограммы (б); вертикальная и горизонтальные полосы (в); прямоугольник (г)

В ходе выполнения работы был создан прототип программной системы для построения приложений с визуальным интерфейсом пользователя, реализующий принципы разработанного метода. Кроме того, он удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к современным фреймворкам создания пользовательских интерфейсов. Например, для обеспечения безопасного доступа к элементам управления из разных потоков была реализована модель однопоточного апартамента (Single-threaded Apartment, STA), аналогичная используемой в WPF [2].

В целях демонстрации работы прототипа была написана специальная тестовая программа. На рис. 2 представлены снимки экрана с двумя запущенными экземплярами данного приложения в графическом и текстовом режимах соответственно.



а б

Рис. 2. Снимки экрана с демонстрационным приложением, запущенным в двух режимах: графическом (а); текстовом (б)

Таким образом, в работе был произведен обзор существующих решений для создания графических и текстовых пользовательских интерфейсов, анализ элементов управления и принципов компоновки. Была спроектирована концептуальная модель визуального пользовательского интерфейса. Принципы, заложенные в ее основу, позволяют, с одной стороны, разработчику конечного программного обеспечения использовать не только предопределенные компоненты, но и создавать новые, а с другой – разработчику библиотек-подсистем отображения не реализовывать сложные структуры и механизмы, а сосредоточиться только на конечном наборе примитивов.

В качестве основных направлений развития разработанного программного решения можно выделить следующие:

- реализация поддержки пользовательского ввода;
- создание альтернативной библиотеки-подсистемы отображения для графического режима на основе программного интерфейса с поддержкой аппаратного ускорения;
- оптимизация работы подсистемы отображения для текстового режима;
- расширение существующей системы элементов управления пользовательского интерфейса.

Литература

1. Berry R.E. The designer's model of the CUA Workplace // IBM Systems Journal. – 1992. – V. 31. – № 3. – P. 429–458.
2. MacDonald M. Pro WPF 4.5 in C#: Windows Presentation Foundation in .NET 4.5. – 4th ed. – New York: Apress, 2012. – 1112 p.

Кузнецов Андрей Андреевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: andr.kzntsw@gmail.com

УДК 004.057.4

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТРИКИ EIGRP-МАРШРУТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В МОДЕЛИ DIFFSERV

А.А. Кузнецов
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

В настоящее время компьютерная сеть практически любого крупного предприятия, как правило, включает в себя большое количество подсетей и внушительное количество оборудования. Ручная настройка маршрутизации в подобных сетях становится неприемлемой из-за ее трудоемкости и ненадежности статических маршрутов. Проблемы обеспечения масштабируемости и отказоустойчивости сетей, а также автоматизации построения маршрутов в них

решается использованием протоколов динамической маршрутизации. Однако использование протоколов динамической маршрутизации порождает задачу правильной конфигурации оборудования. Необходимо обеспечить корректное построение оптимальных маршрутов, минимизировать вероятность образования «петель» и поддерживать необходимый уровень качества обслуживания.

Рассматриваемым протоколом маршрутизации и объектом исследования данной работы являлся дистанционно-векторный протокол динамической маршрутизации EIGRP – усовершенствованный внутренний протокол маршрутизации шлюзов, представленный компанией Cisco в 1992 году [1]. Предметом исследования являлось изучение влияния метрики протокола EIGRP на показатели качества обслуживания при использовании модели DiffServ. **Цель исследования** – изучение эффективности применения метрики EIGRP-маршрутов для обеспечения качества обслуживания в компьютерных сетях.

Для достижения цели исследования были поставлены и решены следующие задачи:

– создание имитационных моделей с помощью программ Cisco Packet Tracer и GNS3;
– проведение ряда экспериментов на имитационных моделях с целью изучения работы протокола EIGRP при его различных настройках;
– выработка рекомендаций по настройке работы протокола EIGRP на основании данных, полученных в ходе экспериментов.

Актуальность рассматриваемой работы подтверждается проведенным обзором существующей литературы, посвященной EIGRP. Данный обзор показал наличие ошибок в статьях, написанных до открытия реализации протокола в 2013 году, и наличие лишь малого количества работ, посвященных исследованию работы EIGRP при изменении его настроек.

Одной из отличительных особенностей EIGRP является формула расчета маршрутных метрик [1]:

$$256\left(K_1 BW + \frac{K_2 BW}{256 - Load} + K_3 Delay\right)\frac{K_5}{Reliability + K_4}. \quad (1)$$

Опишем составляющие формулы (1):

– *BW* (bandwidth – «пропускная способность») – значение, вычисляемое на основании минимальной пропускной способности среди всех выходных интерфейсов узлов маршрута, рассчитывается как 10^7, разделенное на значение минимальной пропускной способности;

– *Delay* (задержка) – суммарная задержка, измеряемая в десятках микросекунд. Вычисляется как сумма задержек на выходных интерфейсах всех узлов маршрута;

– *Load* (загрузка) – наихудший (максимальный) показатель загрузки среди всех узлов маршрута. Выражается как часть от 255, при этом 1 ($^1/_{255}$) соответствует 0% загрузке, а 255 ($^{255}/_{255}$) – 100% загрузке;

– *Reliability* (надежность) – наихудший (минимальный) показатель надежности среди всех узлов маршрута. Выражается как часть от 255, при этом 1 ($^1/_{255}$) соответствует 0% надежности, а 255 ($^{255}/_{255}$) – 100% надежности;

– K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – коэффициенты EIGRP (в англоязычных источниках – «*K-values*»), которые позволяют контролировать использование и значимость

компонентов формулы метрики. Данные коэффициенты могут принимать значения от 0 до 254. При настройках EIGRP по умолчанию коэффициенты *K* принимают следующие значения:

$$K_1 = 1, K_2 = 0, K_3 = 1, K_4 = 0, K_5 = 0. \quad (2)$$

Отдельно стоит отметить, что в том случае, когда коэффициент K_5=0 (как в случае, описанном в формуле (2)), последний множитель в формуле (1) обращается в 1 [2].

В ходе работы было создано множество имитационных моделей простейших сетей. Данные модели были необходимы для изучения различных аспектов работы протокола EIGRP при варьировании коэффициентов формулы его метрики.

Проведенные эксперименты позволили изучить поведение EIGRP при различных настройках. Все исследования можно поделить на три группы:

1. проверка использования формулы метрики, в которой только лишь один коэффициент *K* не равен 0;
2. исследование настройки выбора пути при одинаковых значениях маршрутных метрик;
3. анализ эффективности использования значений загрузки и надежности при расчете композитной метрики EIGRP.

Для оценки обеспечения качества обслуживания было решено рассматривать передачу голосового трафика. *VoIP*-трафик имеет конкретные, официальные требования к качеству обслуживания – в данной работе учитывались только ограничения на задержку и пропускную способность.

Эксперименты, проведенные на созданных моделях, позволили получить большое количество информации о различных моментах работы протокола EIGRP. Результаты работы имитационных моделей наглядно показали особенности выбора маршрута в зависимости от характеристик узлов сети и значений коэффициентов формулы вычисления маршрутных метрик.

В проведенном исследовании были изучены различные аспекты работы протокола EIGRP при изменении значений коэффициентов в формуле его метрики. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

– использование лишь одного компонента метрики EIGRP может отрицательно сказаться на качестве обслуживания;

– имеется возможность оказывать влияние на выбор пути при одинаковых значениях маршрутных метрик с помощью настройки задержки на интерфейсах маршрутизаторов или с помощью специальных команд EIGRP, однако оба этих метода крайне зависимы от значения коэффициента K_3;

– использование значений загрузки и надежности при расчете значений метрики является в большинстве случаев бессмысленным, а при определенных обстоятельствах даже снижает эффективность работы протокола.

Литература

1. Протокол EIGRP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/9/92/92088_eigrp-toc.html, своб.
2. Pepelnjak I. EIGRP Network Design Solutions. – Cisco Press, 1999. – 384 p.

Кузьменко Оксана Алексеевна
Год рождения: 1994
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра информационных систем, группа № М3412
Направление подготовки: 38.03.05 – Бизнес-информатика
e-mail: lissalifer@gmail.com

УДК 65.011.56

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРЕБОВАНИЯМ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА СТАЦИОНАРА В КОЖНО-ВЕНЕРОЛОГИЧЕСКОМ ДИСПАНСЕРЕ

О.А. Кузьменко
Научный руководитель – к.п.н., доцент А.В. Маятин

Работа выполнена в рамках тем хоздоговорных и госбюджетных НИР.

В данной работе рассмотрена деятельность СПб ГБУЗ «Городской кожно-венерологический диспансер» (ГорКВД) [1]. В учреждении есть опыт автоматизации, однако она имела лоскутный характер: на данный момент в ГорКВД отсутствует полная автоматизация работы с документацией, порождаемой деятельностью стационара. Данные вводятся в две системы: «Самсон» – для формирования ежедневного отчета о прибытии и выбытии пациентов, «Медиана» – для обработки статистической информации. Также происходит взаимодействие с внешними информационными ресурсами: единой информационной системой (ЕИС) – для выставления счетов на оплату проведенных медицинских манипуляций и взаимодействия со страховыми компаниями; медицинским информационно-аналитическим центром (МИАЦ) – для предоставления статистической отчетности. Сейчас перед администрацией ГорКВД стоит задача внедрить медицинскую информационную систему (МИС) в стационар учреждения, автоматизирующую взаимодействие с документами, участвующими в деятельности стационара. Для этого была выбрана МИС «Ариадна».

Целью работы являлись анализ деятельности стационара и анализ выбранного средства автоматизации для выявления степени соответствия МИС «Ариадна» требованиям прикладного процесса.

Для понимания возможности автоматизации работы с документацией, порождаемой деятельностью стационара, необходимо изучить подробнее каждый этап данного процесса, выявить функции подразделений, участвующих в процессе, а также выявить документы, порождаемые процессом.

Основную деятельность стационара можно разделить на четыре этапа, а именно: регистрация пациента; проведение лечения; формирование счетов на оплату выполненных медицинских манипуляций; формирование статистической отчетности.

Для формирования требований к системе также было необходимо подробнее изучить содержание документов, порождаемых в процессе деятельности стационара (история болезни, статистический талон, внутренние отчеты, отчеты в МИАЦ, счета на оплату выполненных медицинских манипуляций).

В результате проведенного анализа деятельности стационара были выявлено, какие функции выполняет каждое из подразделений на разных этапах процесса,

какие документы порождает процесс, а также как происходит взаимодействие подразделений с этими видами документов.

На основе проведенного анализа и интервьюирования сотрудников учреждения, были сформированы основные требования к системе.

В результате анализа системы было выявлено, какие из сформированных требований соответствуют выбранным функциональным модулям, и какова степень соответствия функциональных возможностей модуля требованиям процесса [2].

В ходе работы были решены следующие задачи:

- проанализирована и смоделирована организационная структура медицинского учреждения;
- выделены подразделения, участвующие в деятельности стационара;
- проанализирована и смоделирована деятельность стационара в нотации EPC;
- выявлены и описаны требования к системе на основе проведенного анализа, описаны требования персонала учреждения к внедряемой системе;
- проанализирована архитектура платформы МИС «Ариадна» [3];
- проанализированы функциональные возможности выбранных модулей системы;
- приведены примеры настройки модулей системы для ГорКВД;
- проведен анализ соответствия выбранных функциональных модулей сформированным требованиям.

Предлагаемые к внедрению модули МИС «Ариадна» покрывают все требования к системе, сформированные на основе анализа стационара и интервьюирования сотрудников ключевых подразделений, кроме одного: «Внедряемая информационная система должна обеспечивать интеграцию с внешними информационными ресурсами ЕИС и МИАЦ». Это требование выполняется не полностью, так как на данном этапе невозможна полная интеграция МИС с внешними информационными системами в виду того, что МИАЦ запрашивает отправку отчетов по электронной почте; ЕИС использует собственную утилиту, устанавливаемую в медицинском учреждении для выгрузки счетов [4]. Иначе говоря, неполное выполнение данного требования зависит от внешних факторов, а не от инструментария системы. Однако МИС «Ариадна» позволяет формировать необходимые документы в требуемом внешними системами формате.

Благодаря архитектуре системы, возможности гибкой настройки всех функциональных модулей, есть возможность реализовать все требования, предъявляемые к системе прикладным процессом и персоналом учреждения, не зависящие от внешних факторов. На основе полученных данных можно сделать выводы, что система может быть успешно внедрена в учреждении.

Литература

1. Сайт ГорКВД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gorkvd.ru/, своб.
2. Руководство по использованию и администрированию. – МИС «Ариадна» ООО «Решение», 2016.
3. Сайт ООО «Решение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.reshenie-soft.ru/, своб.
4. Внутренняя документация ООО «Решение». – Справка. – 2014.

Кунцова Анастасия Леонидовна
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра информатики и прикладной математики, группа № Р3415
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: Nastya-tera@bk.ru

УДК 004

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

А.Л. Кунцова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Лаздин

В настоящее время одним из важнейших и быстроразвивающихся направлений в разработке корпоративного программного обеспечения является создание одностраничных веб-приложений [1–3].

Одностраничные веб-приложения – это принцип архитектуры веб-приложений, размещенных на одной веб-странице. Для обеспечения работоспособности таких приложений весь необходимый код должен загружаться вместе с загрузкой веб-страницы.

При разработке одностраничных веб-приложений наиболее используемой библиотекой является библиотека Angular JS. Данная библиотека обладает открытым исходным кодом и изначально предназначена для разработки одностраничных приложений.

Одной из основных задач в процессе разработки корпоративных веб-приложений является обеспечение качества разрабатываемого программного обеспечения. Согласно V-образной модели разработки программного обеспечения, которая является основной для проведения тестирования, существует несколько видов тестирования, на всех уровнях тестирования могут проводиться функциональные виды тестирования, рассматривающие внешнее поведение системы.

Для тестирования крупных приложений ручное функциональное тестирование имеет два основных недостатка:

1. длительный процесс тестирования;
2. прохождение одних и тех же сценариев несколько раз, это необходимо в следующих случаях:
   - проверка корректной работы приложения с разной локализацией;
   - тестирование приложения в разных браузерах;
   - проверка работы приложения на разных языках.

По приведенным выше причинам функциональное тестирование вручную не может обеспечить быстрое и качественное тестирование крупных современных программных систем. Эти проблемы можно решить с помощью автоматизации процессов тестирования.

Данная работа посвящена анализу существующих инструментов для автоматизации процессов тестирования пользовательского интерфейса современного веб-приложения, разработанного с использованием библиотеки Angular.JS.

Для анализа инструментов автоматизации функционального тестирования были выбраны следующие современные инструменты для автоматизации тестирования веб-приложений:

1. Selenium;
2. Karma JS;
3. Protractor;
4. Coded UI.

При наличии нескольких инструментов, соответствующих всем критериям, нужно выявить среди кандидатов лучший. Кандидатуры средств тестирования оцениваются на основе функциональных критериев, отражающих требования к инструменту.

Таким образом, были выбраны следующие критерии выбора инструмента для автоматизированного тестирования:

1. среднее время прохождения тестов;
2. стабильность тестов;
3. диапазон затрат на инструментарий;
4. сложность обучения использованию инструмента;
5. поддерживаемые веб-браузеры.

Тестовое покрытие разрабатывалось с использованием шаблона проектирования «Page object». Данный шаблон проектирования помогает разделять работу с отдельными элементами страницы, что позволяет уменьшить количество кода и его поддержку. Используя данный шаблон проектирования, код, описывающий нахождение элементов на странице, описан один раз и хранится в специальном классе для описания этого функционального модуля. При взаимодействии с этим элементов необходимо будет только вызвать его метод из определенного класса. Большим преимуществом является то, что при изменении дизайна пользовательского интерфейса нужно исправлять не сами тесты, а только лишь код соответствующего класса с этим элементом.

На основе критериев выбора инструмента для автоматизации функционального тестирования современных веб-приложений корпоративного уровня, разработанных с использованием библиотеки Angular JS был выбран инструмент автоматизации Selenium, так как данный инструмент обладает следующими преимуществами:

1. высокая скорость прохождения тестовых сценариев;
2. легко поддерживать набор тестов при изменении тестируемого приложения;
3. высокая стабильность тестов;
4. поддержка всех рассматриваемых веб-браузеров.

Литература

1. Copeland L. A Practitioner's Guide to Software Test Design. – Artech House, 2004. – 300 p.
2. Савин Р. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. – М.: Дело, 2007. – 312 с.
3. Демарко Т., Листер Т., Макменамин С., Робертсон Д., Робертсон С., Хрущка П. Балдеющие от адреналина и зомбированные шаблонами. Паттерны поведения проектных команд. – Символ-Плюс, 2010. – 288 с.

Ларина Екатерина Андреевна
Год рождения: 1995
Факультет технологического менеджмента и инноваций, кафедра производственного менеджмента и трансфера технологий, группа № U3400
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: larina.95@inbox.ru

УДК 658 (076)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДИИ ЗВУКОЗАПИСИ

Е.А. Ларина
Научный руководитель – ст. преподаватель И.А. Борисова

Целью работы являлась разработка мероприятий по совершенствованию деятельности студии звукозаписи.

Для достижения поставленной цели были определены и решены следующие задачи:

1. изучить теоретические подходы и существующий практический опыт по совершенствованию деятельности организаций;
2. провести анализ текущей деятельности студии звукозаписи;
3. разработать мероприятия по повышению эффективности деятельности студии звукозаписи;
4. рассчитать экономическую эффективность предложенных мероприятий.

В работе были исследованы теоретические аспекты эффективности деятельности организаций, изучены факторы, влияющие на выбор направлений совершенствования деятельности, изучены тенденции развития рынка студий звукозаписи, а также проведен глубокий анализ деятельности студии звукозаписи ООО «Интеракт» [1–8].

Были проанализированы кадровые, пространственные и технические ресурсы организации, проведен анализ финансово-хозяйственной деятельности, изучены основные конкуренты компании, а также была составлена мартица SWOT-анализа. На основе матрицы были обозначены основные направления по совершенствованию деятельности студии звукозаписи.

Объектом исследования явилась студия звукозаписи «Интеракт», основанная в 1994 году, основным видом деятельности которой является предоставление услуг по работе со звуком в специализированной студии:

- озвучивание (дублирование) с привлечением актеров и дикторов;
- озвучивание (дублирование) с носителями языка;
- запись аудиокниг, аудиокурсов;
- музыкальное оформление с привлечением композитора;
- создание рекламных аудироликов;
- аренда звуковой студии с профессиональным звукорежиссером.

Анализ кадрового состава. По состоянию на 2016 г. численность работников ООО «Интеракт», оформленных по трудовому договору, составляет 10 человек.

Пространственные ресурсы. ООО «Интеракт» арендует помещение с 1999 г., ежемесячная арендная плата составляет 50 600 руб. Таким образом, в год ООО «Интеракт» тратит на аренду помещения 607 200 руб. Площадь помещения составляет 101 м^2, включая офисные помещения, комнату звукозаписи, аппаратную звукорежиссера, служебные помещения и склад.

В складском помещении ООО «Интеракт» хранятся остатки нереализованной продукции DVD-дисков, которые не пользуются прежним спросом в связи с тем, что

общество переориентировалось на он-лайн просмотр фильмов и скачивание их через Интернет.

Компанию «Интеракт» можно считать финансово устойчивой и платежеспособной. ООО «Интеракт» способно погашать текущие (краткосрочные) обязательства за счет оборотных активов: за счет высоко- и среднеликвидных оборотных активов, а также за счет денежных средств. ООО «Интеракт» независимо от заемных средств эффективно формирует, распределяет и использует финансовые ресурсы. Финансовое положение ООО «Интеракт» устойчиво, так как оно покрывает собственными средствами более 50% финансовых ресурсов, необходимых для осуществления нормальной хозяйственной деятельности. С позиции долгосрочной перспективы деятельность ООО «Интеракт» стабильна.

В связи с выявленными тенденциями растущего спроса на звукозапись, а также для эффективного использования помещения и возможности получения дополнительной прибыли, в качестве первого мероприятия было предложено открыть вторую студию звукозаписи на месте складского помещения.

Общая площадь складского помещения, на месте которого будет располагаться студия звукозаписи, составляет 17 м^2.

Для открытия студии звукозаписи необходимо осуществить следующие этапы: произвести ремонт помещения; закупить профессиональное оборудование; приобрести необходимую мебель; нанять персонал.

Единовременные затраты на открытие студии звукозаписи составят 757 162 руб. Источником финансирования новой студии звукозаписи будут служить собственные средства организации.

Также были рассчитаны условно-постоянные и условно-переменные затраты, которые составили 7 190 222 руб. и 1271 руб. соответственно.

На основе выполненных расчетов был сделан вывод о том, что при открытии второй студии звукозаписи, компания сможет повысить свою чистую прибыль к 2017 г. в 2,26 раза или на 3 159 тыс. руб., рентабельность продаж при этом увеличится в 1,36 раза или на 8%.

На разработку второго мероприятия повлияла сравнительная характеристика ООО «Интеракт» с компаниями-конкурентами. Для того чтобы компания смогла расширить клиентскую базу, разнообразить свой ассортимент и получить дополнительную прибыль, было предложено ввести новую услуг «песню в подарок» и дополнительную услугу «видео под песню».

В работе проведен расчет себестоимости и стоимости новых услуг.

Введение новой услуги «песня в подарок» позволит компании получить дополнительную прибыль и привлечь новых клиентов. В результате исследования были рассчитаны такие показатели экономической эффективности как рентабельность продукции и рентабельность продаж. При введении новой услуги выручка компании составит 622 500 руб. в 2016 г. и 1 556 250 руб. в 2017 г., прибыль от реализации при этом будет равняться 241 417 руб. в 2016 г. и 603 547 руб. в 2017 г. Значение рентабельности услуг показывает, что на один рубль текущих затрат будет приходиться 57% прибыли, а рентабельность продаж означает, что с каждого рубля реализации услуги компания получит 36% прибыли.

Введение дополнительной услуги «видео под песню» принесет ООО «Интеракт» выручку в 105 400 руб. в 2016 г. и 263 500 руб. в 2017 г., прибыль от реализации в 2016 г. составит 72 291 руб. и 180 728 руб. в 2017 г. Рентабельность услуги «видео под песню» достаточно высокая – 218%, это связано с тем, что цена, установленная на услугу, превышает ее себестоимость в 3 раза. Соответственно и рентабельность продаж

«видео под песню» выше, чем у «песни в подарок». С каждого рубля реализации услуги «видео под песню» организация получит 69%.

Завершающим мероприятием по совершенствованию деятельности студии звукозаписи был поиск каналов сбыта нереализованной продукции. При разработке данного мероприятия были проанализированы каналы сбыта и выбран наиболее оптимальный вариант – включение стоимости DVD-дисков в стоимость услуг «Интеракт», тем самым предоставлять клиентам DVD-диски в качестве «подарка».

Для каждого мероприятия был определен экономический эффект и эффективность от его внедрения, которые подтвердили их экономическую целесообразность.

Литература

1. Мазурова И.И., Белозерова Н.П., Леонова Т.М., Подшивалова М.М. Анализ эффективности деятельности предприятия. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 113 с.
2. Ершова С.А. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Учебное пособие. – СПб.: СПбГАСУ, 2007. – 155 с.
3. Румянцева З.П. Общее управление организацией. Теория и практика: учебник. – М.: ИФРА-М, 2007. – 304 с.
4. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 367 с.
5. Михайлов А. Звукоизоляция и акустическая обработка студии звукозаписи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lightsoundnews.ru/lsn/?p=3703, своб.
6. Звукозаписывающая студия как рекламное производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://student.zoomru.ru/jurnalist/zvukozapisyvajushh, своб.
7. Назаренко Е. Открытие бизнеса: своя студия звукозаписи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.openbusiness.ru/html/dop5/zvukozpis.htm, своб.
8. Организация работы студии звукозаписи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.riold.ru/organizatsiya-raboti-studii-zvuko, своб.

Ларина Мария Дмитриевна
Год рождения: 1993
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра программных систем, группа № К3420
Направление подготовки: 11.03.02 – Интеллектуальные инфокоммуникационные системы
e-mail: maria.larina@arcadia.spb.ru

УДК 004.415.53

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ SELENIUM WEBDRIVER

М.Д. Ларина
Научный руководитель – ст. преподаватель И.С. Осетрова

В работе рассмотрены главные преимущества автоматизированного тестирования, а также основные подходы к автоматизированному тестированию Web-приложений на базе технологий Selenium WebDriver с целью структурирования процесса использования готовых программ.
Ключевые слова: автоматизированное тестирование, технология Selenium WebDriver.

Введение. Каждый из нас, как пользователь, сталкивался с необъяснимым или неправильным поведением программы, чаще всего виной тому – ошибка в программе или, иначе говоря, «баг». Также есть вероятность логической ошибки, которая может возникнуть на этапе анализирования, проектирования, но как бы то ни было, такой результат говорит нам в первую очередь о том, что тестирование продукта, которое должно было следовать непосредственно после написания кода, не выявило данной ошибки. По возможности следует исключать такие ситуации.

Тестировщик или менеджер непременно должен уделить особое внимание такому документу, как тест-план, который включает в себя описание полного объема работы по тестированию. Немаловажное значение имеют тест-кейсы. Ведь именно в них прописано каждое действие, которое может выполнить пользователь, работая с приложением, а также ожидаемый результат после выполнения каждого шага. И именно тест-кейсы или часть их подвергаются автоматизации.

Автоматизированное тестирование. Все большую популярность набирает автоматизированное тестирование в компаниях, которые специализируются на разработке Web-приложений. Ведь основной целью данного тестирования является главным образом – повышение качества проверки продукта и уменьшение затрат, связанных со временем написания и выполнения тестов.

С точки зрения автоматизации наиболее оптимальными являются:
- тест-кейсы, выполнение которых происходит регулярно;
- тест-кейсы, которые используют большое количество вводимых данных;
- тест-кейсы включающие в себя большое количество повторяющихся шагов;
- тест-кейсы, содержащие рутинные операции;
- тест-кейсы, требующие итоговую проверку различной валидации;
- стрессовое тестирование;
- нагрузочное тестирование;
- регрессионное тестирование.

Рассмотрим автоматизированное тестирование с использованием технологии Selenium. Основой Selenium является язык – это набор команд, которые и составляют готовые тесты. Используя язык команд, тестировщик может осуществить проверку:
- наличия того или иного элемента на веб-странице по HTML-тегам (поля для ввода значений, кнопки, радио-кнопки, check-boxes и т.д);
- наличия корректно работающих гиперссылок;
- табличных данных;
- наличия определенного контента.

Selenium IDE, Selenium WebDriver. Многие тестировщики отдают предпочтение такому инструменту как Selenium IDE, который является по своей сути плагином для браузера Firefox, средой для создания автоматически запускающихся тестов. Функционал Selenium IDE дает возможность записывать различные действия, которые совершает пользователь на той или иной странице веб-браузера, и затем в дальнейшем воспроизводить их, а также взаимодействовать с браузером из программы, написанной на одном из языков Java, C# или др. [1]. Компонент Selenium WebDriver включает в себя последнюю из перечисленных функций, с помощью которой тестировщик не только может создавать отдельные тесты, но и писать огромные фреймворки, предназначенные для определения или объединения структуры и различных компонентов системы.

Тестировщики, которые используют Selenium IDE, чаще всего останавливаются на том, что «записывают» тесты с помощью интерфейса данного инструмента и далее «выгружают» их в среду разработки. В итоге автоматический тест выглядит, как набор готовых методов, которые соответствуют каждому действию пользователя на странице

Web-приложения. Но как быть, если стоит задача протестировать продукт не только на одном браузере Firefox, но и, к примеру, на Chrome или Internet Explorer? Пути создания и использования программы для конечных тестов будут зависеть главным образом от выбранного языка программирования. Рассмотрим базовые действия тестировщика для начала разработки фреймворка и последующих тестов на примере C# в среде разработки Visual Studio.

Selenium версии 2.2.0 и выше поставляется в качестве набора библиотек, которые позволяют использовать языки программирования для автоматизированного управления браузером [2]. Для начала работы достаточно лишь скачать архив библиотек и добавить ссылки на них в проект Visual Studio, чтобы в дальнейшем использовать для запуска написанного набора команд Selenium. Существует еще один вариант поставки Selenium – пакеты NUGet. Стоит обратить внимание, что NUGet – это одно из расширений Visual Studio, с помощью которого возможно быстро производить действия, направленные на установку, обновление и удаление библиотек, компонентов и инструментов. Для подключения разработчику следует ввести в Package Manager Console команду, соответствующую установке того или иного пакета. Совершенно не обязательно для пары десятков тестов писать объемный фреймворк, который будет содержать в себе описание объектов страниц Web-приложения и ссылок, подключение к браузеру. Достаточно будет записать несколько тестов с помощью Selenium IDE и постепенно загружать их в среду разработки, где посредством размещения их в соответствующие папки есть возможность структурировать готовые автоматизированные тесты [3]. Другое дело, если в итоге необходимо осуществить проверку большей части приложения и количество тестов будет увеличиваться в несколько раз с последующими обновлениями продукта. Тогда нужно достаточно внимания уделить такому шаблону как PageObject. Его основная суть заключается в описании отдельного объекта на странице Web-приложения, содержащего в себе методы, инкапсулирующие логику работы с отдельными элементами. Используя PageObject возможно избежать дублирования локаторов в тестах. Примером, подтверждающим основное преимущество использования шаблона PageObject, является изменение дизайна одной из тестируемых страниц. Ведь тогда тестировщику необходимо лишь переписать соответствующий класс, описывающий данную страницу, тогда как Selenium IDE-тесты придется записывать в такой ситуации каждый раз с самого начала.

В таблице представлен анализ трудозатрат команд ручного и автоматизированного тестирования на базе технологии Selenium WebDriver, который был проведен в 2015 году в Санкт-Петербурге на одном из предприятий по разработке программного обеспечения. Результат показывает, что благодаря автоматизированному тестированию возможно добиться общего снижения трудоемкости затрат, в данном примере – до 75%.

Таблица. Сравнение ручного и автоматизированного тестирования

Шаги-тестирования	Ручное тестирование (часы)	Автоматизирован-ное тестирование (часы)	Процент улучшения при использовании инструментального средства
Разработка плана тестирования	34	45	–32%
Разработка процедуры тестирования	250	110	56%
Выполнение тестирования	454	21	95%
Анализ результатов тестирования	108	54	50%

Шаги-тестирования	Ручное тестирование (часы)	Автоматизированное тестирование (часы)	Процент улучшения при использовании инструментального средства
Мониторинг статуса/коррекции ошибок	108	21	81%
Создание отчетов	86	12	86%
Суммарная продолжительность	1040	263	75%

Вывод. Выполнение комплексного автоматизированного тестирования для последовательно возрастающего количества версий программного обеспечения представляет большую ценность. Структуру фреймфорка каждый тестировщик выбирает, основываясь на специфике того или иного Web-приложения. Только ему необходимо решить, как будет выглядеть шаблон PageObject, будут ли тесты написаны непосредственно им самим или лишь с помощью Selenium IDE.

Литература

1. Selenium HQ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.seleniumhq.org/, своб.
2. Selenium WebDriver [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.seleniumhq.org/docs/03_webdriver.jsp, своб.
3. Криспин Л., Грегори Д. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2010. – 464 с.

Лукин Александр Евгеньевич
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра мехатроники, группа № Р3425
Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника
e-mail: alevlukin@gmail.com

УДК 629.58

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

А.Е. Лукин
Научный руководитель – ассистент Д.В. Куприянов

Работа посвящена вопросам проектирования телеуправляемого подводного аппарата (ТПА) для осуществления видеонаблюдения под водой, обладающего следующими характеристиками:

– рабочая глубина: 50 м;
– автономность: 1,5 ч;
– масса: не более 5 кг;
– операторы: 1 человек;
– скорость: 2 узла (3,7 км/ч).

Другими важными требованиями являются:

– автотранспортабельность;
– доступность материалов и компонентов;
– наличие бортовой системы иллюминации;
– возможность дальнейшей модернизации с целью установки манипуляторов, дополнительных движителей и т.д.;
– простота в обслуживании, возможность проведения необходимых работ одним оператором.

Назначение проектируемого устройства – осуществление видеозахвата на глубинах до 50 м в спокойной воде с передачей данных на рабочую станцию оператора на поверхности. Такой ТПА может применяться в портах для подводного осмотра кораблей, в рыбных хозяйствах для наблюдения за состоянием резервуаров, при обследовании прибрежных вод и т.д.

В ходе работы был дан краткий обзор существующих на рынке решений: аппаратов Videoray, GNOM BABY и OpenROV. Основным отличием проектируемого аппарата от вышеперечисленных устройств является меньшая стоимость и активное использование аддитивных технологий для создания элементов корпуса.

Для решения цели работы были поставлены следующие задачи:
– подобрать электронные и электромеханические компоненты [1];
– на основе габаритных характеристик выбранных компонентов создать упрощенную модель прочного корпуса;
– выполнить расчет блока плавучести [2];
– выбрать оптимальную форму корпуса исходя из наименьшего гидродинамического сопротивления [3];
– провести погружные испытания выбранных двигателей [4];
– провести расчет источника питания;
– спроектировать финальную модель аппарата, исследовать ее гидродинамические характеристики для определения правильности выбора конструкции;
– провести повторный расчет источника питания;
– провести исследование дифферентовки аппарата;
– с помощью метода конечных элементов проверить прочный корпус на устойчивость к деформациям под действием гидростатического давления.

Для исследования гидродинамических характеристик аппарата использовался пакет SolidFlow. Исследовалась зависимость силы гидродинамического сопротивления аппарата от скорости движения. В дальнейшем эта сила сравнивалась с показателем тяги двигательной системы с целью определения правильности выбора конструкции.

Деформация корпуса под действием гидростатического давления исследовалась с помощью пакета AnSys.

Стоимость аппарата составила приблизительно 700$, что незначительно отличается или является ниже стоимости аналогичных аппаратов.

Аппарат обладает хорошими гидродинамическими характеристиками, которые позволяют ему двигаться под водой со скоростью 1,5 м/с и работать более 1,5 ч. Масса аппарата составила меньше 5 кг, а размер в самом большом измерении – 400 мм, что делает его компактным и удовлетворяет требованиям в транспортабельности, а также позволяет вести работы, перевозку, эксплуатацию и обслуживание силами одного оператора. Внешний вид аппарата представлен на рисунке.

Дальнейшие этапы работы включают в себя разработку протокола передачи данных на поверхность и создание программного обеспечения для аппарата и рабочей станции.

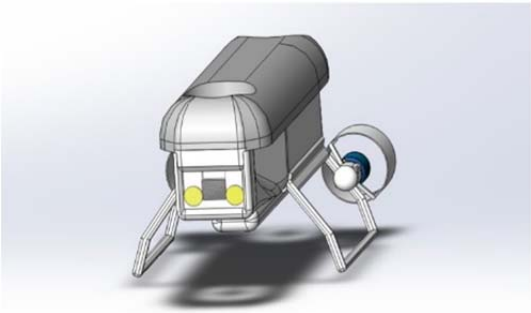


Рисунок. Внешний вид спроектированного аппарата

Литература

1. Siciliano B., Khatib O. Springer handbook of robotics. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – LIX. – 1611 p.
2. Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов. – Л.: Судостроение, 1978. – 235 с.
3. Christ R.D., Wernli R.L. The ROV manual: a user guide for remotely operated vehicles. – Elsevier Science, Oxford, 2014. – 679 p.
4. Moore S.W., Bohm H., Jensen V. et al. Underwater robotics: Science, design & fabrication. – Marine Advanced Technology Education, 2010. – 770 p.

Малюшкин Роман Вячеславович
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере,
группа № К3440
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы в управлении образованием
e-mail: malyushkinr@gmail.com

УДК 004.9

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ НЕКОНТАКТНЫХ МАЯКОВ IBEACON

Р.В. Малюшкин
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Н. Горлушкина

Работа выполнена в рамках темы НИР «Создание первого прототипа для информирования пользователей на основе местоположения пользователя, полученного на основе анализа данных с неконтактных датчиков iBeacon».

Системы, определяющие координаты объектов в пространстве, носят название RTLS (Real-time Locating Systems – система позиционирования в режиме реального времени). Выделяют системы внешнего (outdoor positioning system) и внутреннего (indoor positioning system) позиционирования. При необходимости организации RTLS внутри какого-либо здания требуется реализация системы внутреннего позиционирования [1–4].

Современные мобильные системы позиционирования на основе Bluetooth-связи позволяют не только определить текущее местоположение смартфона, но и решить задачи навигации внутри здания, а также обеспечить пользователя контекстной информацией, актуальной в определенном месте и в определенный момент времени. Кроме того, такие системы являются средством сбора информации о плотности скопления пользователей в помещениях, которые оснащены датчиком.

Для успешного внедрения системы внутреннего позиционирования внутри какого-либо здания требуются как минимум два программных продукта: система управления содержимым маяков и мобильное приложение. Система управления является инструментом для администрирования данных, поступающих на мобильные устройства, а также конфигурации самого маяка. Мобильное приложение принимает данные, установленные в системе управления, и сопровождает пользователя актуальной для него информацией.

В работе была реализована система управления данными Bluetooth маяков iBeacon. Местом для пробного внедрения стал корпус Университета ИТМО, находящийся по адресу Биржевая линия д. 14.

В первой главе работы были рассмотрены наиболее популярные системы из существующих решений в данной области: Smart Beacon, OnYourMap GoIndoor, Sensorberg, Navigine. Так как данные системы и многие другие из подобных являются проприетарными был сделан вывод, что разработка собственного решения является наименее затратным путем организации системы управления данными. Исходя из сравнительного анализа существующих систем, а также целого ряда особенностей работы маяков iBeacon, были выделены функциональные и организационно-технические требования. Следует отметить, что система должна обеспечивать пользователя информацией о датчиках, которые могут быть привязаны к определенным локациям (например, Музей Оптики). Кроме того, система должна обеспечивать возможность обмена данными со смартфоном, а также обрабатывать и представлять в удобном виде информацию, полученную с мобильного устройства.

Таким образом, было решено реализовать систему, состоящую из 4 компонентов: модуль управления маяками, модуль управления локациями, модуль отображения статистики, модуль передачи данных на мобильные устройство.

Вторая глава работы посвящена проектированию. В результате были построены модели, отображающие требуемые функциональные возможности, взаимосвязь элементов при выполнении этих возможностей, реализацию элементов в виде компонентов системы и их расположение на физических носителях. При проектировании был использован объектно-ориентированный подход – язык моделирования UML 2.0.

В третьей главе работы описаны программные средства, а также инструменты, которые были использованы в процессе разработки системы. При разработке был использован Yii2, а в качестве вспомогательных библиотек, были использованы такие решения как: OpenLayers 3 (для работы с локациями) и D3.js (для визуализации собранных данных).

В результате выполнения работы разработана система управления данными Bluetooth маяков iBeacon, система прошла апробацию, датчики iBeacon были размещены в Музее Оптики, а также на третьем этаже корпуса Университета ИТМО по адресу Биржевая линия д. 14. Данные о расположении датчиков были привязаны к планам помещений. При обновлении информации в системе соответствующий исходящий пакет посылался на мобильное устройство пользователя. Выявленные ошибки при тестировании системы были устранены. Система предназначена для эффективного управления данными Bluetooth датчиков iBeacon. Может быть внедрена в организацию любого типа: магазин, музей, больницу, аэропорт и др. Система имеет модульную архитектуру и при необходимости может быть дополнена новыми инструментами. В будущем планируется обеспечить поддержку других протоколов, реализующих Bluetooth-взаимодействие (Eddystone и AltBeacon).

Благодаря разработанному приложению администраторы системы имеют возможность постоянно обеспечивать пользователей актуальной контекстной

информацией, а также получать данные о плотности накопления пользователей в определенное время, в определенном месте, где развернута система. Скриншоты разработанной системы представлены на рисунке.

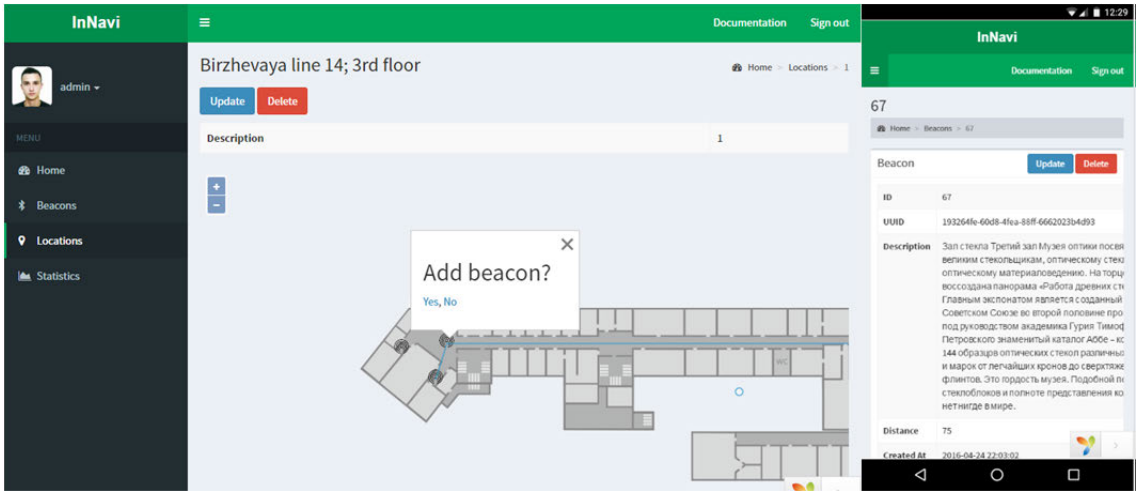


Рисунок. Внешний вид системы

Литература

1. Щекотов М.С., Кашевник А.М. Сравнительный анализ систем позиционирования в помещениях, основанных на технологиях связи, поддерживаемых смартфонами // Труды СПИИРАН. – 2012. – № 23. – С. 459–471.
2. Mautz R. Indoor Positioning Technologies. – Swiss Federal Institute of Technology in Zurich, 2012. – 127 p.
3. Jingjing Y., Wang Y., Xiao Z. An iBeacon-based Indoor Positioning Systems for Hospitals // Int. J. Smart Home. – 2015. – № 3. – P. 161–168.
4. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

Невмержицкий Денис Андреевич
Год рождения: 1995
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3451
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: dennevmer@mail.ru

УДК 004.057.4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ» НА БАЗЕ ПЕРЕДАТЧИКОВ nRF24LE1

Д.А. Невмержицкий
Научный руководитель – к.т.н., ассистент Е.Е. Бессонова

«Умный дом» – это система автоматизации, которая внедряется в жилищное пространство с целью сделать нашу жизнь более безопасной, комфортной и экономичной. На сегодняшний день существует много решений для создания «Умного

дома», однако вопрос защиты таких систем с точки зрения информационной безопасности открыт, ведь разрозненность протоколов, использование непродуманных топологий, а также отсутствие дублирования критически важных устройств сильно снижают уровень общей целостности, доступности и конфиденциальности в системе «Умный дом» [1–3].

Ярким примером может служить исследование компании Synack, которая является одним из лидеров в области информационной безопасности за рубежом. В данном исследовании были задействованы 16 элементов систем автоматизации, и все они подвергались взлому по нескольким сценариям. В результате чего все они были взломаны, причем многие менее чем за 10 мин. Результатом взлома управляющего устройства сети «Умный дом» может служить перехват личной информации, ее изменение или уничтожение, а также полный или частичный перехват управления «Умным домом», что в итоге выливается в угрозу жизни.

Учитывая все проблемы существующих решений, было принято решение создать такую систему, которая будет соответствовать необходимому уровню целостности, доступности и конфиденциальности без ущерба для функциональности. Было решено использовать передатчики nRF24LE1, обладающие большими возможностями для организации системы защиты, а также написать протокол, отвечающий заданным требованиям под конкретный передатчик. Одной из важнейших задач создания такой системы является задача маршрутизации, которая отвечает за передачу данных в сети и ее стабильную работу.

Целью работы являлась разработка и реализация динамической маршрутизации в системе «Умный дом» на базе передатчиков nRF24LE1.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: повышен уровень доступности при выходе одного из передатчиков из строя с помощью таблиц маршрутизации, повышен уровень доступности при выходе одного из передатчиков из строя с помощью метода для нахождения оптимального маршрута, а также повышение уровень целостности и доступности путем экономии памяти передатчиков.

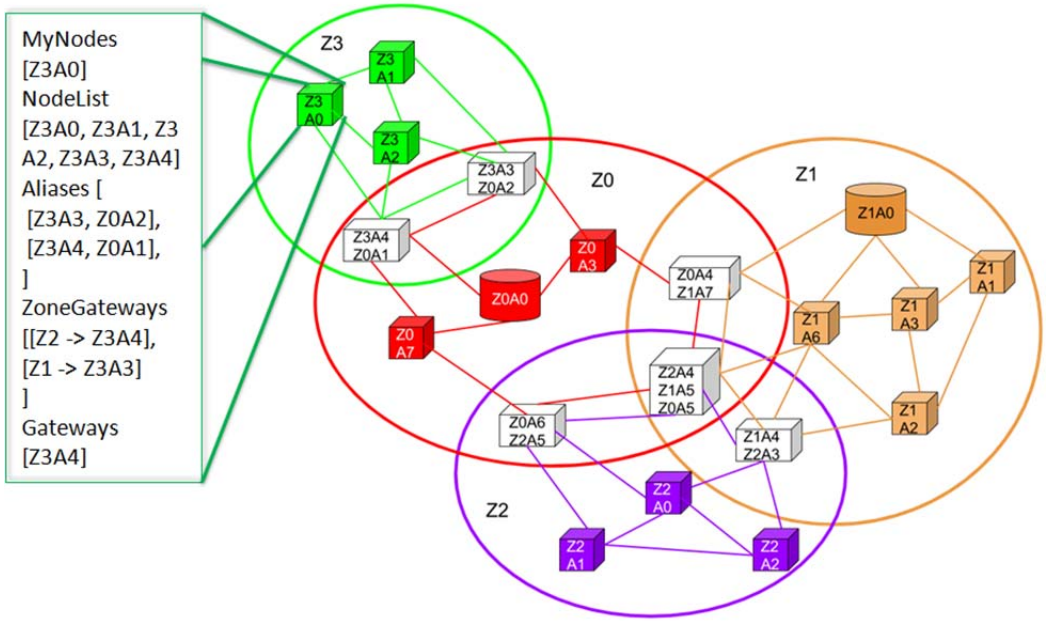


Рисунок. Типовая таблица маршрутизации

Таблица маршрутизации была разработана с уклоном в экономию памяти передатчика, а также с возможностью разделения сети на зоны, и структурой, подходящей для работы с алгоритмом Дейкстры. Примером формирования таблицы

маршрутизации является рисунок типовой таблицы маршрутизации (рисунок), на котором раскрыта таблица маршрутизации для устройства Z3A0.

Для обеспечения общения между узлами необходимо проложить маршрут между ними. Для достижения цели каждое устройство решает задачу о кратчайшем пути, находя оптимальный по скорости маршрут. Данная задача может быть решена многими алгоритмами, такими как алгоритм Дейкстры, алгоритм Беллмана–Форда, алгоритм Дейкстры с использованием Фибоначчиевой кучи и другие. Оптимальным является классический вариант алгоритма Дейкстры, имеющий сложность квадрата числа вершин и не зависящий от числа ребер, не требующий особого представления данных.

Для экономии ресурсов было принято решение использовать метод разделения сети на зоны, так как это сильно сокращает объем таблиц маршрутизации и экономит память, а также уменьшает временные и мощностные затраты на пересчет кратчайших путей. Проведя расчеты, стало известно, что разделение одной большой зоны на n маленьких ведет к уменьшению общей занимаемой памяти практически в n раз.

Также был разработан алгоритм выбора маршрута, который позволяет пересылать пакеты между передатчиками, основываясь на таблицах маршрутизации и результатах решения задачи о кратчайшем пути. При сравнении разработанного решения (при помощи моделирования) с базовой маршрутизацией nRF24LE1, стоит отметить огромное количество преимуществ у первого. Разработанное решение значительно повышает уровень доступности, так как сеть полностью сохраняет работоспособность при потере самого нагруженного устройства, а следовательно сохраняет доступность информации. Была снижена длина среднего маршрута с 3,3 у стандартной маршрутизации до 2,8 у разработанного решения. При расчете длина ребер принималась за единицу.

Показателем повышенного уровня доступности служит длина среднего маршрута при потере самого нагруженного устройства, где у разработанного решения значение от среднего маршрута практически не отличается, что означает, что кроме одного устройства потерь в сети нет.

Также количество пакетов, посланных при передаче сообщения через одно устройство при N количестве устройств, видимых отправителю и имеющих связи с конечным устройством, было снижено до трех, в то время, как стандартное решение сильно зависит от количества видимых устройств в зоне и может крайне сильно нагружать сеть, что понижало доступность сети.

Результатом разбиения на зоны также является увеличение максимального количества устройств в сети с 6 до 2550.

В результате решения задач цель работы была достигнута и появилась возможность создать программно-аппаратное решение, динамично маршрутизирующее сообщения в сети nRF24LE1 с учетом требований информационной безопасности, которое будет встроено в систему «Безопасный умный Дом». В дальнейшем будет проделана работа по автоматизации всех процессов, доработан протокол и разработано полноценное решение, которым можно будет пользоваться без переживаний о недостаточном уровне информационной безопасности.

Литература

1. Home automation benchmarking results [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.synack.com/2015/03/14/home-automation-benchmarking-results/, своб.

2. Алгоритм Дейкстры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC_%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D1%8B, своб.
3. Задача о кратчайшем пути [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BE_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B0%D0%B9%D1%88%D0%B5%D0%BC_%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B8, своб.

Недошивина Любовь Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики, группа № V3416
Направление подготовки: 09.03.03 – Прикладная информатика
e-mail: nedshivina@gmail.com

УДК 004.93

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИЗНАКОВОГО ОПИСАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Л.С. Недошивина
Научный руководитель – к.т.н., ассистент М.В. Петерсон

В рамках задачи глобальной визуальной локализации необходимо определить, где находится робот путем сопоставления наблюдаемого изображения с набором опорных кадров из карты окружающей среды. Для эффективной работы системы локализации необходимо иметь методы, позволяющие надежно выполнять предварительное сопоставление текущего кадра с набором опорных изображений с целью уменьшения количества возможных кандидатов для дальнейшего более точного сопоставления на основе межкадровых геометрических ограничений, как это делается в известных системах [1].

Существующие работы, посвященные проблеме поиска изображений по содержанию в больших базах, показывают, что можно эффективно сопоставлять изображения по глобальному дескриптору. Соседние опорные кадры в карте местности могут отличаться малой изменчивостью в содержании сцены по сравнению с изображениями из больших поисковых баз, на которых большую площадь занимают объекты совершенно разных классов. Малая содержательная изменчивость особенно характерна при локализации внутри помещений. Таким образом, **цель работы** заключалась в определении методов построения глобального признакового описания изображений, позволяющих качественно решать задачу глобальной визуальной локализации мобильного робота в условиях малой содержательной изменчивости наблюдаемой сцены.

Существуют различные решения, позволяющие построить дескриптор изображения путем агрегации локальных признаков на основе некого критерия их сходства, например, гистограмма визуальных слов (ГВС), вектор Фишера [2] и вектор локально агрегированных дескрипторов (VLAD) [3]. Другим способом построения глобального описания может быть использование признаков сверточных нейронных сетей глубокого обучения, предварительно обученных на большой базе изображений [4].

Для тестирования исследуемых методов описания и сопоставления изображений было сформировано несколько различных выборок изображений при последовательном перемещении камеры внутри и вне помещений. Поскольку задача глобальной визуальной локализации требует наличие базы опорных кадров, в работе предложен метод их отбора с помощью нейронной сети глубокого обучения, предварительно обученной на большой базе изображений. Для определения качества работы методов описания и сопоставления был предложен критерий оценки релевантности сопоставленных кадров.

В результате проведенных экспериментов методы агрегации локальных признаков в вектор Фишера и метод VLAD показали низкие результаты (в среднем 32% и 40% успешных сопоставлений), недостаточные для того, чтобы рекомендовать их использование в задаче глобальной визуальной локализации.

Применительно к ГВС исследовались различные метрики меры сходства: евклидово расстояние, пересечение гистограмм, а также вычисление меры сходства с построением пространственных пирамид [5]. Установлено, что из трех исследованных, самым эффективным методом описания и сопоставления является метод с использованием пространственных пирамид.

В ходе исследования способов построения дескрипторов изображения на основе сетей глубокого обучения было установлено, что использование последних полносвязных слоев дает относительно высокий процент успешных сопоставлений (более 70% для всех выборок). Построение более компактного дескриптора SPoC [4] на основе сверточных признаков с различных слоев также дало высокие результаты: до 100% на отдельных выборках.

Экспериментально установлено, что дополнительная обработка дескриптора SPoC, так называемое «отбеливание», предлагаемое в оригинальной работе, в условиях решаемой задачи глобальной локализации не дает улучшения результатов.

Для методов, показавших хорошие результаты, было проведено тестирование устойчивости к окклюзиям, яркостным и геометрическим искажениям (рисунок).

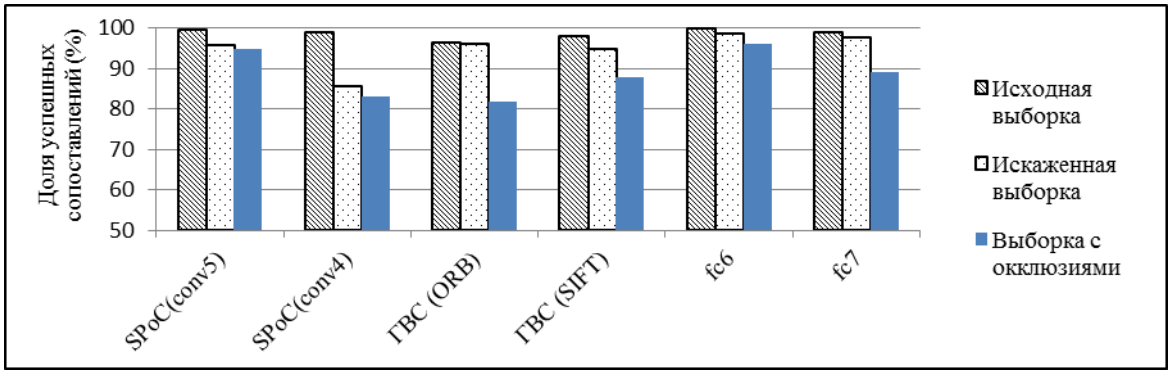


Рисунок. Результаты тестирования устойчивости методов к окклюзиям и геометрическим искажениям

Методы построения дескриптора на основе сетей глубокого обучения оказались более устойчивыми к окклюзиям, тогда как гистограммы визуальных слов на основе ORB- и SIFT-признаков с построением пространственных пирамид более устойчивы к яркостным искажениям и сдвигам. Стоит отметить, что дополнительное обучение сети на искаженных ключевых кадрах позволяет немного повысить устойчивость к яркостным и геометрическим искажениям.

Таким образом, в результате работы установлено, что метод построения дескриптора изображения путем агрегации локальных признаков в виде гистограммы

визуальных слов с использованием пространственных пирамид, а также методы построения дескриптора на основе нейронной сети глубокого обучения позволяют успешно решать задачу глобальной визуальной локализации.

Литература

1. Mur-Artal R., Montiel J.M.M., Tardos J.D. ORB-SLAM: a versatile and accurate monocular SLAM system // IEEE Transactions on Robotics. – 2015. – V. 31. – № 5. – P. 1147–1163.
2. Perronnin F., Dance C. Fisher Kernels on Visual Vocabularies for Image Categorization // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2007. – P. 1–8.
3. J´egou H., Douze M., Schmid C., P´erez P. Aggregating local descriptors into a compact image representation // Computer Vision and Pattern Recognition. – 2010. – P. 3304–3311.
4. Babenko A., Lempitsky V. Aggregating Deep Convolutional Features for Image Retrieval [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arxiv.org/pdf/1510.07493.pdf, своб.
5. Yang Y., Newsam S. Bag-of-visual-words and spatial extensions for land-use classification // Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. – 2010. – P. 270–279.

Пальцев Евгений Алексеевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № P3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: palmur3.share@gmail.com

УДК 004.451

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Е.А. Пальцев
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Е. Платунов

В наше время к оборудованию, для которого разрабатывается встроенное программное обеспечение, предъявляется все больше требований по объему выполняемых функций. В то же время требования по надежности и времени реакции на события в лучшем случае остаются неизменными. Все это приводит к усложнению логики работы программ. Из-за этого все чаще применяются встраиваемые операционные системы реального времени (ОСРВ) [1]. Область их применения накладывает серьезные ограничения на их характеристики. Во встраиваемых системах используются процессоры, производительности которых без избытка хватает на выполнение поставленной задачи. Доступный объем памяти, как правило, ограничен, и отсутствует возможность его нарастить. Потребляемая мощность также является проблемой, особенно в портативных устройствах. И программное обеспечение – его размер и эффективность –

значительно влияют на то, сколько ватт потребляет устройство. В связи с этим при проектировании устройств важно знать характеристики используемой операционной системы (ОС), однако, зачастую характеристики, приводимые в различных источниках, носят неполный или рекламный характер. Таким образом, возникает необходимость измерения характеристик ОСРВ, чему и посвящена данная работа.

Операционные системы реального времени (ОСРВ) – операционные системы, способные обеспечить предсказуемое время обработки непредсказуемо возникающих внешних событий [2]. Можно выделить следующие области, наиболее интересные при рассмотрении производительности и ресурсоемкости ОСРВ:

- потребление памяти;
- производительность служб, предоставляемых ядром;
- задержки, вносимые работой операционной системы.

Для дальнейшего изучения в работе выбрана ОСРВ FreeRTOS. Она имеет открытый исходный код, бесплатна, широко распространена и портирована на большое число архитектур [3]. В качестве аппаратной платформы для проведения экспериментов был выбран микроконтроллер семейства STM32L151 с ядром ARM Cortex-M3, поддерживаемым данной ОС [4].

В данной работе рассмотрено время переключения между задачами, как характеристика, наиболее сильно влияющая на общую производительность системы. Переключение между задачами в ОС может возникнуть по различным причинам, в соответствии с чем были выбраны следующие величины для измерения, а именно время переключения:

- между равноприоритетными задачами;
- между задачами при разблокировке задачи из прерывания;
- между задачами при блокировке задачи;
- между задачами при принудительной передаче управления задачей.

В работе был рассмотрен инструментарий, доступный для проведения тестирования, предоставляемый как ОС, так и микроконтроллером. Было предложено использовать порты ввода–вывода для сигнализации о событиях, промежутки времени между которыми необходимо измерить. Непосредственно измерение времени проводилось с помощью логического анализатора. В соответствии с данным методом было составлен комплекс программного обеспечения, и выполнены измерения на тестовой платформе. Сделаны предположения о корректности полученных результатов.

Актуальность измерения рассматриваемых характеристик подтверждена примерами возможного использования данной информации при проектировании встраиваемых систем. Результаты работы были представлены на V Всероссийском конгрессе молодых ученых, тезисы вошли в сборник тезисов докладов.

Литература

1. Cooling J. Real-time Operating Systems. – Lindentree Associates, 2013. – 329 p.
2. Penumuchu C.V. Simple Real-time Operating System: A Kernel Inside View. – Trafford Publishing, 2007. – 322 p.
3. Barry R. The FreeRTOS Reference Manual – API Functions and Configuration Options. – Real Time Engineers Limited, 2014. – 285 p.
4. Barry R. FreeRTOS Tutorial Book, Generic Cortex-M3 Edition. – Real Time Engineers Limited, 2010. – 226 p.

Панфилова Ольга Анатольевна
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере,
группа № К3442
Направление подготовки: 45.03.04 – Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере
e-mail: Panfilova.oly@yandex.ru

УДК 004.421.6

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНОЙ ГРУППЫ

О.А. Панфилова
Научный руководитель – к.п.н., доцент Ю.О. Валитова

В современном мире профессиональная деятельность подавляющего большинства людей неразрывно связана с общением, в ходе которого нередко возникают конфликты по причине психологических различий между людьми, заставляющих их по-разному воспринимать, обрабатывать информацию и действовать.

Чтобы свести к минимуму возникновение конфликтных ситуаций и сформировать успешную команду, многие руководители компании используют неклассические методы расстановки персонала. Весьма перспективным является применение психолингвистических методов, так как они позволяют выявить качества личности, важные для назначения сотрудника на конкретную позицию в команде [1, С. 29].

На рынке существуют как зарубежные, так и российские системы анализа текста, среди которых небольшую часть составляют программы, способные обрабатывать результаты психолингвистических тестов. Однако использование данных программ затрудняется не только тем, что большинство из них являются платными, но и тем, что работа с ними требует специфических знаний и умений. Кроме того, на сегодняшний день не существует автоматизированных систем, способных обрабатывать результаты психолингвистических тестов для формирования проектных групп.

Исходя из этого, можно выделить преимущества предлагаемого алгоритма:
- отсутствие прямых аналогов;
- отсутствие необходимости прибегать к помощи специалиста;
- высокая скорость обработки результатов;
- возможность применения в разных областях, связанных с проектной деятельностью.

Изучение состояния объекта исследования позволило определить **цель работы** – разработать алгоритм, автоматизирующий процесс обработки результатов психолингвистических тестов для распределения ролей при формировании проектной группы.

Первой важной задачей являлся выбор психолингвистической методики. После проведения анализа существующих психолингвистических методик для проведения тестирования и последующей оценки качеств личности был выбран метод метапрограмм.

Метапрограммы – это способы мышления человека, на основании которых строится его поведение. Они формируются на протяжении жизни, используются бессознательно, и их практически невозможно «симулировать» [2, С. 44].

Чтобы определить наиболее подходящую человеку роль в проектной группе, был составлен тест, основанный на четырех метапрограммах: активность – рефлексивность, тип референции, направление мотивации, ориентация во времени.

Для обработки результатов теста был составлен алгоритм, состоящий из пяти этапов:

1. поиск заданных слов в тексте;
2. формирование карточки метапрограмм;
3. сравнение с шаблонами и присвоение роли;
4. формирование проектной группы;
5. представление результатов (визуализация).

При программной реализации добавляется дополнительный этап – предобработка.

Алгоритм реализован как консольное приложение на языке Java [3].

Программа состоит из семи классов, наглядно представленных на диаграмме пакетов на рисунке.

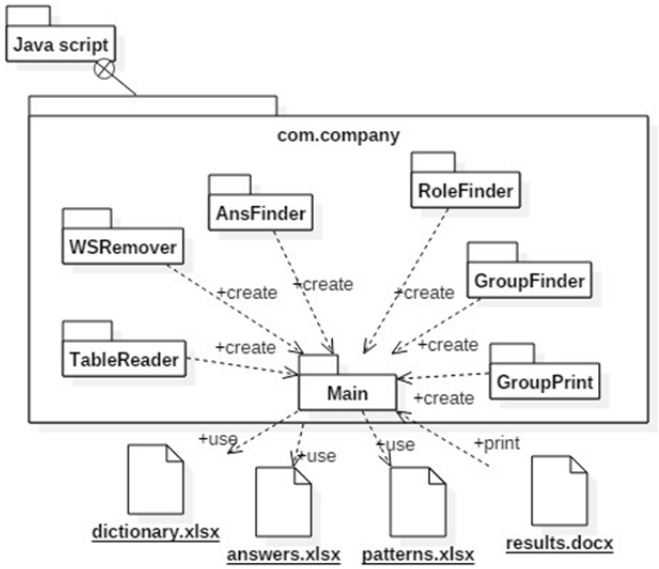


Рисунок. Диаграмма пакетов

Вся информация загружается из трех файлов:

- словаря, состоящего из 2347 слов и словосочетаний, разработанного в рамках работы и учитывающего особенности восприятия слов в рамках каждой метапрограммы;
- файла с ответами респондентов;
- файла с 334 шаблонами карточек метапрограмм для ролей в команде.

Результат работы алгоритма сохраняется в файл Results и представляет собой: карточку метапрограмм для каждого испытуемого, название роли, полученной по результатам теста, итоговую роль в проекте и номер проектной группы.

Работа алгоритма оценивалась путем сравнения результатов обработки того же набора данных экспертом-психолингвистом. При апробации алгоритма был получен следующий процент совпадения с экспертным распределением: 92% – на обучающей выборке; 94% – на тестовой выборке; 93% – на всем наборе данных.

В ходе выполнения работы был разработан и реализован алгоритм обработки результатов психолингвистических тестов, предназначенный для формирования проектной группы и определения наиболее подходящей человеку роли в ней.

Реализованный алгоритм способен достаточно точно и быстро обрабатывать результаты теста, поэтому его использование позволяет не только облегчить работу эксперта-психолингвиста, но и заменить его при решении задач расстановки кадров и формирования проектных групп.

В дальнейшем планируется провести апробацию в реальных условиях, чтобы проверить слаженность работы групп, сформированных путем автоматического распределения.

Литература

1. Глухов В., Ковшиков В. Психолингвистика. Теория речевой деятельности. – М.: АСТ, 2007. – 223 с.
2. Холл М., Боденхамер Б. 51 метапрограмма НЛП. Прогнозирование поведения, «чтение» мыслей, понимание мотивов. – СПб.: Прайм-Еврознак, 2007. – 347 с.
3. Лафоре Р. Структуры данных и алгоритмы в Java. – СПб.: Питер, 2016. – 704 с.

Поторокин Олег Игоревич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерных технологий, кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: Olegoprain@yandex.ru

УДК 004.318

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЕ

О.И. Поторокин
Научный руководитель – к.т.н., доцент П.В. Кустарев

Компания Imagination Technologies (разработчики PowerVR и MIPS) в 2015 году открыла программу MIPSfpga, предоставив открытый исходный код одного из своих популярных современных индустриальных микропроцессорных ядер MIPS MicroAptiv на языке описания аппаратуры Verilog. Это предоставляет возможность студентам изучить его работу, изменять команды, добавлять новые блоки и реализовывать свои дизайны на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС). В будущем эти дизайны смогут стать полноценными микросхемами, используемыми в реальных системах. Однако сейчас нет достаточной документации, доступной студенту, для быстрого перехода от изучения архитектуры микропроцессорного ядра к созданию своего полноценного дизайна, включающего такие блоки, как, например, периферийные контроллеры.

Целью работы являлась разработка рабочего примера программного контроллера периферийных устройств для процессорного ядра MIPSfpga, реализуемого на ПЛИС Nexys-4 ddr, и написание собственной документации, основанной на полученном при разработке опыте.

В работе была изучена архитектура микропроцессорного ядра MIPS microAptiv UP и принцип его работы с внешними устройствами по общей шине AHB-Lite [1, 2]. Также были рассмотрены основные периферийные интерфейсы, используемые в pmod портах – UART, SPI, I2C. Критерием выбора интерфейса для разрабатываемого контроллера была наглядность потока данных. В связи с этим для разработки был выбран интерфейс SPI за наличие в нем 4 отдельных шин, 2 из которых отвечают за данные (MOSI, MISO), 1 – за синхросигнал (SCK) и 1 – за сигнал выбора ведомого и управления ведомым (SS) [3].

Разработка рабочего примера контроллера велась по методу конечного автомата. Как видно на рис. 1, он разделен на отдельные блоки, каждый из которых выполняет свою функцию.

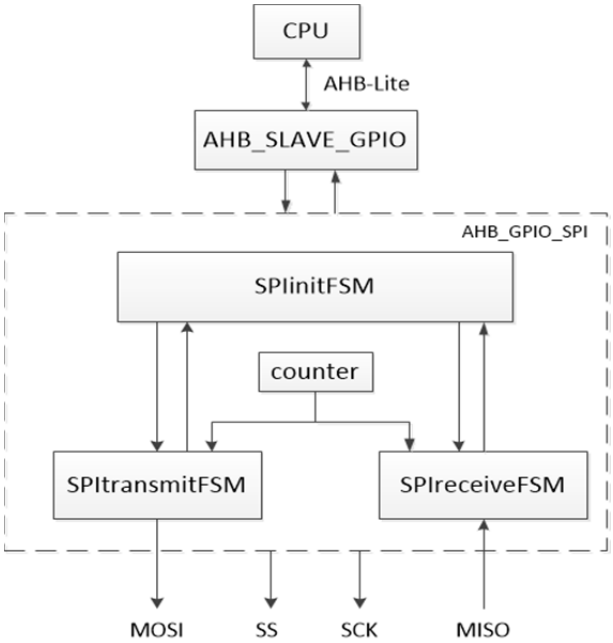


Рис. 1. Структурная схема контроллера SPI

Блоки приема/отправки данных (SPIreceiveFSM, SPItransmitFSM) переходят между состояниями, принимая или передавая конкретный бит данных в каждом из них. Блок управления (SPIinitFSM) регулирует состояния самого контроллера: «Ожидание», «Активен» и «Завершение» для синхронизации всех блоков перед получением новых данных. Делитель частоты в виде счетчика соответственно уменьшает частоту синхросигнала до приемлемой для интерфейса SPI–1,1 Мгц [3].

Вторым этапом разработки было интегрирование полученного контроллера в систему MIPSfpga. Для этого модуль контроллера был добавлен в блок доступа периферийных устройств GPIO, модифицирована логика шины AHB-Lite для новых условий, добавлены необходимые регистры в сегмент периферийных устройств виртуальной памяти [2].

Тестирование контроллера проводилось уже в составе системы MIPSfpga в программе Xsim. Абстрактное периферийное устройство работало на разных частотах (от 500 кгц до 5 Мгц) и передавало зафиксированные данные.

Тестирование на ПЛИС проводилось на плате Nexys-4 ddr с датчиком освещенности Pmod ALS при использовании отладчика Vivado Logic Analyzer. В ходе отладки также проводилось изучение работы данной программы вследствие отсутствия документации на русском языке и избыточности, и излишней комплексности информации в оригинальной документации к ней. Результат одного из тестирований представлен на рис. 2.

Итоговая документация представляет собою PDF-документ с дополнительными файлами (исходный код контроллера, файлы тестовых программ, makefile). В тексте документа был проведен обзор процессора MIPSfpga, рассмотрены его основные блоки, регистры, память, принцип его работы с периферийными устройствами. Также проведен обзор интерфейсов периферийных устройств. Описан процесс разработки контроллера SPI, и даны конкретные инструкции для проведения запуска и тестирования итоговой системы на ПЛИС с помощью соответствующих программ и утилит.

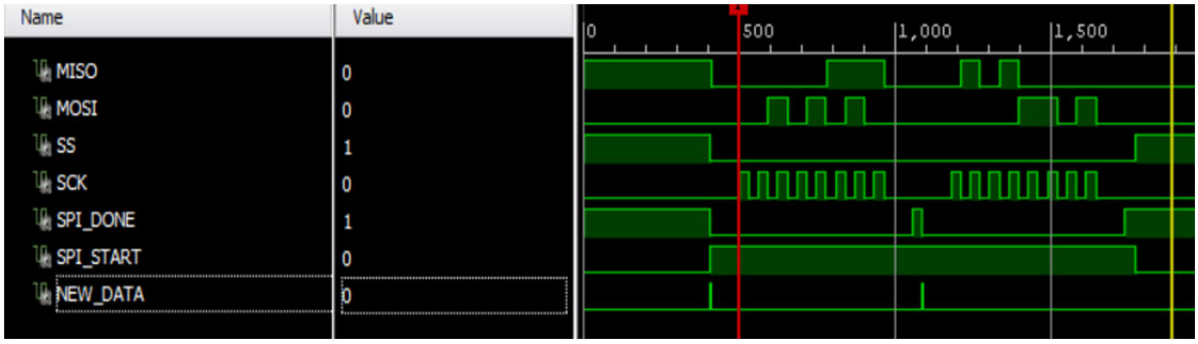


Рис. 2. Результат тестирования на ПЛИС

В результате проведенной работы была изучена архитектура микропроцессорного ядра MIPS microAptiv с помощью предоставленного Imagination Technologies пакета MIPSfpga. Были рассмотрены основные блоки процессора, включая его конвейер, регистры общего назначения и устройство памяти. Изучена логика работы системы MIPSfpga с общей шиной AHB-Lite в рамках блока периферийных устройств общего назначения. Разработан рабочий пример контроллера SPI-интерфейса. Он был протестирован в смоделированных условиях и на ПЛИС Nexys 4 ddr. Разработано электронное учебно-методическое пособие, дающее возможность студентам в короткие сроки изучить основы взаимодействия ядра MIPS microAptiv с периферийными устройствами и приступить к разработке собственных проектов, основываясь на существующем рабочем примере.

Литература

1. MIPSfpga Getting Started Guide. Imagination Technologies Ltd., 2015. – 135 p.
2. MIPS32 microAptiv™ UP Processor Core Family Software User's Manual. Imagination Technologies Ltd., 2015. – 365 p.
3. Ключев А.О., Ковязина Д.Р., Петров Е.В., Платунов А.Е.. Интерфейсы периферийных устройств. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2011. – 294 с.

Пулькин Николай Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № B3420
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: kpulkin@mail.ru

УДК 537.876.22; 537.876.45

ДИНАМИКА ПРЕДЕЛЬНО КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ШИРОКОЙ ДИСПЕРСИЕЙ

Н.С. Пулькин
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Н.Н. Розанов

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ.

В работе рассмотрено воздействие последовательности униполярных импульсов на двухуровневые системы, а также изучено воздействие предельно короткого униполярного импульса на резонатор, представляющий из себя неподвижное зеркало с дисперсией и

подвижное идеальное зеркало. В ходе работы были написаны оригинальные программы в пакете MathCad, результаты расчета совпали с результатами в других научных статьях.

Ключевые слова: солитон, униполярный импульс, цуг, двухуровневая среда, зеркало с дисперсией.

Введение. Теоретический анализ генерации однополярных импульсов в резонаторе с колеблющимся зеркалом является непростой задачей. Здесь необходимо построить физически правильную модель системы, которая позволила бы получить работоспособное математическое описание оптического резонатора с колеблющимся зеркалом.

В работе была поставлена оригинальная учебно-научная задача, состоявшая из двух частей.

В первой части необходимо было ознакомиться с математическим описанием двухуровневой и трехуровневой квантовой системы, взаимодействующей с полем оптического излучения, вывести уравнения, описывающие изменение во времени элементов матрицы плотности, и рассмотреть воздействие последовательности униполярных импульсов на такие системы. При этом выяснить, возможно ли в этом случае получить отклик среды, который бы не провоцировал появление биполярности оптического поля при распространении последовательности униполярных оптических импульсов в среде.

Во второй части надо было показать теоретически усиление униполярного импульса в оптическом резонаторе с колеблющимся зеркалом (неподвижное зеркало с дисперсией, подвижное зеркало без дисперсии).

Результаты исследования. В результате выполнения программ, написанных в пакете MathCad (формулы взяты из [1]), для рассмотрения воздействия униполярного импульса на двухуровневые системы было обнаружено, что при прохождении через 2-х уровневую среду униполярный импульс затухает. В то же время при прохождении через 2-х уровневую среду цуга униполярных импульсов от комб-генератора на больших временах устанавливается стационарное значение амплитуды незатухающей поляризации, т.е. импульсы будут сохранять свою форму и амплитуду. Обнаружилось, что при площади импульса $\Theta \to \pi$ ширина импульса стабилизируется и становится равной $\approx \frac{1}{6} T^{-1}$, где T – период светового колебания.

Таким образом, было предложено использовать излучение комб-генератора лазера с самосинхронизацией мод с микрорезонатором для получения цуга незатухающих униполярных импульсов в 2-х уровневой среде.

Во второй части работы была написана программа для моделирования многократного отражения ультракороткого импульса в системе зеркал, в которой одно зеркало неподвижно и обладает дисперсией, а второе принимается идеальным и движется со скоростью, близкой к скорости света.

В результате расчета программы, написанной в пакете MathCad, на основании формул из [2, 3] были получены результаты при указанных параметрах (рисунок).

Как видно из рисунков, наблюдается тенденция к стабилизации амплитуды и длительности импульса, что соответствует результатам работы [2].

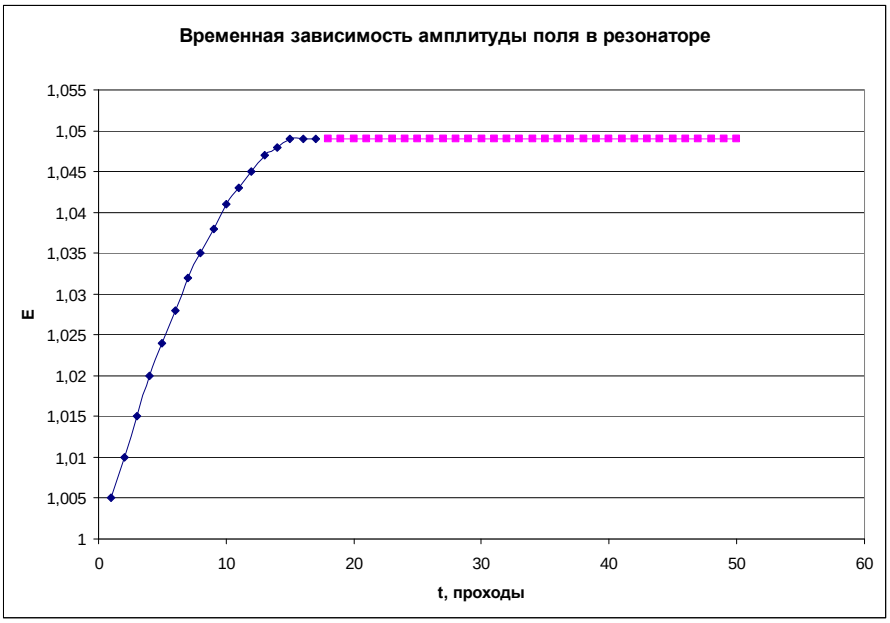


Рисунок. Результаты при параметрах E_0 =1; γ=29,5; ω_0 =4π; Ω= π; μ=0,03; *t*=0–1; *z*=0–1; *L*o=1; *c*=1; τ_{pulse} =0,2; K_0 =–29,5, шаг по *t* 0,001, шаг по *z* 0,001 (где E_0 – амплитуда падающего поля; γ – постоянная затухания; ω_0 – собственная частота зеркала с дисперсией; Ω – частота модуляции; μ – глубина модуляции; *t*=0–1 – временная координата поля; z=0–1 – пространственная координата поля; *L*o – длина резонатора; *c* – скорость света; τ_{pulse} – длительность импульса; K_0 – базовый коэффициент отражения, все величины относительны)

Заключение. Автором работы было показано, что в случае 2-х уровневой среды, на которую действует последовательность униполярных коротких импульсов, возможна ситуация, когда нет высокочастотных осцилляций поляризации среды, и импульсы не затухают. В работе исследована и подтверждена возможность усиления и стабилизации для униполярного импульса в пустом резонаторе с идеальным колеблющимся зеркалом и неподвижным зеркалом с дисперсией (динамический эффект Казимира). Дальнейшее исследование динамического эффекта Казимира в пустом резонаторе может быть проведено с привлечением квантово-механических моделей для материала зеркал, в частности, на основе уравнений для 2-х и 3-х уровневых сред, полученных в данной работе.

Интересным представляется возможность рассмотреть динамический эффект Казимира в резонаторе, заполненном материальной средой. В этом случае можно ожидать появления резонансного когерентного излучения на переходах среды с постоянной составляющей. Возможно провести более детальное исследование системы с движущимся зеркалом с учетом релятивистских эффектов. Интересен также вопрос о возможности «однозеркального» динамического эффекта Казимира.

Литература

1. Розанов Н.Н. Диссипативные оптические солитоны от микро- к нано- и атто-. – Изд-во: Физматлит, 2011. – С. 456–488.
2. Розанов Н.Н., Федоров Э.Г., Мацковский А.А. Параметрическая генерация излучения в динамическом резонаторе с частотной дисперсией // Квантовая электроника. – 2016. – Т. 46. – № 1. – С. 13–15.

3. Болотовский Б.М., Столяров С.Н. Отражение света от движущегося зеркала и родственные задачи // УФН. – 1989. – Т. 159. – С. 155–180.

Сергеев Сергей Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3455
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: me@sergeysergeev.ru

УДК 004.056.53

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ДАННЫХ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА К НОСИТЕЛЮ ИНФОРМАЦИИ

С.С. Сергеев
Научный руководитель – к.т.н., ассистент А.Ю. Кузнецов

В сфере информационной безопасности особое место занимает программная защита информации. Одной из главных задач таких средств является защита носителя информации от несанкционированного доступа (НСД). Для достижения поставленной задачи применяются различные механизмы, основанные на применении криптографических методах. **Целью работы** являлось исследование возможности разработки эффективного программного средства защиты данных от НСД к носителю информации с последующей программной реализацией [1–5].

В настоящее время в качестве механизмов защиты информации от НСД применяется следующее:

- криптографическая защита;
- механизмы управления доступом;
- механизмы идентификации и аутентификации;
- механизмы дополнения трафика (имитовставка);
- управление маршрутизацией;
- механизмы целостности данных (контрольная сумма);
- электронная подпись (ЭЦП);
- механизмы электронного нотариата.

Из вышеописанного перечня механизмов защиты информации от НСД можно выбрать наиболее полезные для решения поставленной задачи: механизм криптографической защиты и механизм целостности данных.

Также следует произвести анализ современных программных средств защиты информации от НСД. В рамках анализа по использованию в них выбранных механизмов можно отметить следующие недостатки, присущие отдельным или всем анализируемым средствам:

- использование морально устаревших криптографических алгоритмов;
- отсутствие гибкости;
- отсутствие прозрачного шифрования.

В итоге программному средству предъявляются следующие требования:

- наличие компонента контроля целостности;
- наличие компонента криптографической защиты, реализующего прозрачное шифрование;

– использование свежих алгоритмов;
– гибкость и удобство в эксплуатации.

Принцип работы компонента целостности представляется следующим образом. На вход программе подаются два параметра: адрес расположения файла на локальном диске и режим работы из двух вариантов фиксации состояния выбранного файла или проверка целостности ранее зафиксированного файла. В результате работы программное средство вычисляет контрольную сумму файла с помощью хэш-функции SHA-3 и сохраняет в локальную базу данных SQLite, если выбран режим фиксации, иначе извлекает ранее сохраненное значение контрольной суммы для дальнейшего сравнения. Результатом работы компонента является одно из сообщений: о состоянии файла, об успешной фиксации либо о возникшей ошибке в процессе работы.

Компонент криптографической защиты представляет собой разработанный драйвер-фильтр с целью прозрачного шифрования файлов при работе с ними. Эта цель достигается с помощью решения следующих задач: перехват и модификация пользовательского запроса к файловой системе, шифрование и дешифрование файлов защищенного раздела. В качестве криптографического алгоритма шифрования используется блочный шифр в режиме простой замены ГОСТ Р 34.12-2015 «Кузнечик».

Тестирование разработанного программного средства производилось на ЭВМ со следующими характеристиками: Intel(R) Core(TM) i5-2467M CPU 1,6 ГГц, DDR3 4 ГБ, SSD 120 ГБ под управлением операционной системой Windows 7.

Скорость шифрования файла составила 0,789 МБ/с, дешифрования составила 0,715 МБ/с.

Оба программных компонента прошли функциональное тестирование на наборе тестовых векторов – файлах с заранее подготовленной последовательностью байт. В результате тестирования компонентов отклонения от ожидаемых значений не было выявлено.

При размещении в защищаемом разделе увеличивается время на работу с ним, в связи с дополнительными временными затратами на его открытие и запись.

Также при оценке компонентом целостности файлов больших размеров из-за считывания поблочно скорость его работы будет деградировать.

Результатом является полноценное программное средство, удовлетворяющее поставленные перед ним задачи. В дальнейшем встает вопрос увеличения скорости работы средства с помощью оптимизации исходного кода и использования более одного ядра процессора (для работы на ЭВМ с многоядерными процессорами). Также следует рассмотреть вопрос об портировании программного средства в операционные системы ядра Linux.

Литература

1. Борисов М.А., Заводцев И.В., Чижов И.В. Основы программно-аппаратной защиты информации. Учебное пособие. – М.: УРСС, 2012. – 370 с.
2. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – Изд-во: Триумф, 2002. – 816 с.
3. Они У. Использование Microsoft Windows Driver Model. – Изд-во: Питер, 2007. – 763 с.
4. Rajeev N. Windows NT File System Internals: A Developer's Guide. – O'Reilly, 1997. – 800 p.
5. Tobias K. A bug hunter's diary: a guided tour through the wilds of software security. – San Francisco: No Starch Press, 2011. – 208 p.

Сизых Анна Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3450
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: siz94@mail.ru

УДК 004.6

МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ И СИСТЕМНЫХ ДАННЫХ В СРЕДСТВАХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Сизых
Научный руководитель – тьютор И.С. Пантюхин

Так как стремительный рост доступных объемов информации является проблемой, то нужны эффективные системы поиска, переработки и представления данных. Для расследования инцидентов, связанных со средствами вычислительной техники и внутреннего аудита их содержимого, необходимо за разумное время перерабатывать имеющуюся информацию. Одним из возможных решений является классификация данных, которые относятся непосредственно к операционной системе (ОС) и деятельности пользователя. Это позволит снизить объемы обрабатываемой информации экспертами, исследуя только те данные, которые относятся к деятельности пользователя и инцидентам. Таким образом, возникает потребность в методах классификации пользовательских и системных данных на основе атрибутов в средствах вычислительной техники.

Целью работы являлась разработка методики классификации пользовательских и системных данных в средствах вычислительной техники на основе атрибутов. В ходе исследования была определена точность классификации. Для достижения поставленной цели была сформирована выборка данных, в дальнейшем из нее был выделен набор определенных атрибутов, путем оценки их информативности и важности для идентификации и расследования инцидента информационной безопасности.

Представленная методика разделена на четыре этапа:

1. выбор атрибутов;
2. определение информативности признаков;
3. формирование и обработка полученных значений;
4. классификация данных.

Как известно, у файлов, хранящихся на носителе информации имеются различные атрибуты, которые могут, так или иначе, относиться или к пользовательским, или к системным. Определив информативность каждого из признаков, можно классифицировать файлы с носителя информации по атрибутам на пользовательские и системные.

С данных, которые хранятся на жестком диске, можно получить различные атрибуты. На первом этапе для их получения используется сторонняя open-source библиотека Hachoir и ее компоненты [1]. В случае, когда с помощью библиотеки не удается получить атрибуты некоторых файлов, необходимо отдельно обрабатывать каждый из них с помощью системных утилит и регулярных выражений. Для таких случаев необходим список атрибутов, которые можно быстро и беспрепятственно получить. Для задачи классификации были выбраны следующие атрибуты файлов: полный путь до файла, имя файла, права на файл, хеш, расширение файла, тип файла,

сигнатура файла/магическое число, размер файла, дата создания файла, дата последнего изменения файла, дата последнего доступа к файлу.

Информативность признака означает, насколько он характеризует отношение объекта к выбранному классу. Оценкой информативности служит величина *I*, которая рассчитывается с помощью метода Шеннона. Он использует для оценки информативности средневзвешенное количество информации, которое приходится на разные градации признака. Таким образом, информативность *j*-ого признака рассчитывается по формуле [2, 3]:

$$I\left(x_j\right) = 1 + \sum_{i=1}^{G}\left(P_i \sum_{k=1}^{K}\left(P_{i,k}\log_k P_{i,k}\right)\right), \quad (1)$$

где G – количество градаций признака; K – количество классов; P_i – вероятность i-ой градации признака; $P_{i,k}$ – вероятность появления i-ой градации признака в K-ом классе. Метод Шеннона оценивает информативность, как нормированную величину, которая изменяется в промежутке от 0 до 1.

На третьем этапе происходит получение набора атрибутов с носителя информации, результат сохраняется, и на его основе формируется эталонная база. Выборки с базами снимаются с разных состояний ОС, формируются и сохраняются в соответствующие файлы, такие как before, after и soft.csv.

На заключительном этапе происходит классификация на основе выбранных атрибутов и производится анализ, в ходе которого определяется, к какой группе относится тот или иной файл. Для анализа применяется алгоритм классификации, на вход подается два «csv» файла, содержащих атрибуты. Обучающая выборка поступает на вход алгоритма классификации, после чего происходит определение степени соответствия файлов с устройства заданным классам.

Для определения эффективности разрабатываемой методики был проведен эксперимент с классификацией данных, основывающийся только на информации, полученной с помощью утилиты FILE. Эксперимент показал точность, равную 28%, что является неудовлетворительным, так как такой низкий результат не может гарантировать правильной классификации данных.

Для выявления лучшего показания точности используются следующие алгоритмы классификации: дерево решений, *k* ближайших соседей, наивный байесовский классификатор.

В работе точность рассчитывается двумя способами: Accuracy и «Kappa» статистика Коэна [4].

Для расчетов также строится матрица неточностей, ее пример представлен на рисунке. Столбцы матрицы зарезервированы под экспертное решение, а строки под решение классификатора. Когда происходит классификация документа из тестовой выборки, инкрементируется значение, стоящее на пересечении строки класса, который вернул классификатор, и столбца класса, к которому действительно относится документ.

predicted→ real↓	Class_1	Class_2	Class_3
Class_1	80	19	1
Class_2	23	55	22
Class_3	13	26	61

Рисунок. Пример матрицы неточности

Для интеллектуального анализа данных используется программа RapidMiner. Для эксперимента было собрано по 4 набора выборок с данными для операционных систем Windows 10 и Ubuntu 14.04 соответственно. На каждом наборе проводились эксперименты с тремя алгоритмами классификации, количество проверок (валидаций) было равно 10.

Средние значения результатов экспериментов приведены в табл. 1 и 2. Лучшее значение точности показал наивный байесовский классификатор для каждой ОС. Алгоритм *k* ближайших соседей тоже показал высокие результаты, но он тратит на одну валидацию от 3 до 5 ч, тогда как наивный байесовский классификатор менее 2 ч.

Таблица 1. Точность и «Kappa» статистика экспериментов

Алгоритм	«Accuracy»	«Kappa» статистика Коэна
WINDOWS 10		
Decision Trees	35,0475%	0,0000
k-NN	91,3650%	0,8833
Naive Bayes	95,0300%	0,9343
UBUNTU 14.04		
Decision Trees	58,4375%	0,0000
k-NN	92,0850%	0,8733
Naive Bayes	95,2967%	0,9200

Также был проведен эксперимент с одной валидацией, полученные результаты отражены в табл. 2.

Таблица 2. Точность и «Kappa» статистика экспериментов для одной валидации

Алгоритм	«Accuracy»	«Kappa» статистика Коэна
Decision Trees	34,1300%	0,0000
k-NN	65,4000%	0,5340
Naive Bayes	94,1600%	0,9230

При сравнение показателей таблиц видно, что точность работы алгоритма *k*-NN растет с количеством проверок, но при этом также увеличивается и время работы. Однако Naive Bayes в независимости от количества валидаций показывает высокие результаты, что в совокупности с затратами на время делает его более эффективным для работы.

Использование предложенной методики позволяет определить точность классификации данных на пользовательские и системные. Эксперименты показали точность более 95%. Полученные результаты могут быть использованы для расследования различных инцидентов информационной безопасности и анализа содержимого накопителя данных устройства [5].

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bitbucket.org/haypo/hachoir/wiki/hachoir-metadata, своб.
2. Shannon C.E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. – Urbana, IL: University of Illinois Press. – 1963. – 144 p.
3. Дашутина Е.В., Меркулова Е.В. Проектирование СКС диагностики сердечно-сосудистых заболеваний // Материалы II международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2012. – С. 285–288.
4. Cohen J. Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit // Psychological Bulletin. – 1968. – V. 70. – № 4. – P. 213–220.

5. Pantiukhin I.S., Zikratov I.A., Sizykh A.S. Method of classification of user and system data based on the attributes // Proceedings of the 18th FRUCT & ISPIT Conference. – 2016. – P. 404–409.

Смышляев Евгений Викторович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3411
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: amper43@ya.ru

УДК 004

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПИЛЯТОРА Си ДЛЯ УЧЕБНОГО RISC-ПРОЦЕССОРА

Е.В. Смышляев
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

Вопрос независимости отечественного продукта всегда является актуальной задачей, особенно в области вычислительной техники. После развала СССР мы лишились многих производственных площадок, был увеличен технологический разрыв с западными странами. Эти факторы сделали Россию зависимой от иностранного производителя электроники и программных продуктов для нее. В последнее время предпринимаются попытки создания собственных разработок, которые бы удовлетворили спрос на такие товары. Приоритетным направлением развития является создание собственной элементной базы, в том числе и таких сложных устройств, как микропроцессоры и системы-на-кристалле. В связи с этим существует необходимость создания собственных инструментальных средств для отладки, тестирования и прикладного программирования разрабатываемых процессоров. Вышеуказанные положения определяют актуальность идеи создания компилятора для учебного RISC-процессора.

Предметом исследования является компилятор Си для RISC-процессора, его архитектура.

Целью работы являлось изучение подхода к построению и реализации компилятора, пригодного для учебного процесса, т.е. обладающего свойствами понятности и простоты, но вместе с этим реализующего главные идеи в данной области.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- обзор готовых решений и выявление недостатков в соответствии с выдвинутыми требованиями;
- обзор и выбор инструментов для разработки;
- разработка архитектуры;
- реализация компилятора;
- тестирование разработанной программы на различных уровнях для проверки работоспособности его отдельных модулей и всей системы в целом;
- сравнение полученного компилятора с существующими аналогами на предмет пригодности для учебных целей.

В первой главе описана предметная область, этапы компиляции программы, суть кросс-компиляции и ее реализация в широко используемых решениях. Представлены современные компиляторы и их анализ в соответствии с требованием пригодности в учебном процессе. Далее обозреваются утилиты и библиотеки, применяющиеся в сфере разбора текста, лексического и синтаксического анализа, помогающие ускорить и упростить собственную разработку, обосновывается выбор инструментария.

Во второй главе определена архитектура учебного компилятора, обоснован ее выбор. Описаны принципы работы задействованных библиотечных решений для разбора текста, а также собственные разработанные модули.

В третьей главе приведены методы тестирования и результаты работы.

Целью работы стало создание учебного компилятора. Выдвинуты требования простоты и понятности кода, реализации необходимого минимума языковых конструкций, использования основных решений и идей в области построения компиляторов. Для достижения вышеуказанного с сохранением прозрачности работы, архитектура системы должна обосабливать каждую фазу компиляции. Такой подход позволит фокусировать внимание только на одной части сложного процесса, изолирует ошибки в модулях и даст возможность изучать и реализовывать свои модули для всех стадий работы программы независимо.

В процессе компиляции проходит шесть этапов: лексический, синтаксический и семантический анализ, оптимизация, генерация дерева разбора и машинного кода. В ходе реализации каждому этапу был сопоставлен свой модуль: первые две стадии (лексический и синтаксический анализ) реализованы на стороне библиотеки PLY, создание дерева разбора производится в модуле cparce и классах модуля ast, код генерируется на основе code_generator. В соответствии с вышесказанным, компилятор в своей архитектуре разделяет лексический и синтаксический анализатор, генератор абстрактного синтаксического дерева, генератор ассемблерного кода и транслятор этого кода в машинный. Такая структура рекомендуется авторами литературы на данную тематику [1], а также позволяет менять коды команд, поддерживаемый функционал языка, способы генерации независимо от других частей, не нарушая их работу и не требуя тестирования других элементов и всей системы в целом при изменениях.

Для подготовки к синтаксическому анализу требуется разбить входной текст на лексемы. На этом этапе компиляции программа рассматривается как поток символов, так как при такой организации лексический анализатор сам руководит процессом, выступая в роли фильтра.

Разбор производится средствами библиотеки PLY на основе разработанного модуля clex.py, который является lex-спецификацией. Структура спецификации может состоять не более чем из трех секций:

1. определений;
2. правил;
3. подпрограмм пользователя.

Секция правил обязательна, в ней описываются искомые шаблоны и действия, выполняемые, если шаблон найден. Секции определений и подпрограмм могут отсутствовать, но если они имеются, то должны встречаться в указанном порядке. Определения используются для служебных целей, имеющих косвенное отношение к генерации лексем (например, включение внешних tab-файлов) [2–5].

Кроме вывода продукции в теле функции происходит генерация абстрактного синтаксического дерева, за реализацию которой ответственен пользователь библиотеки. Генерация дерева разбора построена на общих принципах, и обеспечивается классами директории-модуля ast, где описаны основные узлы дерева, такие как функции, операции, переменные и некоторые другие элементы языка, являющиеся потомками класса Node. В последующем все объекты дерева собираются в структуру. Класс Node реализует поддержку мелких сущностей (например, констант), для которых нецелесообразно было разрабатывать отдельный класс, а также генерацию строки с содержимым для удобочитаемого представления узла в отладочной печати. В ast входят следующие модули:

– node – содержит описанный суперкласс Node;
– function – учитывает специфику объявления функций: для тела функции определяет область объявлений и начало блока операторов, учитывает области видимости переменных;
– var – служит для хранения информации об объявленных переменных;
– base_block – группирует операции в блоки, имеющие по одной точке входа и выхода;
– ret – описывает оператор return.

В работе были решены все поставленные задачи:

– изучены современные компиляторы;
– на основе обзора доступных для разработчика инструментов была выбрана библиотека с Python-реализацией утилит Yacc и Lex, которая покрывала значительные потребности в анализе текста разработки архитектуры;
– разработана архитектура, содержащая модули для каждой стадии разбора текста, созданы интерфейсы взаимодействия для дальнейшей реализации собственных решений студентами;
– реализован минимально необходимый функционал языка С, позволяющий тестировать учебный RISC-процессор, описаны и задействованы основные идеи в области компиляции программы;
– произведено тестирование разработанной программы для отдельных модулей и всей системы целиком, а также анализ полученного компилятора Си на предмет пригодности для учебных целей;
– сравнение полученного компилятора с существующими аналогами на предмет пригодности для учебных целей.

Литература

1. Aho A.V., Lam M.S., Sethi R., Ullman J.D. Compilers: principles, techniques, and tools. – 2nd ed. – Addison Wesley, 2006. – 1000 p.
2. Серебряков В.А., Галочкин М.П. Основы конструирования компиляторов – М.: Едиториал, 2001. – 192 с.
3. PLY (Python Lex-Yacc) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dabeaz.com/ply, своб.
4. Levine J.R., Mason T., Brown D. Lex & Yacc. – O'Reilly Media, Inc., 1992. – 366 p.
5. Хантер Р. Основные концепции компиляторов: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 256 с.

Соловей Алексей Анатольевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3406
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: solovei_94@mail.ru

УДК 535.247.4, 621.9.019, 666.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.А. Соловей
Научный руководитель – А.А. Алёхин

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615868 «Исследование методов и принципов построения автоматизированных видеоинформационных систем для контроля качества продуктов, объектов, материалов».

На сегодняшний день спрос на листовое стекло стабильно возрастает. Этот вид стекла может применяться в многослойном остеклении и является основой для производства широкого спектра современных усовершенствованных стекол и стеклопакетов. Листовое стекло подвержено различным видам дефектов: пузыри, свили, складки, морщины и прочие [1]. Вследствие этого требуется уделять больше внимания контролю качества данной продукции.

Целью работы являлась разработка оптико-электронной системы для анализа дефектов листового стекла (ОЭС АДЛС), а также требований, предъявляемых к ее структуре, конструкции и алгоритмам анализа.

Проведенный аналитический обзор показал, что для контроля листового стекла существуют несколько методов [2, 3]: метод на основе ультразвукового сканирования, фотометрический метод, метод на основе системы машинного зрения. Оптико-электронные системы на основе машинного зрения являются более эффективными методами контроля, за счет высокой скорости сканирования и возможности определения вида дефекта. Существующие системы данного типа для контроля листового стекла имеют типовые конструкции, а различия заключаются в аппаратной начинке. В ходе анализа особенностей анализируемых дефектов сформированы основные требования к соответствующей аналитической ОЭС: система должна иметь высокую разрешающую способность, а также обладать высокой скоростью анализа.

На основе аналитического обзора предложена схема разрабатываемой ОЭС анализа дефектов листового стекла (рис. 1).

Принцип работы системы поясняется следующим образом: два источника питания (ИП) предназначены для обеспечения питания элементов системы. Блок управления источником излучения (БУИИ) служит для регулировки мощности источника оптического излучения (ИОИ). ИОИ подсвечивает объект и представляет собой светодиодную линейку из светодиодов белого свечения. Каналом регистрации является система, состоящая из матричного приемника оптического излучения (МПОИ), который представляет собой камеру с матричным приемником, и оптической системы (ОС). Коммутатор необходим для обеспечения питания МПОИ.

На основе разработанной структурной схемы и по результатам габаритно-энергетического расчета для системы на основе ПЗС-камеры Basler acA 1300-30 gc с

разрешением 1280×960 пикселей, выбрана система подсветки фирмы Avago Technologies и объектив Tamron с фокусным расстоянием 6 мм.

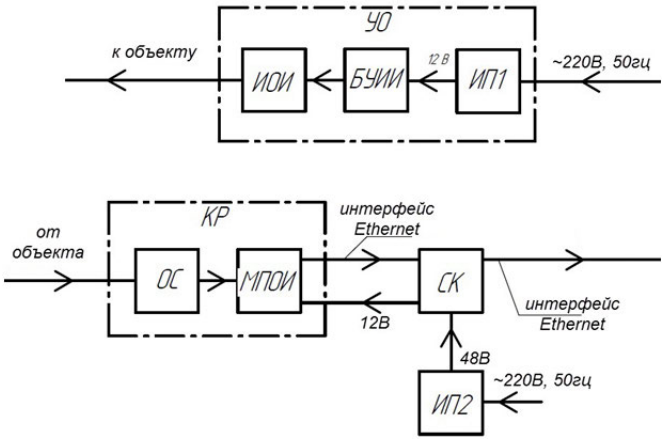


Рис. 1. Структурная схема ОЭС АДЛС

Наличие дефектов стеклопродукции подразумевается оценивать с помощью цифровой камеры посредством анализа изображений изделия, поэтому для отработки принципов анализа разработано базовое программное обеспечение (ПО) для детектирования типовых дефектов листового стекла в среде LabView. Принцип работы обнаружения дефектов (рис. 2) основан на разнице между сигналом реального образца от сигнала эталонного образца.

Рис. 2. Графический интерфейс ПО для анализа дефектов образцов стекла

Когда стекло равномерно подсвечено, то резких скачков и изменений в амплитуде сигнала наблюдаться не будет, если появляется неровность, пузырь, свиль или трещина, то сигнал изменится, значит можно судить о дефекте. На начальном этапе производится съемка не дефектного (образцового) образца стекла соответствующего типа, и определяется сигнал по «срезу» пикселей изображения. Полученный сигнал заносится в память программы. Последующие действия производятся уже с сигналом, получаемым от реального образца. Если отклонения этого сигнала идут более чем на заданный порог, то можно судить о наличии неровностей, тогда программа с помощью визуального индикатора оповещает пользователя.

Для исследований был взят образец стекла размером 40×24 см с дефектом «трещина». Производилась съемка в разных частях образца. После чего по заданному алгоритму был выделен проблемный участок.

В разработанной конструкции канала регистрации (рис. 3) предусмотрена возможность регулировки камеры как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости.

В процессе выполнения данной работы разработана схема и принцип действия системы анализа дефектов листового стекла, выбрана элементная база. Разработана конструкция канала регистрации ОЭС АДЛС и базовое ПО, позволяющее

зарегистрировать дефект. Кроме того, проведены экспериментальные исследования с образцом стекла с дефектом типа «трещина».

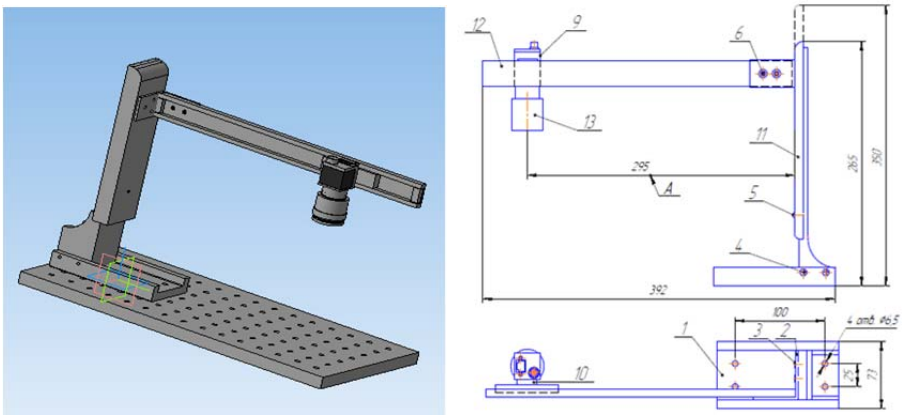


Рис. 3. Конструкция канала регистрации ОЭС АДЛС

Представленные в работе результаты могут быть использованы при разработке промышленной ОЭС для контроля листового стекла на поточной линии. В дальнейшем планируется модернизация исследовательского макета ОЭС для контроля листового стекла, модернизация ПО для поиска дефектов, а также проведение экспериментальных исследований дефектов разного типа и класса крупности на различных образцах листового стекла.

Литература

1. ГОСТ Р 54170-2010. Стекло листовое бесцветное. Технические условия. – Введен 01.07.2012. – М.: Стандартинформ, 2011. – 20 с.
2. Flat glass inspection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.isravision.com/en/industries/glass, своб.
3. Quality and Process Control for Flat Glass [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.schwabinspection.com/index/dr.schwab+Inspection+Technology/Glass.html, своб.

Филатова Дарья Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: horoshodoma1425@gmail.com

УДК 628.92/.97

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВОСПРИЯТИЯ ЯРКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВЗГЛЯДА

Д.С. Филатова
Научный руководитель – Н.В. Быстрянцева

При проектировании искусственного освещения прослеживается тенденция к созданию все большего количества объектов с завышенными уровнями яркости [1]. Термин «чем больше света, тем лучше» порождает в крупных городах обилие светового загрязнения и визуальный дискомфорт. Закономерно возникает вопрос:

необходимо ли завышать яркость объектов в ночной панораме города или при навигации, как это влияет на длительность восприятия и при каких условиях человек воспринимает больше информации.

Эти факторы указывают на недостаточную научную проработанность вопросов сочетания эстетики и количественных параметров яркостных характеристик, также не учитывают самый главный элемент – влияние психофизиологии человека на восприятие окружающего пространства. Исходя из этого, проблема использования завышенной яркости важна и актуальна.

Цель работы – исследование фиксации взгляда человека при изменении уровней яркости с помощью технологии отслеживания взгляда. Согласно обозначенной цели были поставлены следующие задачи: изучить основные принципы системы восприятия взгляда человека; изучить методику окулографического исследования; освоить навыки работы с прибором TobiiX2-60; определить точки и время фиксации взгляда при изменении уровней яркости; провести анализ данных, полученных в процессе эксперимента.

Исследование по теме работы являлось продолжением исследования системы восприятия человеком освещенных пространств и объектов в городской среде, которое проводилось доцентами кафедры ВШСД Университета ИТМО [2]. В продолжение вышеуказанного материала данная работа направлена на выявления закономерностей восприятия человеческого взгляда при смене яркостных характеристик объекта, которая способна помочь определить эффективность воздействия используемых уровней яркости.

В данном контексте оптимальной методологической основой для оценки критериев яркости выступает окулографический метод. Окулография – это технология отслеживания движений взгляда человека, используемая для изучения характера движений глаз [3]. В эксперименте принимали участие две группы по 15 человек в возрасте 18–40 лет. Участники – люди с нормальным зрением, не имеющие видимых отклонений и не использующие приборы коррекции зрения. Алгоритм проведения экспериментов имеет одинаковую структуру. Первый эксперимент для объектов на гладкой поверхности, второй эксперимент – для объектов на структурной поверхности (кирпичная стена). С момента проецирования фотографии на экран монитора персонального компьютера синхронно включается запись движения взгляда, происходит фиксирование точки и последовательность восприятия. Время продолжительности одного испытания составляет 3–5 мин.

В экспериментальной части исследования были представлены тест-объекты – фотографии с изображением комнаты, которая была смоделирована с помощью светотехнической программы Dialux evo 5. В этой комнате расположены три одинаковых светильника с различными уровнями яркости (L_1=25 кд/м^2, L_2=80 кд/м^2, L_3=156 кд/м^2).

Цель первой части экспериментов заключалась в определении объекта первичной фиксации на разных поверхностях. Вторая часть эксперимента – определение длительности общей фиксации на разных поверхностях.

На основании анализа результатов проведенного исследования автору удалось выявить:

1. что при изменении уровня яркости первичная фиксация взгляда закрепляется за ярким или центральным объектом, т.е. яркое пятно не является акцентным для первой фиксации (показано на рис. 1);
2. что на гладкой, равномерной поверхности количество точек фиксации максимально при ярком свете, а во втором эксперименте, со структурной поверхностью,

респондент задерживает внимание на световых пучках с максимальной и средней яркостью примерно равное количество раз (представлено на рис. 2);

3. также удалось определить, что время фиксации зависит от качества объекта: при гладкой поверхности максимальное время фиксации на ярком объекте, при структурной поверхности время фиксации выравнивается между ярким объектом и объектом средней яркости, результаты представлены в таблице.

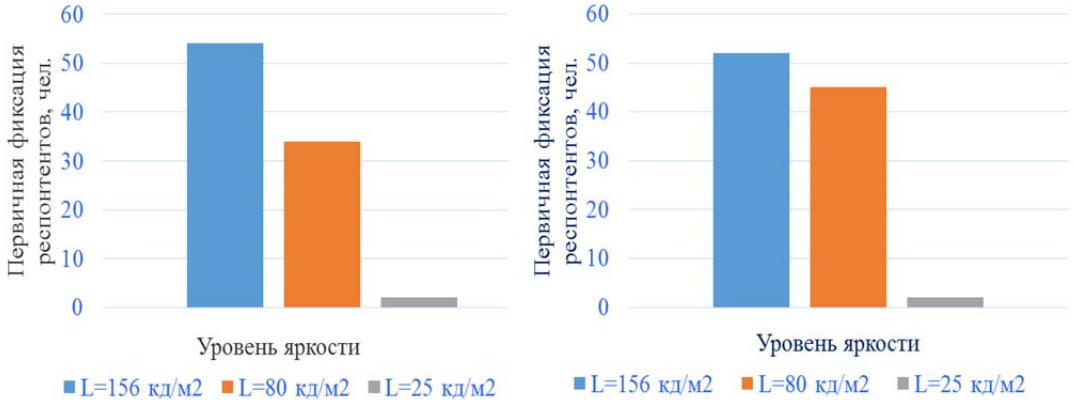


Рис. 1. Первичная фиксация взгляда при гладкой и структурной поверхности

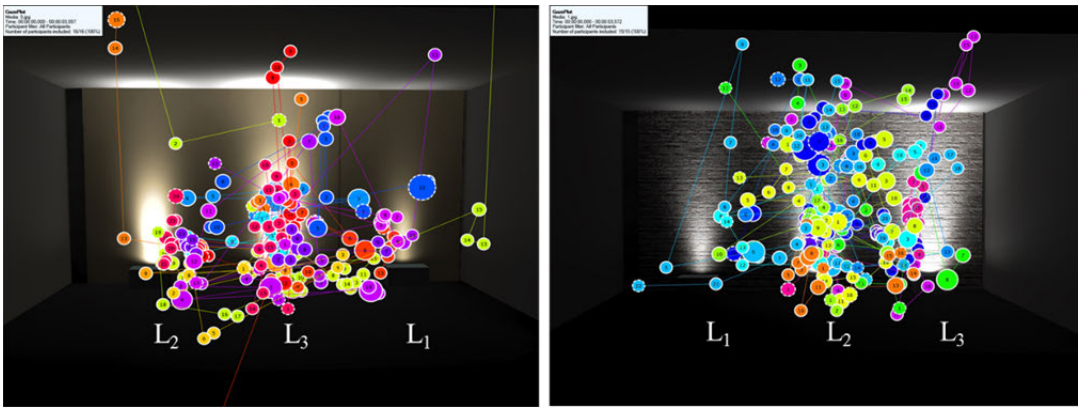


Рис. 2. Количество точек фиксации при гладкой и структурной поверхности

Таблица. Временная статистика в зависимости от уровня яркости

Объект	Общее время фиксации, с	
	гладкая поверхность	структурная поверхность
L=25 кд/м^2	2–5	2–5
L=80 кд/м^2	4–7	7–10
L=156 кд/м^2	10–14	7–11

На основании этого удалось предположить, что завышенный уровень яркости понижает качество воспринимаемой информации. Было доказано, что величина уровня яркости – важный источник зрительного внимания и ощущения световой среды. Интенсивный заливающий свет с завышенным значением яркости хоть и является объектом повышенного внимания при определенных условиях, но при этом имеет свои недостатки: размывает границы и элементы объекта, делает поверхность плоской.

Результаты дальнейшего исследования в направлении изучения системы восприятия яркостных характеристик объекта могут быть важны не только для эстетики и создания комфортной среды, но и для формирования безопасной среды на автомагистралях, в условиях необходимости увеличения скорости и управления процессами считывания информации, а также для развития нового направления городской среды – световой навигации.

Литература

1. Филин В.А. Видеоэкология. – М.: Видеоэкология, 2006. – 512 с.
2. Быстрянцева Н.В., Матвеев Н.В. Выявление системы восприятия человеком освещенных пространств и объектов в городской среде // Светотехника. – 2014. – № 4. – С. 52–55.
3. Барабанщиков В.А. Окуломоторные структуры восприятия. – М.: Академия, 2010. – 336 с.

Финютина Анжелика Владимировна
Год рождения: 1994
Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа № А3401
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: Charsi.npc@gmail.com

УДК 53.098

ЗАДАЧА РАССЕЯНИЯ НА КВАНТОВОМ ГРАФЕ С ТРЕМЯ КОНТАКТАМИ

А.В. Финютина
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.Ю. Попов

Туннелирование в наноструктурах активно изучалось как теоретически, так и практически. Исследование характера зависимости коэффициентов прохождения при изменении параметров системы играет ключевую роль для построения новых наноустройств. Ранее в работах [1, 2] были рассмотрены модели с двумя контактами, имеющими диаметрально противоположное расположение, что не позволяло учитывать экспериментальную погрешность при расположении контактов. В настоящей работе рассмотрена модель наноэлектронного устройства с тремя контактами, обладающая возможностью «шевелить» узлы их присоединения. Это позволило численно исследовать характер зависимости коэффициентов прохождения при изменении расположения контактов.

Рассмотрим модель квантового графа в магнитном поле, взяв в качестве квантовой точки диск D в пространстве R^2 достаточно малого радиуса. Устройство с тремя контактами.

Гильбертово пространство состояний квантовой точки обозначим $\mathcal{H}_d = L^2(D)$, а пространство состояний каналов $\mathcal{H}_j = L^2(R_j)$, $j = 1, 2, 3$, тогда пространство состояний системы $\mathcal{H}$ запишется в виде прямой суммы $\mathcal{H} = \mathcal{H}_d \oplus_{i=1}^{3} \mathcal{H}_i$. Гамильтониан H такой системы с разомкнутыми контактами будет равен $H = H_d \oplus_{i=1}^{3} H_i$, где H_1, H_2 и H_3 операторы Лапласа $-\frac{d^2}{dx^2}$ в соответствующих пространствах $L^2(R_j), j = 1,2,3$. В данной работе использована условная система единиц, такая, что $m = \frac{1}{2}$, $\hbar = 1$, тогда гамильтониан на сфере можно записать как $H_d = (\vec{p} - \vec{A}(\vec{r}))^2$, где $\vec{A} = \frac{1}{2}\vec{B} \times \vec{r}$. Условия Неймана на границе области D будут иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \psi_j'(0) = 0, \\ \psi_j(0) = 0. \end{cases} \qquad (1)$$

$$\psi_d(x_1) = \psi_d(x_2) = \psi_d(x_3) = 0.$$

Эти условия говорят о том, что через соответствующие контакты ток не идет. Здесь ψ_j, $j=1,2,3$ и ψ_d обозначены волновые функции на проводах и на диске соответственно.

Используя метод «сужения-расширения» операторов промоделируем «замыкание» контактов наноэлектронного устройства. Сузим оператор H на множество функций $\mathcal{D}_0 = \bigcup_{i=1}^{3} \{f \in \mathcal{D}(H) : f(x_i) = 0\}$. Расширение полученного симметрического оператора дает параметризованный набор самосопряженных операторов. Чтобы получить оператор, который будет корректно описывать взаимодействие систем с включенными и выключенными контактами, необходимо выбрать эти параметры так, чтобы они соответствовали физическому поведению системы. Другими словами, функции будут иметь вид:

$$\psi_{dj} = a_j ReG(x, x_j, \lambda_0) + b_j + o(|x - x_j|),$$

где $ReG(x, x_j, \lambda_0)$ – расстояние на диске между точкой x и узлом x_j; a_j, $b_j \in C$ – коэффициенты, являющиеся граничным значениями для ψ_d в точках x_j, $j=1,2,3$, и остаточный член $o(|x - x_j|) \to 0$ при $x \to x_j$.

Граничные условия для волновой функции в узлах

$$\begin{cases} \psi_j'(0) = a_j, \\ \psi_j(0) = b_j. \end{cases}$$

Электрон подается на контакт R_1, соответственно, волновое уравнение для первого контакта задается суммой двух волн (приходящая и уходящая). Для других двух контактов R_2 и R_3 есть только уходящие волны e^{-ikx} с соответствующими коэффициентами пропускания. Волновое уравнение в области D задается суммой дефектных элементов.

$$\begin{aligned} &\psi_d = \tilde{a}_1 G(x, x_1, \lambda) + \tilde{a}_2 G(x, x_2, \lambda) + \tilde{a}_3 G(x, x_3, \lambda), \\ &\psi_1 = e^{ikx} + re^{-ikx}, \\ &\psi_2 = t_1 e^{-ikx}, \\ &\psi_3 = t_2 e^{-ikx}, \end{aligned} \qquad (2)$$

где $\tilde{a}_j$, $j=1,2,3$ – некоторые комплексные числа; r – коэффициент отражения, а t_1 и t_2 – коэффициенты пропускания электрона для второго и третьего узла соответственно.

Подставляя уравнения (2) в граничные условия (1) получаем систему из шести уравнений, решая которую относительно неизвестных $a_1, a_2, a_3, r, t_1, t_2$ найдем коэффициенты пропускания электрона t_1 и t_2:

$$t_2 = \\ = -\frac{\left(2G_{31} - \frac{2G_{31}G_{11}}{(i/k + G_{11})}\right)\left(-G_{32} + \frac{G_{31}}{G_{21}}\left(i/k + G_{22}\right)\right)}{\left(-i/k - G_{33} + \frac{G_{13}G_{31}}{(i/k + G11)}\right)\left(-G_{32} + \frac{G_{31}}{G_{21}}(i/k + G_{22})\right) - \left(G_{32} + \frac{G_{12}G_{31}}{(i/k + G_{11})}\right)\left(-i/k - G_{33} + \frac{G_{23}G_{31}}{G_{21}}\right)},$$

$$t_1 = \frac{t_2\left(i/k + G_{33} - \frac{G_{23}G_{31}}{G_{21}}\right)}{\left(-G_{32} + \frac{G_{31}}{G_{21}}\left(i/k + G_{22}\right)\right)}.$$

Функция Грина для сферы в магнитном поле известна [1] и имеет вид:

$$G(\varphi,\theta,\varphi_1,\theta_1;E) = G_0(\varphi,\theta,\varphi_1,\theta_1;E) -$$
$$-\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} G_0(\varphi_1,\theta_1,\varphi_2,\theta_2;E)R(\varphi,\theta,\varphi_1,\theta_1;E)\sin(\theta_2)d\varphi_2 d\theta_2 .$$

Большой интерес представляет зависимость коэффициентов прохождения при изменении магнитного поля в окрестности рассматриваемых точек. Для этого «пошевелим» каждый из контактов на 1° по углу φ и посчитаем для каждого из случаев коэффициенты прохождения. Всего проводится 27 измерений (27 возможных расположений контактов), и для наглядности представления берется максимум из полученных коэффициентов прохождения для каждого значения B. Таким образом, можно выделить области, в которых при всех 27-ми измерениях коэффициенты прохождения равнялись нулю (или были близки к этому значению).

Рассмотрим наиболее общий случай расположения контактов относительно вектора магнитного поля. $x_1(a,0,0)$, $x_2(a,\frac{\pi}{3},\frac{\pi}{6})$, $x_3(a,\frac{\pi}{2},\pi)$. График зависимости максимумов коэффициентов прохождения t_1 и t_2 при изменении магнитного поля представлен на рисунке.

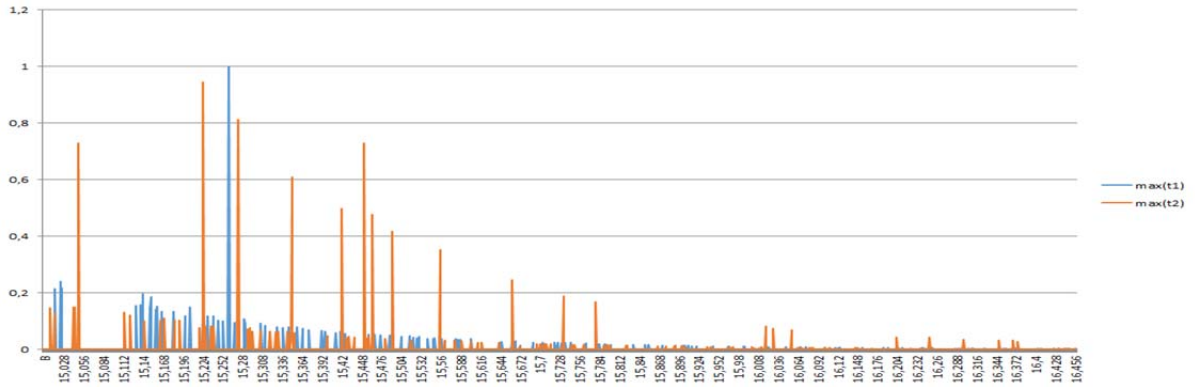


Рисунок. График зависимости максимумов коэффициентов прохождения t_1 и t_2 при изменении магнитного поля

Можно заметить спадающую зависимость между коэффициентами отражения и силой магнитного поля. Это говорит о том, что при увеличении магнитного поля открывается возможность «управления» контактами, а именно их «отключение».

Литература

1. Eremin D.A., Ivanov D.A., Popov I.Y. Model of tunnelling through nanosphere in a magnetic field // Physica E: Low-dimensional systems and nanostructures. – 2012. – V. 44. – № 7–8. – P. 1598–1601.
2. Гейлер В.А., Попов И.Ю. Баллистический транспорт в наноструктурах: явнорешаемые модели // ТМФ. – 1966. – Т. 107. – № 1. – С. 12–20.

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ

Алексеев Владислав Владимирович
Год рождения: 1995
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра сетевых и облачных технологий, группа № К3415
Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
e-mail: keinsword@gmail.com

УДК 004.415.25

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ EMC

В.В. Алексеев
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Дубаков

Введение. Продукт Disk Library for mainframe (DLm) [1] реализует виртуализацию ленточных накопителей, используемых мэйнфреймом в качестве хранилища данных, представляя их в виде обычных файлов. Файлы с содержимым лент хранятся на жестких дисках, таким образом, реализуется возможность работы мэйнфреймов с жесткими дисками в качестве накопителей, что позволяет избежать проблем, связанных с традиционными ленточными накопителями [2]. Любой корпоративный продукт масштаба DLm должен быть лицензирован во избежание его подделки и незаконного распространения. На данный момент в сфере лицензирования программного обеспечения (ПО) существует множество схем и типов лицензирования, призванных решать огромный спектр задач реализации авторских прав на программные продукты. Сложность состоит в том, как правильно комбинировать различные методы и подходы к лицензированию, чтобы реализовать корпоративные политики в области защиты авторских прав на произведенные программные продукты.

На данный момент в DLm нет никакой системы электронного лицензирования, лишь в самом ядре продукта существует некое подобие этой системы, но оно, по сути, является лишь некой формой конфигурации функционала продукта. Потому в рамках работы над новым релизом DLm задачей автора была реализация и внедрение в Disk Library for mainframe системы электронного лицензирования. По результатам проведенного анализа концепций и технологий лицензирования [3] программных продуктов было принято решение использовать схему корпоративного лицензирования программных продуктов под названием Volume Licensing, так как подавляющее большинство клиентов являются крупными компаниями и корпорациями. При этом компания-клиент получает одну именную лицензию на ПО, которая содержит информацию о заказчике (название, адрес и т.д.), перечень ПО и ключи для его установки. Исходя из способов реализации продукта, подлежащего интегрированию с новой системой, было решено использовать в первом релизе, содержащем систему, тип лицензий Unserved. Используя его, отпадает необходимость иметь запущенный сервер лицензирования на одном из движков виртуализации DLm или в сети заказчика. При этом реализуется привязка лицензии к конкретной машине или к конкретному типу оборудования, а сами лицензии могут иметь срок действия. Специальное подразделение корпорации EMC разработало базовую платформу лицензирования (CLP, Common Licensing Platform) [4], которая представляет собой программный интерфейс (API) к SDK лицензирования, контролирующий лицензирование программного продукта через базовые процессы и функции. Задачей автора являлась реализация выбранных ранее типов лицензий и лицензирования, а также корпоративных политик в области лицензирования ПО с использованием функций, предоставляемых данным API [5]. Далее была определена лицензируемая

функциональность DLm, описано содержание файла лицензии и разработаны программные компоненты для управления лицензиями и учета использования продукта. Также был разработан пользовательский веб-интерфейс для управления лицензируемой функциональностью, и обеспечены механизмы репликации и синхронизации файлов лицензий и журнала активированных лицензий.

Результаты. В работе разработана система электронного лицензирования программных продуктов на примере EMC DLm. Новая система пришла на замену старой, по сути являвшейся лишь некой формой конфигурации продукта. Старую систему невозможно было назвать гибкой, она не включала в свой состав никаких средств учета использования. Был разработан полноценный работающий прототип новой системы лицензирования программных продуктов, отвечающий корпоративным стандартам в области лицензирования ПО, предоставляющий стандартизованный интерфейс управления лицензированием программного продукта и позволяющий вести учет задействованных узлов продукта и его функционала. Между тем, многое еще предстоит усовершенствовать и доработать, всесторонне углубить. Например, в будущем необходимо обеспечить дополнительную защиту файлов лицензий и журнала зарегистрированных лицензий. Кроме того, предстоит модернизировать механизм взаимодействия между пользовательским веб-интерфейсом управления лицензиями и модулями системы лицензирования для обеспечения прозрачности операций над файлами лицензий. Данная система прошла апробацию в EMC и планируется к применению в рамках продукции.

Литература

1. Технические характеристики EMC Disk Library для мэйнфреймов. – М.: EMC, 2014. – 4 с.
2. Недостатки ленточных накопителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://s21.softloadweb.ru/articles/5888-nedostatki-lentochnyx-nakopitelej.html, своб.
3. Лицензирование программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/275995/, своб.
4. Electronic Licensing Management System (ELMS) Common License Platform (CLP) version 3.1.0 Licensing and CLP Usage Guide. – М.: EMC, 2009. – 25 с.
5. EMC® Common Licensing Platform C Language Programming Reference Guide. – М.: EMC, 2014. – 84 с.

Антропова Мария Михайловна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № В3415
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: antropovamm@mail.ru

УДК 535.361.2: 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ДИОДНОГО ЛАЗЕРА В ТКАНЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ ГЕМАТОМЕ

М.М. Антропова
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.В. Беликов

Внутричерепная гематома представляет собой скопление крови в полости черепа и является потенциально опасной для жизни человека. Традиционные

методы диагностики внутричерепных гематом имеют свои недостатки. Ближняя инфракрасная (БИК) спектроскопия является оптическим безопасным методом, с потенциальной возможностью высокого пространственного разрешения (порядка длины волны), что стимулирует ее дальнейшее развитие [1]. Анализ современной научной литературы показал, что чаще всего для изучения БИК спектроскопии используются модели головы и головного мозга, состоящие из трех плоских слоев – скаль/череп, серое и белое вещества головного мозга [2, 3]. Столь малое количество структурных компонентов не способно в полной мере отразить особенности распространения лазерного излучения в биологической ткани.

Целью работы явилась разработка оптической модели головы и головного мозга и выбор длины волны диодного лазера для эффективного детектирования внутричерепной гематомы.

Было установлено, что ткани головы и головного мозга имеют окно прозрачности в диапазоне длин волн лазерного излучения от 700 до 1000 нм, в то время как спектр крови все еще различим. Исходя из этого, была проанализирована возможность использования для детектирования гематом диодных лазеров на длине волны 730 нм, 805 нм и 980 нм. Также был рассмотрен весьма популярный в медицине гелий-неоновый лазер, излучающий на длине волны 633 нм.

Разработанная модель состояла из пяти плоских слоев. Длина и ширина модели составляли 150 мм. Толщина первого слоя – скальпа – изменялась от 0,5 до 3 мм, черепа от 1 до 10 мм, толщина спинномозговой жидкости 2 мм, серого вещества головного мозга 4 мм и белого вещества 20 мм. Гематома была представлена в виде цилиндра диаметром 8 мм, толщиной от 0,1 до 10 мм, заполненного диоксигенированной кровью. Модель создавалась в программном пакете TracePro. Детектор излучения представлял собой 100% поглощающую пластину с размерами 80×80 мм, и с отверстием, диаметром 10 мм в центре, для прохождения падающего лазерного луча. Лазерное излучение представляло собой коллимированный пучок света с диаметром 1 мм и мощностью 1 Вт.

На основе разработанной модели было рассмотрено влияние длины волны зондирующего лазерного излучения и толщины скальпа и кости черепа на величину разности рассеянного назад лазерного излучения, детектируемого на поверхности скальпа в норме и при наличии гематомы (рис. 1), рассчитанные по формуле:

$$\Delta W = \int_{\alpha} W_1 - \int_{\alpha} W_2 , \qquad (1)$$

где W_1 – суммарная мощность излучения в горизонтальном сечении, дошедшего до скальпа без гематомы; W_2 – суммарная мощность излучения в горизонтальном сечении, дошедшего до скальпа при наличии гематомы.

Разность ΔW уменьшается с увеличением толщины скальпа и черепа. Наибольшая разность наблюдается на длине волны лазерного излучения 805 нм, соответственно эту длину волны можно считать оптимальной для детектирования внутричерепной гематомы.

Также было рассмотрено влияние толщины гематомы на величину разности рассеянного назад лазерного излучения, детектируемого на поверхности скальпа в норме и при наличии гематомы (рис. 2).

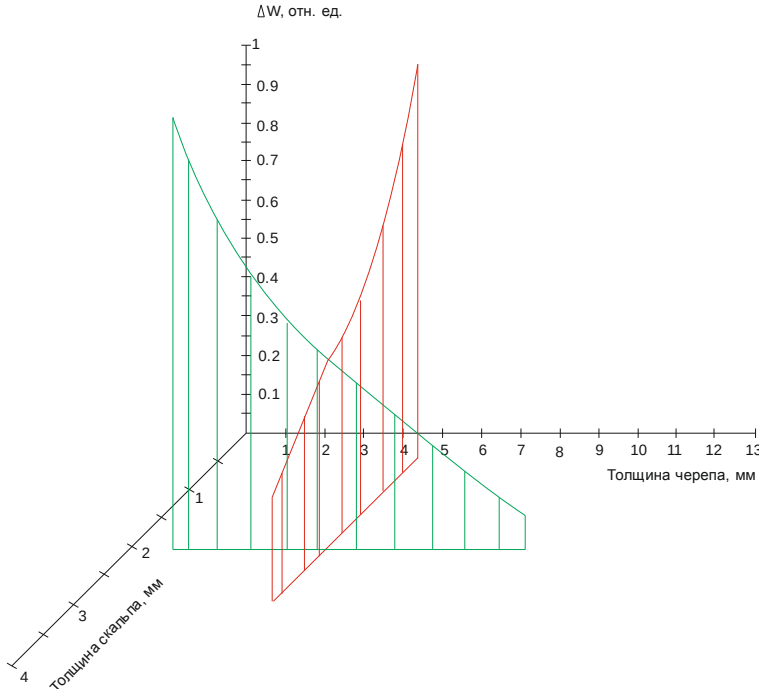


Рис. 1. Зависимость ΔW от толщины скальпа и черепа для λ=805 нм

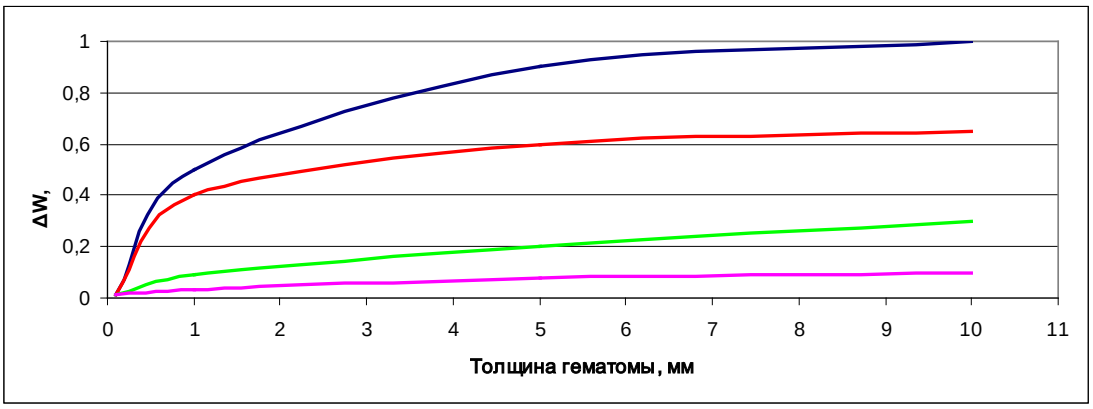


Рис. 2. Зависимость ΔW от толщины гематомы для λ=805 нм (синий), λ=980 нм (красный), λ=730 нм (зеленый), λ=633 нм (розовый)

Видно, что разность ΔW увеличивается с увеличение толщины гематомы.

В результате выполнения работы разработана геометрическая и TracePro оптическая модель головы и головного мозга. На основе этой модели расчетным путем определено, что наибольшая разность интенсивностей рассеянного назад лазерного излучения, детектируемых на поверхности скальпа в норме и при наличии гематомы, наблюдалась на длине волны лазерного излучения 805 нм, соответственно, эту длину волны можно считать оптимальной для детектирования внутричерепной гематомы. Показано, что эта разность тем больше, чем меньше толщина скальпа и черепа, в этой связи можно ожидать, что метод будет более чувствителен при детектировании гематомы у детей. Установлено, что БИК спектроскопия чувствительна к толщине гематомы, а именно, при увеличении толщины гематомы, разность интенсивностей рассеянного назад лазерного излучения на поверхности скальпа в норме и при гематоме на длине волны 805 нм увеличивается в 50 раз при изменении толщины гематомы от 0,1 мм до 1 мм, а затем возрастает только в 2 раза при изменении толщины гематомы от 1,0 мм до 10 мм.

Литература

1. Кутергина Е.С., Аристов А.А. Ближняя инфракрасная спектроскопия для определения внутричерепных гематом // XIX международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии». – 2011. – С. 397–398.
2. Korhonen V.O. Light propagation in NIR spectroscopy of the human brain // IEEE journal of selected topics in quantum electronics. – 2014. – № 2. – P. 111–115.
3. Herrera-Vega J., Orihuela-Espina F. Image Reconstruction in Functional Optical Neuroimaging The modelling and separation of the scalp blood flow: A research proposal // Technical Report. – 2015. – № 15. – P. 45–58.

Ахмеров Артём Харисович
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3406
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: mail.artofwr@gmail.com

УДК 681.785.554

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛЕВОГО СПЕКТРОМЕТРА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

А.Х. Ахмеров
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Денисов

Во время геологических исследований часто требуется определить состав найденного фрагмента породы. Для этого используются различные методы анализа, в частности, спектральный анализ. Чтобы анализировать излучение, отраженное, пропускаемое или испускаемое объектом, используются оптические полевые спектрометры (ПС). Основные отличия ПС по сравнению с лабораторными аналогами – компактность, устойчивость к внешним воздействиям, автономность, простота использования.

Развитие многоэлементных фотоприемников, в частности, кремниевых фотоумножителей, открывает перспективы для создания высокочувствительного ПС, рассчитанного на работу в широком спектральном диапазоне [1].

Целью работы являлась разработка оптического блока ПС, обеспечивающего возможность получения спектральной характеристики излучения в широком спектральном диапазоне 350–2500 нм. Основными задачами для достижения поставленной цели являлись: проведение аналитического обзора технических решений; разработка структурной схемы; разработка оптической схемы; разработка конструкции оптического блока.

В аналитическом обзоре были рассмотрены основные варианты построения оптической схемы ПС: схема Черни–Тернера, схема Эберта–Фасти, схема Монка–Джиллисона, схема на основе эшеллета. В результате их сравнительного анализа выбор пал на схему Эберта–Фасти, так как она вносит наименьшие аберрации, а также является более устойчивой к внешним воздействиям по сравнению с ее ближайшим аналогом – схемой Черни–Тернера [2].

Была разработана структурная схема ПС (рис. 1). На рис. 1 ОБ – оптический блок, БО – блок обработки.

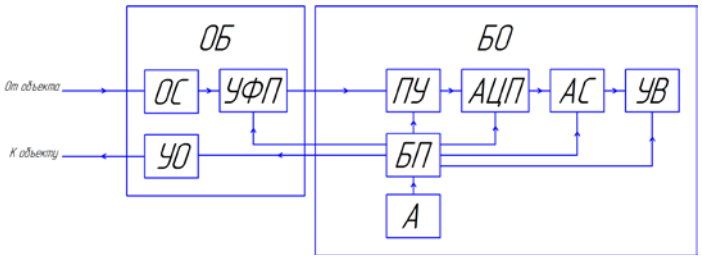


Рис. 1. Структурная схема полевого спектрометра

Излучение подсветки из осветительного узла (УО) поступает на объект, отражается от него и поступает в оптическую систему (ОС). ОС принимает излучение и разлагает его на спектральные составляющие. Диспергированное излучение поступает в фотоприемный узел (УФП). Сигнал, снимаемый с фотоприемников, усиливается предварительным усилителем (ПУ), оцифровывается при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и поступает к анализатору сигнала (АС). АС производит анализ полученной спектральной характеристики и отправляет результаты на устройство вывода (УВ). Блок питания (БП) распределяет по элементам энергию аккумулятора (А).

В разработке оптической схемы был произведен габаритный расчет, в результате которого был найден угол поворота дифракционной решетки по отношению к центральной оси, проведенной через центры зеркала и дифракционной решетки:

$$\theta = \arcsin\left(\frac{\lambda}{2a\cos\varphi}\right) \approx 1{,}1^{\circ}, \qquad (1)$$

где λ – длина волны, соответствующая коротковолновой границе требуемого спектрального диапазона; a – постоянная дифракционной решетки; φ – угол между направлением хода диспергированного решеткой излучения и центральной осью. Также в ходе габаритного расчета определена пространственная ширина спектра, поступающего в УФП:

$$dx = \frac{d\lambda f}{a\cos(\theta+\varphi)} \approx 11{,}74 \text{ мм}, \qquad (2)$$

где $d\lambda$ – ширина наблюдаемого спектрального диапазона; f – фокусное расстояние зеркала. В результате была разработана оптическая схема ПС, показанная на рис. 2.

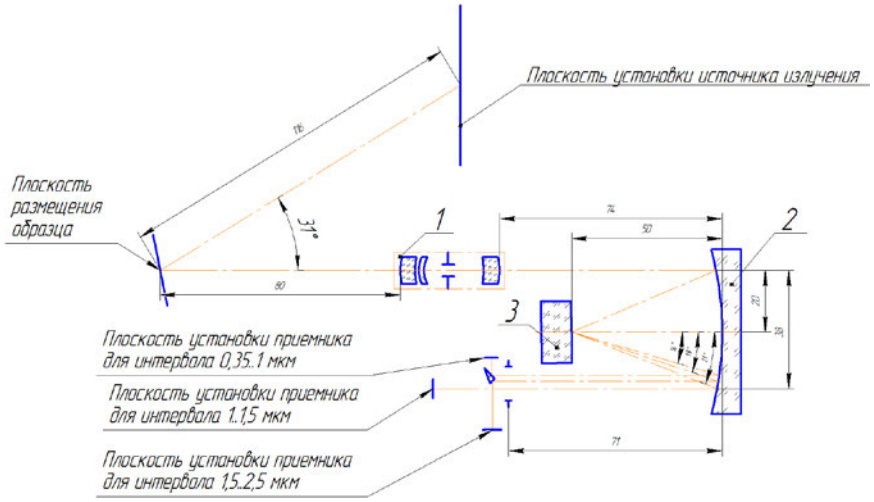


Рис. 2. Оптическая схема полевого спектрометра: 1 – приемный объектив; 2 – цилиндрическое зеркало; 3 – дифракционная решетка

Излучение от объекта собирается и коллимируется объективом, после чего фокусируется на решетке. Диспергированное излучение коллимируется при помощи

зеркала и направляется в УФП. Распределение спектра по фотоприемникам производится при помощи призмы с зеркальным покрытием.

Произведен энергетический расчет, в результате которого был найден коэффициент пропускания ОС, равный 0,4966. С целью покрытия спектрального диапазона 350–2500 нм было решено использовать в качестве источника подсветки криптоновую лампу ecoVIS компании Ocean Optics. Поток, попадающий в УФП, составил 18 мкВт.

В УФП было решено установить три фотоприемника: для интервала 350–1000 нм используется кремниевый фотоумножитель MicroFR 10035 компании SensL; для интервалов 1000–1500 нм и 1500–2500 нм используются приемники G11620-128DA и G9208 на основе арсенида галлия. Для каждого из приемников произведен пересчет чувствительности от паспортного к рабочему источнику, а также найдены значения отношения сигнал/шум.

На основе стабилизатора напряжения MC34063 была разработана электрическая схема питания фотоприемников и лампы.

Разработана конструкция оптического блока на основе стали хромоникелевой с медью 10ХСНД.

Разработан алгоритм нахождения пиков в спектральной характеристике, являющийся одним из основных этапов распознавания спектров. Представлена реализация алгоритма в среде MATLAB.

Определены направления дальнейших исследований: разработка блока обработки; разработка полнофункционального алгоритма распознавания спектра.

Литература

1. Попова Е.В. Кремниевые фотоумножители: состояние дел и ближайшие перспективы // Семинар отдела физики высоких энергий ИЯИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.inr.ru/rus/kud-sem/popova-24-12-12.pdf, своб.
2. Mielenz K.D. Theory of Mirror Spectrographs // Journal of Research of the National Bureau of Standards-C. Engineering and Instrumentation. – 1964. – V. 68C. – № 4. – P. 205–213.

Беленко Михаил Вячеславович
Год рождения: 1996
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: mike-bmw@mail.ru

УДК 004.934

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ

М.В. Беленко
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

Системы распознавания речи (Automatic Speech Recognition Systems) получили широкое распространение в наше время: они используются в широком спектре систем и устройств, начиная от смартфонов и заканчивая системами «Умный дом». Однако большинство из них являются проприетарными продуктами и не предоставляют

возможности бесплатного использования и доступа к исходному коду, что ограничивает исследовательскую и научную деятельность. Альтернативой таким системам являются системы с открытым исходным кодом, которые зачастую не имеют подробной документации. В результате возникает проблема выбора оптимальной системы распознавания речи для решения поставленной задачи.

Целью исследования являлась разработка рекомендаций по применению систем распознавания речи с открытым исходным кодом для упрощения выбора системы для коммерческой или исследовательской деятельности.

В работе были рассмотрены 6 систем с открытым исходным кодом: HTK, CMU Sphinx, Julius, Kaldi, iAtros, RWTH ASR. Выбранные системы сравнивались по точности и скорости распознавания, по удобству использования и по внутренней структуре.

По точности системы сравнивались по общепринятым критериям [1], таким как Word Recognition Rate (WRR), Word Error Rate (WER), которые вычисляются по следующим формулам:

$$WER = \frac{S+I+D}{T}, \quad (1)$$

$$WRR = WER - 1, \quad (2)$$

где S – число операций замены слов; I – число операций вставки слов; D – число операций удаления слов из распознанной фразы для получения исходной фразы, а T – число слов в исходной фразе и измеряется в процентах. По скорости распознавания сравнение было проведено с использованием Speed Factor (SF), также известного как показатель отношения времени распознавания к длительности распознаваемого сигнала (Real Time Factor). Данный показатель вычисляется по формуле

$$SF = \frac{T_{\text{расп}}}{T}, \quad (3)$$

где $T_{\text{расп}}$ – время распознавания сигнала; T – его длительность и измеряется в долях от реального времени.

Все системы были обучены с применением речевого корпуса WSJ1 (Wall Street Journal 1), содержащего 164 ч тренировочных данных и 9,8 ч тестовых данных, представляющих собой отрывки из газеты Wall Street Journal, зачитанные дикторами обоих полов на английском языке.

После проведения эксперимента и обработки результатов была получена следующая таблица.

Таблица. Результаты сравнения по точности и скорости

Система	WER(%)	WRR(%)	SF
HTK	19,8	80,2	1,4
CMU Sphinx (pocketsphinx/sphinx4)	21,4/22,7	78,6/77,3	0,5/1
Kaldi	6,5	93,5	0,6
Julius	23,1	76,9	1,3
iAtros	16,1	83,9	2,1
RWTH ASR	15,5	84,5	3,8

Стоит отметить, что полученные результаты, приблизительно соответствуют результатам, полученным при измерении данных систем на других речевых корпусах, таких как Verbmobil 1, Quaero, EPPS [2, 3].

В качестве критериев сравнения структур были выбраны язык программирования, на котором реализована система, алгоритмы, которые система может использовать при распознавании, форматы входных данных и непосредственно внутренняя структура программной реализации системы.

С точки зрения удобства использования рассматривались такие показатели как наличие подробной документации, поддержка различных операционных систем и аппаратных платформ, ограничения, накладываемые лицензией, количество поддерживаемых языков распознавания, интерфейс [4, 5].

Проанализировав системы по перечисленным выше критериям можно сделать следующие выводы:

1. система Kaldi может с успехом применяться для научно-исследовательской деятельности, так как обеспечивает хорошую точность распознавания, приемлемую скорость распознавания, реализует множество современных методов распознавания речи [4], имеет множество готовых рецептов, что делает ее простой в использовании и обладает исчерпывающей документацией;
2. система CMU Sphinx может применяться в коммерческих проектах, так как обладает большинством достоинств Kaldi, хотя и обеспечивает несколько худшую точность распознавания, а также предоставляет API, которое можно использовать для построения сторонних приложений на базе данной системы;
3. систему HTK можно порекомендовать для использования в образовательной деятельности в сфере распознавания речи. Она реализует большинство классических подходов к решению проблемы распознавания речи [1], обладает очень подробной документацией, которая также описывает основные принципы распознавания речи в целом, и имеет множество обучающих статей и рецептов;
4. систему Julius можно также порекомендовать для образовательной деятельности, так как она обладает всеми плюсами HTK, и также предоставляет возможность распознавать такой экзотический язык как японский;
5. система iAtros с успехом может использоваться там, где кроме распознавания речи необходимо еще применение распознавания образов, так как данная система предоставляет такую возможность;
6. система RWTH ASR может применяться для решения задач, где важна точность распознавания, но неважно время. Также стоит заметить, что она совершенно непригодна для какой либо коммерческой деятельности из-за ограничений, накладываемых лицензией.

В результате проведения работы было проведено сравнение наиболее распространенных систем распознавания речи и даны рекомендации по их применению, что может существенно упростить процесс выбора пользователем одной из проанализированных систем как для коммерческой, так и для научной и исследовательской деятельности.

Литература

1. Балакшин П.В. Повышение точности алгоритмов распознавания речи на основе скрытых марковских моделей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2008. – № 46. – С. 232–237.
2. Sundermeyer M. et al. The RWTH 2010 Quaero ASR evaluation system for English, French, and German // IEEE. – 2011. – P. 2212–2215.
3. Gaida C. et al. Comparing open-source speech recognition toolkits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://suendermann.com/su/pdf/oasis2014.pdf, своб.
4. Карпов А.А., Кипяткова И.С. Методология оценивания работы систем автоматического распознавания речи // Изв. вузов. Приборостроение. – 2012. – Т. 55. – № 11. – С. 38–42.
5. Тампель И.Б. Автоматическое распознавание речи – основные этапы за 50 лет // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15. – № 6. – С. 957–968.

Богомолов Владимир Валентинович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра информационно-навигационных систем, группа № Р3430
Направление подготовки: 24.03.02 – Системы управления движением и навигация
e-mail: bogomolov.v.v@yandex.ru

УДК 621.396.988.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПЕРЕРЫВАХ В ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

В.В. Богомолов
Научный руководитель – д.т.н. Д.А. Кошаев

Работа проводилась при поддержке гранта РНФ 14-29-00160.

Цель работы состояла в получении упрощенных аналитических выражений для среднеквадратических погрешностей (СКП) показаний бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) в автономном режиме длительностью до 1 ч, действующем при перерыве в приеме сигналов спутниковых навигационных систем. Речь идет о погрешностях в выработке плановых координат, горизонтальных составляющих скорости, курса и углов качек, порожденных влиянием шумовых и систематических составляющих ошибок чувствительных элементов (ЧЭ).

Преимущество аналитических выражений перед численными результатами моделирования ошибок БИНС на основе сложных систем дифференциальных уравнений состоит в том, что они обеспечивают наглядность, простоту и низкую вероятность допустить ошибку при расчете.

В работах по инерциальной навигации можно найти различные аналитические зависимости СКП ошибок БИНС от погрешностей ЧЭ, которые не лишены недостатков или связаны с определенными ограничениями. Представленные в [1, 2] выражения для СКП выведены в предположении о движении с постоянной скоростью строго по параллели. При этом в [2] смещение нуля описывается винеровским процессом, а флуктуационная часть дрейфов аппроксимируется марковскими процессами первого порядка. Эти аналитические выражения справедливы на длительном интервале времени, но имеют достаточно сложный вид. В [3] содержится ряд формул для анализа точности БИНС, но, в основном, они связаны с влиянием погрешностей выставки. Влияние ошибок ЧЭ здесь проанализировано фрагментарно. В [4, 5] есть простые выражения, полученные на основе предоставления ошибок БИНС в виде многократных интегралов погрешностей ЧЭ, которые справедливы лишь на коротком (значительно меньшем 1 ч) интервале времени. Таким образом, для СКП БИНС имеются либо громоздкие выражения, либо простые, но пригодные только для непродолжительного интервала времени. В связи с этим актуальным представляется вывод выражений, обеспечивающих приемлемую точность оценки СКП на интервале времени порядка 1 ч и, в то же время, достаточно компактных для оперативного использования и наглядности.

В работе для получения аналитических зависимостей СКП использовались сокращенные системы дифференциальных уравнений ошибок БИНС. При этом выражения для СКП, связанных с влиянием шумов ЧЭ, выведены путем решения

уравнений Рикати для ковариационных матриц. Тогда как выражения для СКП, связанных с влиянием систематических погрешностей ЧЭ, получены непосредственно из решения дифференциальных уравнений для ошибок БИНС. Особое внимание уделено выражениям для СКП, вызванных влиянием систематической составляющей азимутального гироскопа, которые не в последнюю очередь определяются северной составляющей скорости движения объекта (заранее неизвестной и непостоянной в общем случае). По этой причине для некоторых СКП, подверженных влиянию систематической ошибки азимутального гироскопа, были получены верхние границы, в которых участвует максимальное значение абсолютной северной составляющей скорости объекта.

Для оценки точности выражений производилось сравнение рассчитанных по ним СКП с результатами моделирования ошибок БИНС на основе детального описания системой дифференциальных уравнений 36 порядка, при разных видах движения (при разном курсе, скорости и при поворотах). На рисунке приведены графики СКП отшествия, полученной численным моделированием, и верхняя граница СКП на основе выведенного выражения.

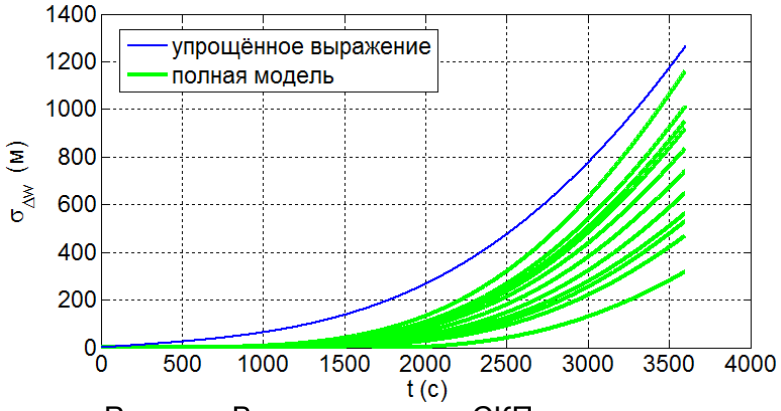


Рисунок. Верхняя граница СКП отшествия

В работе также было произведено сопоставление рассчитанных по выведенным выражениям СКП с реальными ошибками инерциально-спутниковой системы на основе бесплатформенного инерциального модуля тактического класса UIMU-LCI Northrop-Grumman Litef и ГЛОНАСС/GPS приемника NovAtel SPAN-SE. Это сделано по данным лабораторных и натурных авиационных испытаний. В лаборатории движения инерциального модуля осуществлялись вручную. При этом анализировались ошибки показаний навигационной системы в реальном времени. Данные авиационных испытаний обрабатывались в камеральном режиме с помощью пакета Inertial Explorer с имитацией перерывов в поступлении измерений от приемника спутниковой навигации.

Заключение. Выведены аналитические выражения для приближенной оценки СКП БИНС в выработке плановых координат, горизонтальных составляющих скорости, курса и углов качек в автономном режиме, связанных с влиянием шумов и систематических ошибок ЧЭ. Получены верхние границы СКП БИНС под влиянием систематического ухода азимутального гироскопа, зависящие от предельного значения северной составляющей скорости объекта. Проведено сопоставление между приближенными аналитическими оценками СКП и результатами моделирования полной модели ошибок БИНС для различных вариантов движения. Установлено, что на интервале времени 1 час погрешность аналитической оценки СКП БИНС, связанной с влиянием шума гироскопов и акселерометров, не превышает 3% и 5% соответственно, а погрешность оценки СКП, связанной с влиянием систематической погрешности

гироскопов и акселерометров, находится в пределах 5% и 4%. Подтверждена справедливость выражений для верхних границ СКП, связанных с влиянием систематического ухода азимутального гироскопа при различных скоростях объекта. Сравнение аналитических оценок СКП с ошибками реальной БИНС в лабораторных и полевых условиях показало адекватность полученных выражений и возможность их использования для выбора ЧЭ при проектировании инерциально-спутниковых систем.

Литература

1. Каракашев В.А. Автономные инерциальные навигационные системы. Учебное пособие. – Л.: ЛИТМО, 1983. – 89 с.
2. Анучин О.Н., Емельянцев Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. – СПб.: Изд-во Государственный научный центр Российской Федерации, 1999. – 357 с.
3. Лукьянов Д.П. Инерциальные навигационные системы морских объектов. – Л.: Судостроение, 1989. – 184 с.
4. Степанов О.А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. – СПб.: ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор», 2012. – Т. 2. – 417 с.
5. Дмитриев С.П. Инерциальные методы в инженерной геодезии. – СПб.: ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 1997. – 208 с.

Бонадыков Иван Дмитриевич
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3430
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: bonadykov.ivan@yandex.ru

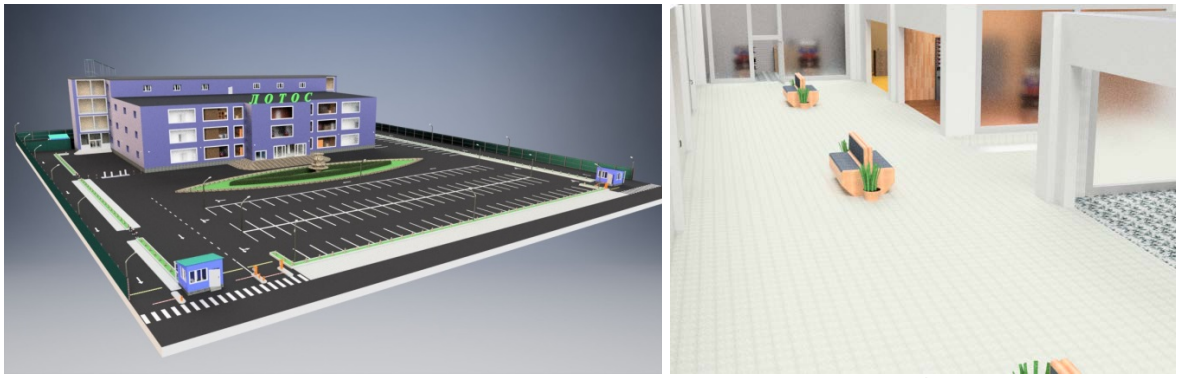
УДК 681.772.7

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА

И.Д. Бонадыков
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.А. Алексеев

Торговые и торгово-развлекательные центры являются объектами наибольшего скопления материальных ценностей. Число этих объектов резко увеличилось в последние годы и будет продолжать расти, следовательно, все больше внимания будет уделяться разработкам комплексных интегрированных систем безопасности. На данную тему написано довольно много статей специалистами по проектированию систем безопасности, однако нет источников, описывающих эту проблему полностью, так как конкуренция в бизнесе систем охраны очень высока из-за возрастающего числа компаний, предоставляющих данные услуги. Как правило, разработчики систем безопасности прибегают к повседневным методам проектирования и не используют глубокий анализ проблемы или же сторонние методы проектировки из-за излишних затрат и увеличения времени разработки. В настоящей работе представлен один из способов разработки системы безопасности с использованием статистического анализа и 3D-моделирования, которые способствовали более глубокому изучению данной проблемы.

Основной задачей в работе стало проектирование модели системы телевизионного видеонаблюдения, формулировка основных требований к системам контроля и управления доступом и системы охранной сигнализации, исходя из их характерных особенностей данного вида объектов. В ходе выполнения работы проводилось статистическое исследование для выявления основных аспектов проектирования систем безопасности торговых центров на основе анализа нападений на инкассационные службы. По словам начальника управления инкассации ПАО «Сбербанк» Андрея Новикова, в стране происходит более двухсот нападений на инкассацию в год, а большая часть из них происходит на выходе из мест сбора средств, поэтому данное исследование очень актуально и значимо [1]. Результатом исследования стало выявление основных причин успеха ограблений инкассационной бригады. Были предложены возможные пути решения. По результатам исследования основной причиной был элемент неожиданности, было принято решение о проектировке системы видеонаблюдения с отсутствием слепых зон в области выхода инкассации из торгового центра. Одной из целей данной работы стало подтверждение на практике использование 3D-моделирования для проектировки систем безопасности. Система телевизионного видеонаблюдения разрабатывалась на основе 3D-модели виртуального торгового центра (рисунок, а), созданного автором, исходя из планов зданий таких торговых центров Санкт-Петербурга как «Сити Молл», «Лето», «Европолис». Использование 3D-модели позволило ощутимо упростить ряд моментов построения системы телевизионного видеонаблюдения, таких как исключение мертвых зон, расчет длины кабельной линии, выбор углов обзора камер видеонаблюдения. Кроме того, стало возможным наиболее полно понимать здание, получить изображение с камеры, видеонаблюдение которой еще даже не установлено в не построенном здании (рисунок, б).



а б

Рисунок. Здание торгового центра (а); возможное изображение с камеры видеонаблюдения (б)

Систему телевизионного видеонаблюдения было решено проектировать с использованием IP-технологий, исходя из их достоинств перед другими системами и характеристик данного вида зданий. Так как основным недостатком IP-видеонаблюдения является сетевая безопасность, система проектировалась с повышенным уровнем сетевой безопасности и отказоустойчивости. Для обеспечения отказоустойчивости сеть Ethernet построена по древовидной топологии, построена сеть источников бесперебойного питания, также в системе присутствуют два дублирующих центральных коммутатора с функцией защиты от петель, которые предотвратят сбой всей системы при выходе из строя одного из центральных коммутаторов [2]. Такая организация сети не позволит пропасть изображению более чем с 12 камер видеонаблюдения, т.е. более 90% камер будут передавать видеопоток на видеосервер. Видеосерверы передают данные для хранения на три NAS-хранилища, которые

обеспечивают высокую гибкость настроек для работы с видеоархивом. Жесткие диски в хранилище объединены в массив RAID 10, что позволит сохранить данные даже при выходе из строя половины дисков и обеспечить высокую скорость чтения и записи данных [2]. Для обеспечения сетевой безопасности каждый коммутатор имеет внутренний межсетевой экран, не позволяющий подключиться к сети сторонним устройствам. Вся сеть разделена на виртуальные локальные сети при помощи функции VLAN, которая предусмотрена на всем коммутационном оборудовании. Помимо проектировки системы видеонаблюдения в данной работе были выделены основные требования к системе контроля и управления доступом и системе охранной сигнализации, рассмотрены особенности их проектирования для торговых центров.

Результатом работы явилась модель системы видеонаблюдения повышенной отказоустойчивости и сетевой безопасности, созданная преимущественно для торговых центров. Доказана на практике целесообразность использования 3D-моделирования для построения систем безопасности, выявлены аспекты проектирования систем безопасности на основе нападений на инкассационные бригады. Полученные результаты могут найти применение для дальнейшего развития проектировки систем безопасности. Дальнейшие исследования будут проводиться в области получения наиболее реалистичного изображения с камер с использованием 3D-модели.

Литература

1. Новиков А.Н., Федосеева О.С., Матлахова Н.А. Новые стандарты инкассации // Системы безопасности. – 2015. – № 6. – С. 36–37.
2. Лыткин А.А. IP-видеонаблюдение. Наглядное пособие. – М.: Авторская книга. – 2011. – 200 с.

Ванин Алексей Борисович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: alexvanin@me.com

УДК 004.7

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕНЕРАТОРОВ IP-ТРАФИКА

А.Б. Ванин
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

Стохастический характер поступления данных и недетерминированная обработка в узлах коммутации и каналах связи предопределяет использование моделей теории массового обслуживания для проектирования и анализа характеристик компьютерной сети [1]. Использование аппарата теории массового обслуживания позволяет утверждать, что характеристики узлов коммутации зависят не только от параметров узла, но и от параметров входного потока заявок [2], например, от коэффициента вариации межпакетного интервала (рис. 1). Данная зависимость накладывает ряд условий на работу источника заявок – генератора трафика. Вектор разработки генераторов смещен в сторону увеличения производительности программных

продуктов и разработки решений для встраиваемых систем. Настоящая работа поднимает не рассматриваемый ранее вопрос о модели генерации сетевого потока в программных генераторах – о случайном распределении размеров пакета и межпакетного интервала.

В работе рассмотрены генераторы пакетов, распространяющиеся по лицензии GNU GPL, на основе рекомендаций, предлагаемых разработчиками утилиты Wireshark [3]. Для обеспечения возможности имитации работы реальных пользователей в системе и создания реалистичного сетевого потока, генератор трафика должен обладать возможностями конфигурации сетевого потока.

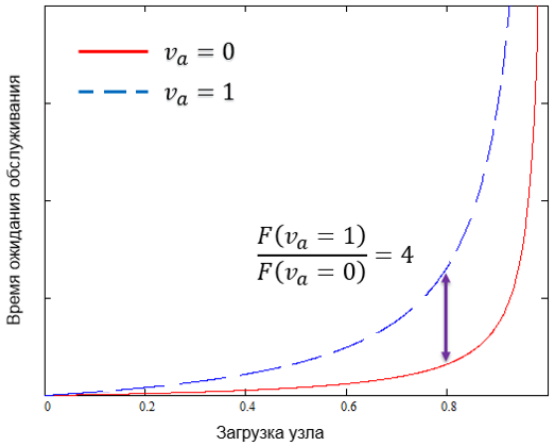


Рис. 1. Зависимость времени ожидания пакета от загрузки в узле сети

Подавляющее большинство генераторов создает детерминированный поток с постоянным межпакетным интервалом (коэффициент вариации равен нулю), как представлено в таблице. В случае возможности использования случайного распределения размера пакета или межпакетного интервала, оно оказывается близким к равномерному. Отдельно можно отметить лишь генератор D-ITG, который умеет задавать различные функции распределения для межпакетного интервала, однако он обладает проблемами с производительностью.

Таблица. Сравнение рассмотренных генераторов трафика

Генератор трафика	Задание заголовков пакетов	Предварительная трасса трафика	Задание распределения размера пакета	Задание распределения межпакетного интервала
Bit-Twist	не доступно	требуется	не доступно	не доступно
Cat Karat	доступно	не требуется	не доступно	не доступно
D-ITG	не доступно	не требуется	доступно	доступно
Harpoon	не доступно	требуется	не доступно	не доступно
JMeter	доступно	не требуется	не доступно	не доступно
Mausezahn	доступно	не требуется	не доступно	не доступно
Ostinato	доступно	не требуется	не доступно	не доступно
PackETH	доступно	не требуется	не доступно	не доступно
Scapy	доступно	не требуется	не доступно	не доступно

В процессе работы было разработано программное обеспечение под названием Spectre, которое удовлетворяет требованиям к генерации реалистичного сетевого потока: использование модели с возможностью задания произвольных распределений межпакетного интервала и размера пакета. Отличительными особенностями является подход к генерации пакетов, не подразумевающий хранения их в памяти, а также

возможность задания произвольного распределения при помощи указания табличных данных плотности распределения. Для проведения сравнительного анализа различных моделей генерации IP-трафика потребовалось разработать некоторое тестовое окружение, внутри которого можно оценить характеристики узлов сети при различной нагрузке. Оно представляет собой два компьютера, соединенных в локальную сеть при помощи сетевого устройства. Один из компьютеров начнет посылать другому сетевые пакеты, сгенерированные генератором Spectre с использованием некоторой модели генерации. Сетевой поток будет проходить через сетевое устройство (маршрутизатор), характеристики которого будут замерены для сравнения.

Для тестирования была записана трасса трафика внутри функционирующей локальной сети, насчитывающей около 30000 пакетов. Сетевой поток описываемой трассы трафика был смоделирован в генераторах Spectre и Ostinato и пропущен внутри программного комплекса. Была построена зависимость количества потерь пакетов в сети от размера накопителя и распределения сетевого потока (рис. 2). Полученные значения подтверждают предположение о том, что существующие генераторы трафика дают неверное представление о характеристиках узлов сети при нагрузочном тестировании.

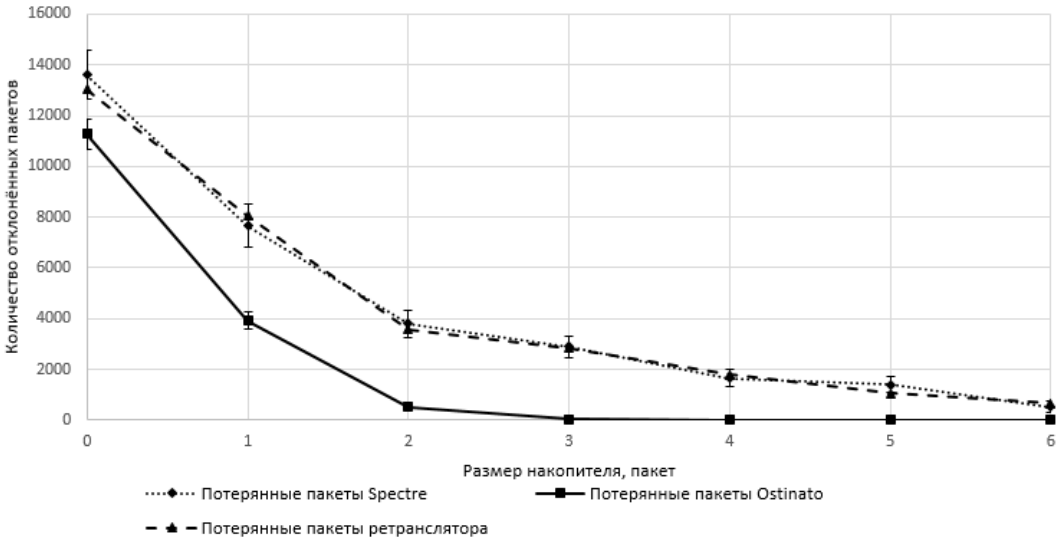


Рис. 2. Зависимость количества потерянных пакетов от размера накопителя в маршрутизаторе

Для задач тестирования и получения адекватных характеристик узлов компьютерной сети требуется, чтобы сетевой поток был подобен трафику функционирующих систем. Существующие решения, в отличие от разработанного, не способны создавать адекватную нагрузку в узлах тестируемой сети, что противоречит целям нагрузочного тестирования и ограничивает область применения генераторов трафика. Сравнение разработанного программного решения с существующим генератором трафика дает практическое подтверждение теории о наличии методических погрешностей в генераторах, обусловленных игнорированием законов распределения.

Литература

1. Платунова С.М. Методы проектирования фрагментов компьютерной сети. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 51 с.
2. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
3. Tools – The Wireshark Wiki [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.wireshark.org/Tools, своб.

Василенко Надежда Александровна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3405
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: Nadezhda.Vasilenko.94@mail.ru

УДК 535-92

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИНВАЗИВНОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Н.А. Василенко
Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. А.Н. Чертов

В настоящее время крайне актуальна проблема обнаружения эффективного и информативного неинвазивного метода выявления кожных заболеваний на разных стадиях их проявления. Неинвазивные оптические методы анализа тканевых структур организма человека становятся все более популярными. Широкое распространение получили следующие методы:

1. абсорбционная фотография – регистрация изображений объектов с использованием широкополосного источника видимого излучения с последующим сравнением полученной на основе изображений спектральной характеристики показателя отражения кожи;
2. многокомпонентный метод – сравнение коэффициентов отражения кожи на здоровом и поврежденном участке, полученных при разложении изображений объектов на диапазоны;
3. флуоресцентный анализ – исследование кожного покрова пациента после принятия препарата «Аласенс», вызывающего флуоресценцию больных участков кожи;
4. неинвазивная спектрометрия в отраженном свете – исследование спектральной характеристики показателя отражения участка кожи, полученной с использованием спектрометра.

Первые два метода просты, не требуют затрат и медицинской подготовки. Третий позволяет выявить мельчайшие новообразования и является самым информативным, но требует дорогостоящей медицинской подготовки. При этом все три метода субъективны и требуют больших временных затрат. Четвертый же метод [1] позволяет получать результаты в режиме реального времени, не требует медицинской подготовки и обеспечивает объективность оценки результатов. Исходя из этого, для дальнейших исследований был выбран именно он.

Целью работы было исследование неинвазивных оптико-электронных метода и средства для анализа состояния кожных покровов и поверхностных тканей организма человека. Для достижения поставленной цели необходимо было решить несколько основных задач: разработка структурной схемы и формирование измерительной установки, разработка методики и основанного на ней программного обеспечения для измерения спектров отражения, проведение экспериментальных исследований.

Разработанная структурная схема представлена на рис. 1.

Излучение с источника поступает в осветительный кабель оптического зонда, оно отражается от объекта исследования и попадает в приемный кабель оптического зонда,

после чего передается на спектрометр, где происходит разложение в спектр. Информация со спектрометра передается на персональный компьютер, где происходит ее дальнейшая обработка.

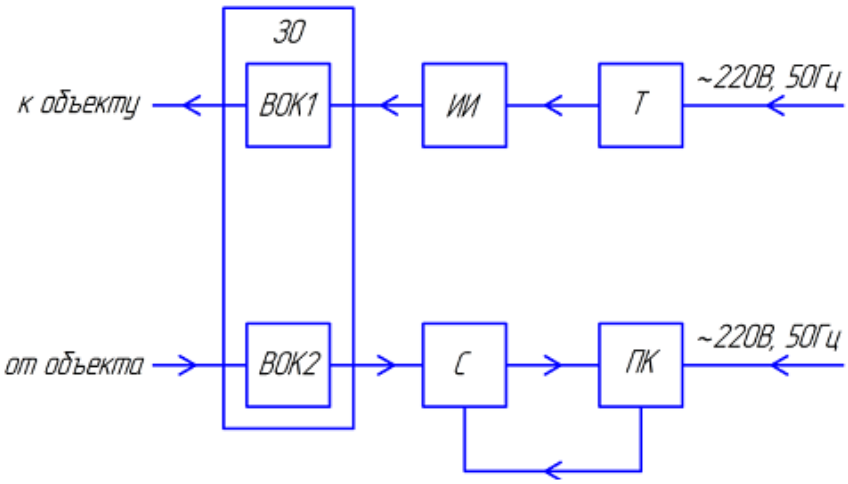


Рис. 1. Структурная схема неинвазивной оптико-электронной системы анализа состояния поверхностных тканей организма человека: ВОК1 – осветительный волоконно-оптический кабель; ВОК2 – приемный волоконно-оптический кабель; ЗО – оптический зонд; ИИ – источник излучения; ПК – персональный компьютер; С – спектрометр; Т – понижающий трансформатор

В среде LabVIEW [2] было разработано программное обеспечение для снятия спектров отражения объекта. Работа в программе осуществлялась пошагово. Не допускалось пропускать шаги, а также менять их последовательность. Первый шаг предназначен для измерения спектров темнового сигнала, второй шаг – для измерения контрольных спектров, третий шаг – для измерения спектра исследуемого объекта.

В соответствии с разработанным методом анализа спектров отражения кожного покрова было проведено экспериментальное исследование, целью которого выступило получение и сравнение спектров отражения объектов с эталонными спектрами хромофоров. Исследовались родинки, внутренняя часть предплечья и подушечки пальцев (рис. 2).

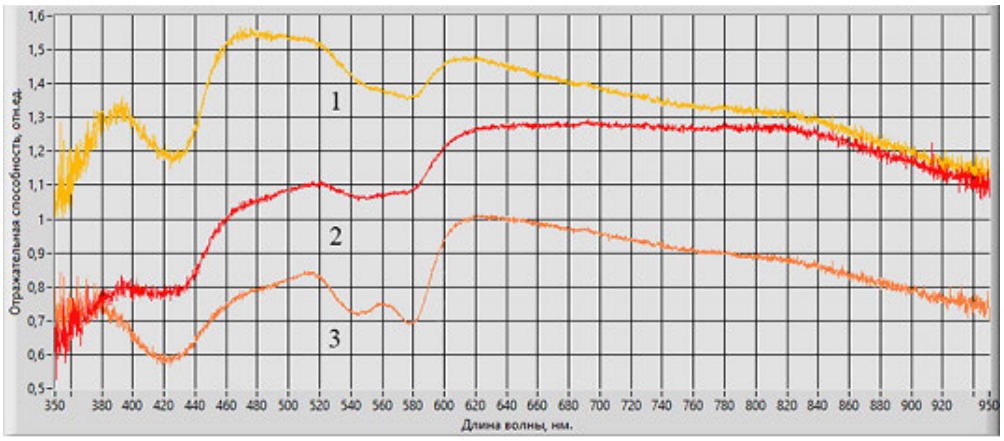


Рис. 2. Графики зависимости спектров отражения от длины волны: 1 – внутренняя сторона предплечья; 2 – родинка; 3 – подушечка пальца

Полученные графики представляют собой совокупность спектров отражения тех или иных хромофоров. Они отличаются по форме и амплитуде, имеют свои максимумы

и минимумы отражения. Так, например, в спектре отражения подушечки пальца преобладает спектр отражения оксигемоглобина. Это обусловлено наличием ладонных пальцевых артерий, переносящих насыщенную оксигемоглобином кровь.

В ходе данной работы были решены все поставленные задачи, в том числе проведен аналитический обзор существующих неинвазивных оптико-электронных методов и средств анализа состояния кожных покровов и поверхностных тканей организма человека, основное внимание было уделено методу неинвазивной спектрометрии в отраженном свете. На основе этого метода были разработаны структурная и электрическая схемы оптико-электронной системы. Был выполнен габаритно-энергетический расчет [3], в ходе которого был рассчитан световой поток, необходимый для корректной работы системы – 9 лм. На основе спектрального оборудования Ocean Optics была сформирована измерительная установка. Для проведения экспериментальных исследований были разработаны методика и программное обеспечение для измерения спектров отражения кожного покрова. По итогам проведенного экспериментального исследования был произведен точностной расчет [4]. Допустимое значение относительной погрешности измерения облученности на входе спектрометра после отражения от поверхности кожи для получения корректных результатов $\delta E_e = 5\%$. Полученное в ходе расчета значение $\delta E_e = 2\%$, из чего следует, что метод и средство выбраны верно.

Литература

1. Колтовой Н. Спектральные методы в медицине // Фотоника. – 2009. – № 6. – С. 12–16.
2. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
3. Ишанин Г.Г., Челибанов В.П. Приемники оптического излучения: учебник. – СПб.: Лань, 2014. – 303 с.
4. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин / Отв. ред. Ж.И. Алферов. – Л.: Наука, 1985. – 112 с.

Волков Никита Олегович
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере,
группа № К3443
Направление подготовки: 45.03.04 – Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере
e-mail: nik.ita94@yandex.ru

УДК 004.5, 004.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ «БРОНИРОВАНИЕ АУДИТОРИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ» С ЭЛЕМЕНТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО

Н.О. Волков
Научный руководитель – к.п.н., доцент Ю.О. Валитова

Работа выполнена в рамках деятельности отдела планирования и сопровождения учебного процесса совместно с отделом разработки ИСУ Университета ИТМО.

В процессе развития информационных технологий ручная подача документов, требующая личного присутствия, сменяется электронным документооборотом. Электронные заявки, бесспорно, удобнее «традиционной» бумажной подачи документов.

В настоящее время на большинстве предприятий, вузов, институтов и т.д. документооборот пока остается в привычной бумажной форме, несмотря на то, что многие организации стараются автоматизировать если не все, то хотя бы отдельные этапы документооборота.

Но в деятельности отдела планирования и сопровождения учебного процесса (ОП и СУП) используется большое количество бумажных документов.

ОП и СУП составляет расписание занятий и мероприятий, обеспечивает доступ к техническим средствам, осуществляет прием заявок и проверку занятости аудиторий на соответствие с расписанием. Сложность планирования и сопровождения учебного процесса в Университете ИТМО определяется увеличением числа студентов, занятий, мероприятий и сокращением аудиторного фонда.

На данный момент большинство заявок на бронирование аудиторий и оборудования подаются в бумажном виде, вследствие плохой продуманности подачи электронных заявок через портал ИСУ Университета ИТМО (далее ИСУ), из-за чего часто возникают накладки в расписании или использовании технических средств обучения (ТСО).

К основным недостаткам существующей формы подачи заявок через ИСУ можно отнести: наличие трех разных видов заявок, отличающихся только типом мероприятия, но имеющих схожие поля для заполнения; отсутствие сведений о занятости аудитории и о доступном оборудовании, что приводит к тому, что пользователь неверно указывает данные и заявка не одобряется.

В рамках ИСУ можно разработать более удобный модуль подачи, обработки и хранения электронных заявок, что и решено в данной работе. Проектируемый модуль поможет упростить процедуру подачи заявки, и позволит автоматизировать большую часть работы, выполняемую сотрудниками ОП и СУП.

В качестве аналога в ИСУ был выбран модуль «Бронирование помещений» [1], предназначенный для бронирования актовых залов в разных корпусах Университета ИТМО. Данный модуль был взят в качестве прототипа.

На основании изучения специфики деятельности отдела были определены группы пользователей проектируемого модуля, а именно: пользователь (студент или сотрудник университета, имеющий доступ к ИСУ), лаборант отдела, инженер и администратор, в качестве которого выступает начальник отдела. На рисунке представлена диаграмма вариантов использования модуля. На ней показаны действия, которые может выполнять каждая группа пользователей.

В настоящей работе и на основании книги Б. Скотта и Т. Нейла «Проектирование веб-интерфейсов» [2], была разработана структура модуля по пользователям и подробно продуман и описан функционал каждого интерфейса. Также был разработан дизайн модуля, учитывающий дизайн ИСУ и корпоративный стиль университета, созданы формы документов, выводимых на печать.

При подаче заявки часто возникают ситуации, когда в заявке совпадают номер аудитории и время на одну и ту же дату. Аудиторию бронируют два разных организатора, и всегда сложно определить, кому отдать предпочтение.

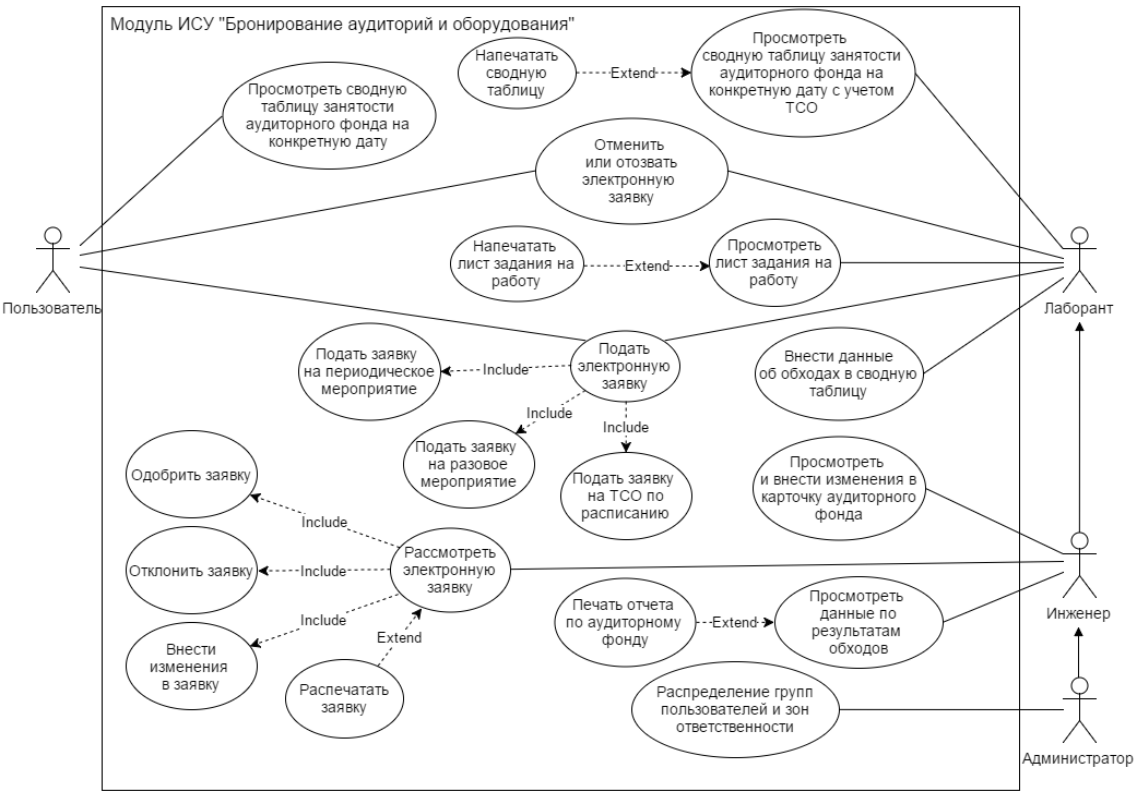


Рисунок. Варианты использования модуля «Бронирование аудиторий и оборудования»

Для разрешения этих конфликтов:

– разработаны продукционные правила, описывающие действия в спорных ситуациях;
– введены понятия «статус» и «репутация» пользователя и правила их использования при принятии решения по спорным заявкам;
– разработана математическая модель, на основании которой определяется репутация пользователя;
– создан способ подбора более подходящей аудитории, в случае невозможности предоставления той, на которую подана заявка.

Применение этих средств интеллектуализации позволит сделать работу модуля «Бронирование аудиторий и оборудования» более эффективным.

По завершении работы было составлено техническое задание, учитывающее требования отдела разработки ИСУ для реализации модуля «Бронирование аудиторий и оборудования», и организована встреча с руководителем разработки. По итогам встречи задание было принято для поэтапной реализации. Ориентировочные сроки введения модуля «Бронирование аудиторий и оборудования» в эксплуатацию – конец 2016 года.

Литература

1. Калинин И.В., Шлей М.Д. Подсистема бронирования помещений в ИСУ Университета ИТМО // Материалы XXI всероссийской научно-методической конференции «Телематика′2014» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tm.ifmo.ru/tm2014/db/doc/get_thes.php?id=170, своб.
2. Скотт Б., Нейл Т. Проектирование веб-интерфейсов: принципы и шаблоны расширенного взаимодействия: учеб.-метод. пособие. – СПб.: Символ-Плюс, 2010. – 351 с.

Герасимова Ольга Игоревна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3430
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: gerasimova.o.i@mail.ru

УДК 51–78 + 7.017.9

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛАЗЕРНОЙ ГРАФИКИ

О.И. Герасимова
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.В. Матвеев

Работа посвящена изучению применения фрактальной статистики для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики. Фрактальную статистику еще никто не применял к изображениям лазерной графики. Этот вопрос требует всестороннего рассмотрения и исследования, поскольку существует возможность применения фрактальной размерности для создания светомузыкальных спектаклей, просмотр которых сможет понизить уровень негативных эмоций, вызванных стрессовыми ситуациями, у человека.

Зарубежными учеными доказано снижение уровня стресса у человека при его взаимодействии с фрактальными структурами, выявлены закономерности между фрактальной размерностью произведений искусств и их эстетическими характеристиками, а также между значением фрактальной размерности и степенью влияния этих произведений искусств на психофизиологическое состояние человека [1]. Существует три категории в отношении эстетического предпочтения фрактальной размерности: низкое предпочтение (фрактальная размерность равна 1,1–1,2), высокое предпочтение (1,3–1,5) и снова низкое предпочтение (1,6–1,9) [2].

Основываясь на результатах исследований зарубежных и российских ученых, в данной работе освещены особенности применения фрактальной статистики для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики, а также особенности влияния светомузыкальных спектаклей на психофизиологическое состояние человека, в том числе выявлено, какой контент лазерного театра может быть наиболее полезен и приятен зрителям.

При изучении применения фрактальной статистики для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики из базы лазерного театра «Lux Aeterna» и интернет-источников было выбрано 45 изображений, соответствующие трем основным способам формирования изображений лазерной графики (бим-эффекты, люмиа-эффекты, скрин-эффекты). Структуры изображений для каждого из этих способов имеют принципиальные различия.

Перед вычислением фрактальной размерности были выделены границы изображений лазерной графики с помощью оператора Кэнни в программе MATHLAB. Для расчета фрактальной размерности использовалась программа для обработки изображений ImageJ (размеры ячеек сетки покрытия изображений составляли от 2 до 64 пикселей).

Вычисленные значения фрактальной размерности заданных 45 изображений лазерной графики показали, что самой высокой фрактальной размерностью в среднем обладают изображения люмиа-эффекта. Из этого можно сделать вывод, что наибольший терапевтический эффект будут иметь релаксационные сеансы, в которых визуальный ряд построен именно на люмиа-эффектах.

Для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики был проведен опрос, в котором принял участие 161 человек. Респондентам в случайном порядке предъявлялись упомянутые ранее 45 изображений лазерной графики. Оценка проводилась по трем параметрам: привлекательность изображений, их эмоциональное восприятие и расслабляющее действие.

Усредненные результаты по трем видам лазерной графики демонстрируют следующее:

1. предпочтения по привлекательности и эмоциональному восприятию показали, что наивысшая оценка у бим-эффекта, затем у люмиа-эффекта и самая низкая у скрин-эффекта;
2. в среднем респонденты охарактеризовали все изображения как не расслабляющие;
3. при группировке респондентов по роду деятельности предпочтения были отданы люмиа-эффекту теми респондентами, чей род деятельности относится к искусству. Это соотносится с исследованиями зарубежных ученых о том, что творческие личности отдают предпочтение изображениям с большей фрактальной размерностью [3].

Для выяснения зависимости между значениями фрактальной размерности изображений лазерной графики и индивидуальными оценками респондентов был проведен корреляционный анализ, результаты которого показали, что индивидуальные предпочтения для абстрактных изображений лазерной графики очень субъективны. Наиболее существенными являются отрицательная корреляция при оценке люмиа-эффектов и положительная для бим-эффектов, что можно интерпретировать следующим образом:

1. структура люмиа-эффектов более сложная (максимальное значение фрактальной размерности лежит в диапазоне низкого предпочтения, а минимальное значение находится рядом с нижней границей высокого предпочтения), поэтому из предлагаемого ряда изображений люмиа-эффекта респонденты отдавали предпочтения более простым;
2. для бим-эффектов ситуация обратная: минимальное значение фрактальной размерности (1,198) меньше нижней границы высокого предпочтения, поэтому из предлагаемого ряда предпочтения отдавались более сложным изображениям.

Данные результаты соответствуют существующим теориям, описывающим связь фрактальной размерности с эстетическими предпочтениями.

Вместе с тем для повышения точности результатов исследований по теме «Применение фрактальной статистики для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики» следует расширить спектр исследований:

1. провести опрос, выявляющий мнения людей именно о бинарных изображениях. И данные мнения соотносить с фрактальной размерностью;
2. применить параметры «привлекательность», «эмоциональное восприятие» и «расслабляющее действие» к светомузыкальному спектаклю;
3. при проведении опроса показывать респондентам изображения лазерной графики не на экране компьютера, а распечатав их на бумаге в высоком качестве. Проводить опрос в спокойной, расслабляющей обстановке.

Результаты проведенного исследования могут представлять интерес для медицинских работников в области психофизиологии, специалистов в сфере светового дизайна, художников по свету и т.д.

Литература

1. Salingaros N.A. Fractal art and architecture reduce physiological stress // Journal of Biourbanism. – 2012. – № 2. – P. 11–28.

2. Forsythe A., Cela-Conde C. Predicting beauty: Fractal dimension and visual complexity in art // British Journal of Psychology. – 2011. – № 102. – P. 49–70.
3. Taylor R.P. Reduction of physiological stress using fractal art and architecture // Leonardo. – 2006. – № 3. – P. 245–251.

Герасин Олег Владимирович
Год рождения: 1995
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3441
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: gov2009@mail.ru

УДК 681.532.1

РАЗРАБОТКА БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ПЬЕЗОПРИВОДА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ВИБРАЦИЙ

О.В. Герасин
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.И. Бойков

Предлагается вариант технической реализации быстродействующей системы управления исполнительным механизмом для подавления вибраций платформы. В качестве исполнительного механизма используется пьезоактюатор.
Ключевые слова: подавление вибрации, пьезоактюатор, пьезодвигатель, виброподавление, виброизоляция, пьезопривод.

Вибрации встречаются во многих областях современной промышленности и науки, и в большинстве случаев эти вибрации являются нежелательными. Например, зачастую разрешающая способность электронных сканирующих микроскопов, точность наноманипуляторов определяются уровнем вибраций зданий, и только использование активных виброизолирующих платформ позволяет в полной мере использовать возможности такого оборудования.

К сожалению, на мировом рынке отсутствуют системы виброизоляции российских производителей. Устройство для подавления вибрации существует у американской компании TMC [1], однако, оно хорошо подавляет только высокочастотную вибрацию, имея плохие показатели качества в низкочастотной области. Также существует прототип устройства у французской фирмы Cedrat Technologies [2], однако, оно также обладает недостатками американского аналога, к тому же оно не запущено в серийное производство. Поставлена основная задача на данную работу. Необходимо было разработать быстродействующую систему управления исполнительным механизмом для подавления вибраций с допустимой погрешностью не более 5% от диапазона вибраций. Исполнительным механизмом являлся пьезоактюатор с диапазоном перемещений до 40 мкм, напряжением управления до 150 В. Рассмотрены вибрации синусоидальной формы амплитудой не более 25 мкм, частотой не более 500 рад/с.

Передаточная функция пьезоактюатора [3] в общем виде выглядит следующим образом:

$$W_A(s) = \frac{\Delta l(s)}{e_n(s)} = \frac{K_\text{o}/K_\text{y}}{\frac{T_e m_\Sigma}{K_\text{y}} s^3 + \left(\frac{m_\Sigma}{K_\text{y}} + \frac{T_e K_d}{K_\text{y}}\right) s^2 + \left(T_e + \frac{K_d}{K_\text{y}} + \frac{R_v K_p K_\text{o}}{K_\text{y}}\right) s + 1}, \quad (1)$$

где K_o – коэффициент обратного пьезоэффекта; K_p – коэффициент прямого пьезоэффекта; K_y – коэффициент упругости материала актюатора; K_d – коэффициент внутреннего демпфирования, m – эквивалентная приведенная масса (сумма нагрузки m_0 и части пьезокерамики m_k); $T_e=R_vC$ – постоянная времени; R_v – сопротивление усилителя; C – емкость актюатора.

Для данной работы был выбран актюатор немецкой компании Physik Instruments P-843.30 [4] с диапазоном перемещений до 40 мкм и управляющим напряжением до 100 В. Передаточная функция выбранного пьезоактюатора имеет вид:

$$W_A(s) = \frac{0{,}8}{3{,}781\cdot10^{-12}s^3+9{,}073\cdot10^{-9}s^2+15{,}25\cdot10^{-4}s+1}. \quad (2)$$

Полюса данной системы находятся в левой плоскости, поэтому для расчета регулятора можно использовать метод коррекции логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Для простоты реализации регулятора нужно как можно меньше изменить вид ЛАЧХ с целью получения желаемых характеристик системы.

Разрабатываемая система должна быть быстродействующей. Время переходного процесса определяет частота среза w_c, причем $w_c = \frac{3}{t_п}$. Для данной системы частоту среза нельзя брать выше предельной, при которой резонансный пик будет пересекать ось абсцисс. Для обеспечения запаса устойчивости требуется, чтобы на частоте $w_р$, где фазовая характеристика равна $-180°$, значение амплитудной характеристики было не более –6 дБ. Опытным путем находим желаемую частоту среза $w_c = 4440$ рад/с.

Желаемая ЛАЧХ должна иметь наклон –20 дБ/дек на низких частотах, чтобы обеспечить нулевую статическую ошибку. Но на частоте $w_0 = 654{,}6$ рад/с неизменяемая часть привносит наклон еще –20 дБ/дек, т.е. правее частоты w_0 ЛАЧХ имеет наклон –40 дБ/дек. Для получения качественного переходного процесса желательно, чтобы наклон ЛАЧХ около частоты среза был равен –20 дБ/дек, поэтому нужно привнести положительный сдвиг +20 дБ/дек до частоты среза. Для обеспечения устойчивости и приемлемого показателя колебательности для данного случая точки излома ЛАЧХ должны находиться на расстоянии не менее 6 дБ от оси абсцисс, из этих соображений выбирается приемлемое значение постоянной времени, привносящей +20 дБ/дек. Экспериментальным путем находится $T_{рег} = 3{,}8462\cdot10^{-4}$ с.

При построении желаемой ЛАЧХ нужно следить, чтобы она как можно меньше отличалась от ЛАЧХ неизменяемой части системы, что нужно для упрощения корректирующих средств, поэтому остальную часть ЛАЧХ оставляем неизменной. Тогда передаточная функция желаемой системы $W_ж$ выглядит как

$$W_ж = W_{рег}\cdot W_{нч}, \quad (3)$$

где $W_{рег}$ – передаточная функция регулятора, а $W_{нч}$ – передаточная функция неизменяемой части. Передаточная функция регулятора в нашем случае:

$$W_{рег}(s) = K_{рег}\cdot\frac{T_{рег}s+1}{s}, \quad (4)$$

где $K_{рег}$ находится как

$$K_{рег} = \frac{K_ж}{K_{нч}}, \quad (5)$$

где $K_{нч}$ – коэффициент усиления неизменяемой части; $K_ж$ – коэффициент усиления желаемой системы.

Тогда

$$K_{рег} = \frac{15286}{0{,}8} = 19108. \quad (6)$$

И передаточная функция регулятора имеет вид:

$$W_{рег}(s) = 19108\cdot\frac{3{,}8462\cdot10^{-4}s+1}{s}. \quad (7)$$

Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная характеристика (ЛАФЧХ) системы с регулятором представлена на рис. 1. Запас по фазе у данной системы 67°, а запас по амплитуде –6 дБ.

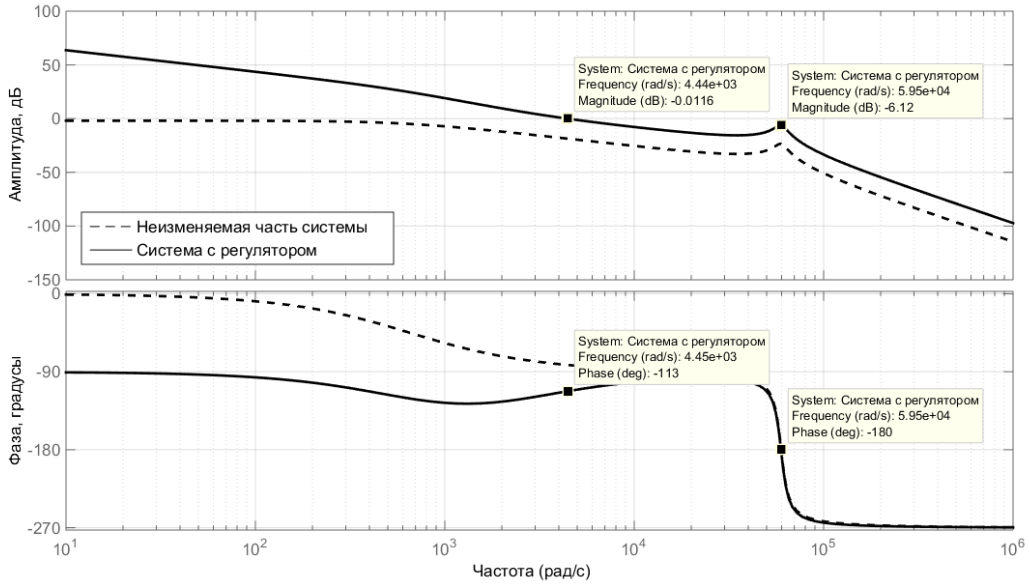


Рис. 1. Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная характеристика систем

Для реализации регулятора на микроконтроллере нужно перейти от непрерывной модели регулятора к дискретной. Для этого используется функцию c2d пакета MATLAB, в ее аргументы передаются передаточная функция регулятора и шаг дискретизации. Взяв частоту дискретизации 20 кГц, получаем передаточную функцию регулятора в дискретной форме:

$$W_{\text{per}}(z) = \frac{7{,}349z - 6{,}394}{z - 1}. \quad (8)$$

График перемещения при частоте возмущающего воздействия $f = 500$ рад/с и амплитуде 25 мкм представлен на рис. 2.

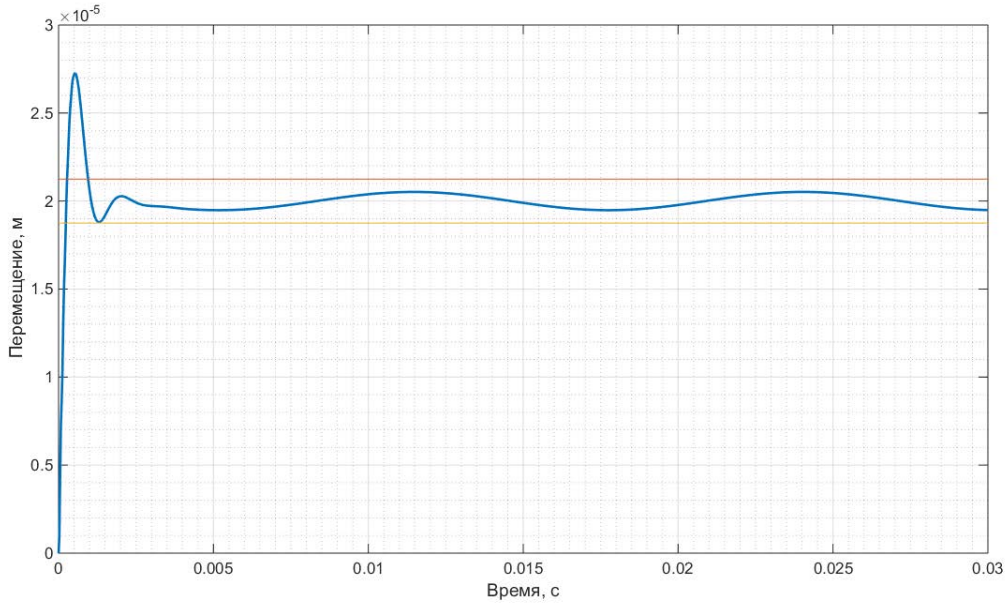


Рис. 2. График перемещения при внешнем возмущении

Время данного переходного процесса составляет $9{,}529 \cdot 10^{-4}$, максимальное значение перемещения на выходе системы – $2{,}7255 \cdot 10^{-5}$. Выходная величина в

установившемся режиме изменяется в интервале от $2{,}052 \cdot 10^{-5}$ м до $1{,}948 \cdot 10^{-5}$ м, данный интервал соответствует 3% от диапазона вибраций.

В результате проделанной работы была разработана быстродействующая система управления пьезоактюатором для подавления синусоидальных вибраций платформы амплитудой не более 25 мкм, частотой не более 500 рад/с. Погрешность работы составила не более 3% от диапазона вибраций, что является лучшим показателем для подавления вибрации в низкочастотной области, чем у других аналогов.

Литература

1. Сайт компании TMC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.techmfg.com/products/advanced/stacis2100-1.htm, своб.
2. Сайт компании «CEDRAT TECHNOLOGIES» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cedrattechnologies.com/index.php?id=504, своб.
3. Никольский А.А. Точные двухканальные следящие электроприводы с пьезокомпенсаторами. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 160 с.
4. Сайт компании «Physik Instrumente» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.physikinstrumente.com/product-detailpage/p-843-101205.html, своб.

Годованюк Ксения Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра производственного менеджмента и трансфера технологий,
группа № U3402
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: oksanka.gks@gmail.com

УДК 65.012.612

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

К.С. Годованюк
Научный руководитель – д.э.н., профессор М.А. Макарченко

Целью работы являлся анализ текущего состояния организационной культуры и разработка практических рекомендаций по ее улучшению в Северо-Западном банке ПАО Сбербанк [1, 2].

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:
1. проанализировать теоретические аспекты организационной культуры и ее роли в системе управления персоналом;
2. дать общую характеристику Северо-Западного банка ПАО Сбербанк;
3. проанализировать текущее состояние корпоративной культуры и разработать рекомендации по совершенствованию корпоративной культуры Северо-Западного банка ПАО Сбербанк.

В зависимости от применяемого метода управления в организации складывается та или иная организационная культура. Она есть всегда и везде, где существуют организации, и базируется на жизненных ценностях сотрудников компании. В каждой организации независимо от ее численности и сферы деятельности существует своеобразная культура, даже если она выражена исключительно через недоверие и сложилась стихийно.

В современной литературе существует масса классификаций организационных культур, но в данной работе для анализа была выбрана модель спиральной динамики в версии «ЭКОПСИ», которая основывается на трудах Дона Бека и Криса Кована. Модель показывает эволюцию корпоративных культур организаций, основой которых по этой теории являются ценности сотрудника.

В данной работе было выделено три аспекта влияния организационной культуры на управление персоналом:

– организационная культура является инструментом привлечения на предприятие высококвалифицированных кадров;
– корпоративная культура может быть важным и мощным инструментом при формировании настроя персонала на высокую производительность труда и высокое качество в работе;
– корпоративная культура может выступать инструментом по формированию приверженности работника предприятию.

Культура, основанная на уважении личности сотрудника, поощрении личных достижений, гарантиях достойного заработка, систематическом повышении квалификации персонала, укрепляет его лояльность, что, в свою очередь, прямым образом влияет на снижение текучести кадров.

Для определения типа текущей организационной культуры предприятия был проведен опрос 2351 сотрудников, в ходе которого было выявлено удачное сочетание культур (правил и успеха), которые присущи развитым компаниям.

Для оценки влияния организационной культуры на эффективность работы исследуемой компании было опрошено 5 экспертов из числа сотрудников банка. Анализ показал, что коэффициент влияния данной культуры довольно высокий (0,89), что говорит о достаточном уровне формирования организационной культуры. Также в ходе исследования были выявлены слабые стороны текущей организационной культуры, ими оказались такие характеристики как внешний вид персонала и осознание времени, отношение к нему и его использование.

На базе проведенного исследования автором были предложены следующие рекомендации:

– внести коррективы в дресс-код персонала организации;
– закупать беспроводные стационарные телефоны;
– продолжать активную деятельность по управлению сложившейся эффективной культурой.

1. Внести коррективы в дресс-код персонала организации. Было предложено ужесточить дресс-код для сотрудников функциональных подразделений. Данное мероприятие укрепит преобладающую культуру правил, так как у внутренних клиентов подразделений это будет вызывать чувство надежности и защищенности от ошибок, а среди самих сотрудников – чувство общности и единства. Метод воздействия – административный, что также свойственно преобладающей в организации культуре.

По отношению к работникам отделений и филиалов автором предложено ввести в форму консультантов белые перчатки и заменить цвет их шарфиков (галстуков) с зеленого на принятый в организации оттенок оранжевого. Таким образом, клиент будет ассоциативно понимать к кому из персонала ему следует обратиться за помощью, а также это, безусловно, повысит гигиеничность проводимых консультантом операций.

На основании опроса 56 клиентов банка можно сделать вывод, что данное мероприятие позволит увеличить среднюю скорость обслуживания клиентов в среднем на 10% (клиент не тратит время на поиск консультанта, кассиры-операционисты не

отвлекаются на вопросы клиентов, и существенно снижается количество неверно взятых талонов на электронную очередь). Также повысится удовлетворенность клиентов банка на 30%.

2. Закупать беспроводные стационарные телефоны. Вследствие неофициальных ритуалов среди сотрудников функциональных подразделений за день работа отдела полностью «парализуется» для решения вопросов внутренних клиентов в среднем на 1 ч, что составляет 12,5% рабочего времени.

Таким образом, беспроводной телефон поможет решить проблему «недоступности» сотрудника, тем самым повысив оперативность решения внутренних вопросов на 5–7%.

3. Продолжать активную деятельность по управлению сложившейся эффективной культурой. Как уже говорилось ранее, не существует одного вида эффективной культуры для всех организации. Таким образом, если на данный момент текущая культура эффективна, то это не означает, что она будет такой всегда. Необходимо постоянно ее развивать и адаптировать как под внешние изменения, так и под внутренние.

Литература

1. Кибанова А.Я. Управление персоналом организации. Учебник. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 695 с.
2. Стеклова О.Е. Организационная культура: учебное пособие. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2007. – 127 с.

Головачева Вера Григорьевна
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии,
кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № В3425
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: ve.ra1995@yandex.ru

УДК 621.165.53

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТУРБИН АЭС И ТЭС

В.Г. Головачева
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Коваленко

Основная задача атомной энергетики – поддержание и контроль работы не только существующих энергоблоков, но также и разработка новых современных АЭС и ТЭС, которые смогут решить настоящие вопросы энергетики XXI века. В настоящее время уделяется особое внимание срокам эксплуатации энергетических турбин в связи с достаточно высокой степенью опасности использования атомной и тепловой энергии. Особому контролю подлежит состояние ротора турбины, его физические параметры, отклонения от них. Неправильная эксплуатация ротора может привести к ненадежной работе всего энергоблока. Своевременно принятые меры по устранению дефектов и вывод турбинной установки в нормальный штатный режим приведет не только к снижению вероятности возникновения опасности, но и к эффективному энергосбережению [1–5].

Нужно отметить, что поврежденность в металл ротора вносит не только длительная работа при высоких температурах и напряжениях, но и их пуски и остановки. Пуск и остановка также приводят к усталости металла роторов вследствие быстроменяющихся температур, которые приводят к кольцевым трещинам и разрушению ротора турбины.

В качестве объекта исследования рассматриваются паротурбинные установки ТЭС и АЭС. Как показывают многочисленные исследования, на надежность, бесперебойную работу и на продолжительный срок службы энергетических установок ТЭС и АЭС влияет тепловое состояние паротурбинных агрегатов, а самыми сложными режимами эксплуатации с ускоренной выработкой ресурса являются режимы изменения нагрузки и пусковые из различных исходных состояний. Это обуславливается переменным режимом работы и постоянным изменением нагрузки из-за большой разницы в изначально заданных температурных режимах, что активно говорит о сложном режиме эксплуатации установок. Пуски и остановы паровой турбины являются наиболее ответственными этапами эксплуатации паротурбинной установки. Эти операции оказывают влияние как на механическое состояние турбины и паропроводов, так и на термическое, что объясняет причину правильной эксплуатации турбин, а также их влияние на долговечность и надежность турбоустановок. Неправильный режим прогрева турбины может привести к масштабным техногенным авариям. Особое внимание нужно уделять некачественным пускам и остановам, так как они могут не сразу сказаться на штатном режиме работы турбины, а лишь через некоторое время, авария случится через некоторый промежуток времени.

В качестве модели рассмотрена паровая турбина К-800-240-5 (для ТЭС) Ленинградского металлического завода (ЛМЗ) и паровая турбина К-1000-60/3000 (для АЭС) ЛМЗ.

Номинальные мощности таких турбин равны 800 МВт и 1000 МВт соответственно. Для турбины К-800-240-5 номинальное давление свежего пара составляет 23,5 МПа, температура пара – 540°С. Для турбины К-1000-60/3000 номинальное давление свежего пара составляет 6 МПа, температура пара – 450°С.

Требуется построение модели оперативного контроля термонапряженного состояния роторов высокого давления турбин ТЭС с помощью программы MATLAB Simulink, используя метод передаточных функций.

Модели расчета термонапряженного и деформированного состояния деталей и узлов паровых турбин тесно связаны с характером распределения темпратур и поведения металла при действии темпратурных нагрузок. Так, для тел простой формы с одномерным температурным полем номинальные значения термических напряжений определяются в соответствии с аналитическими решениями теории упругости:

$$\sigma = \frac{\beta E(\bar{t}-t)}{1-\nu},$$

где σ – номинальное напряжение на поверхности металла; β, ν и E – прочностные характеристики материала при среднеинтегральной температуре элемента $\bar{t}$; t – локальная температура элемента.

Весьма удобным средством для реализации подобных моделей в электронной части системы регулирования турбины (турбинном регуляторе) является, по-видимому, метод передаточных функций.

Метод передаточных функций базируется на использовании свойств интегрального преобразования Лапласа действительных функций $t = f(\tau)$ температур

в область комплексных переменных по параметру s (оператору дифференцирования) в исходной математической модели процесса прогрева:

$$T(s) = L[f(\tau)] = \int_0^\infty t(\tau)\exp(-s\tau)\,d\tau.$$

Для построения модели оперативного контроля термонапряженного состояния роторов энергетических турбин АЭС и ТЭС целесообразно использовать систему автоматизированного проектирования (САПР). В данной работе предлагалось обратится к одной из таких систем: пакету программ MATLAB Simulink R2012b.

Показателем, характеризующим термонапряженное состояние ротора при использовании аналитических методов, является либо среднеинтегральная температура поперечного сечения ротора в зоне образования наибольших температурных напряжений, либо «эффективная» разность температуры поверхности и среднеинтегральной температуры в контролируемом сечении, которая примерно пропорциональна значению номинальных температурных напряжений на поверхности длинного цилиндра, имитирующего ротор, с одномерным распределением температуры по радиусу. Исходя из этого, на выходе должны получить результаты изменения температурных напряжений в сечении ротора высокого давления для турбин АЭС и ТЭС.

После полученные результаты сравниваются с уже известными результами для данного ротора. Вычисляется погрешность измерений.

Представлены результаты оперативного контроля термонапряженного состояния энергетических турбин АЭС и ТЭС: изменение температурных напряжений в роторе высокого давления турбины К-800-240-5 для ТЭС и К-1000-60/3000 для АЭС.

Из графика на рис. 1 можно определить максимальную эффективную разность температурных напряжений в сечении ротора турбины К-800-240-5: $\Delta\sigma_{max} = 198{,}9$ МПа.

Посчитаем погрешность измерений расчетных и экспериментальных по формуле:

$$\delta = \frac{|\Delta\sigma_{\text{р.max}} - \Delta\sigma_{\text{э.max}}|}{\Delta\sigma_{\text{р.max}}} \cdot 100\% = \frac{|203{,}2 - 198{,}9|}{203{,}2} \cdot 100\% = 2{,}1\%.$$

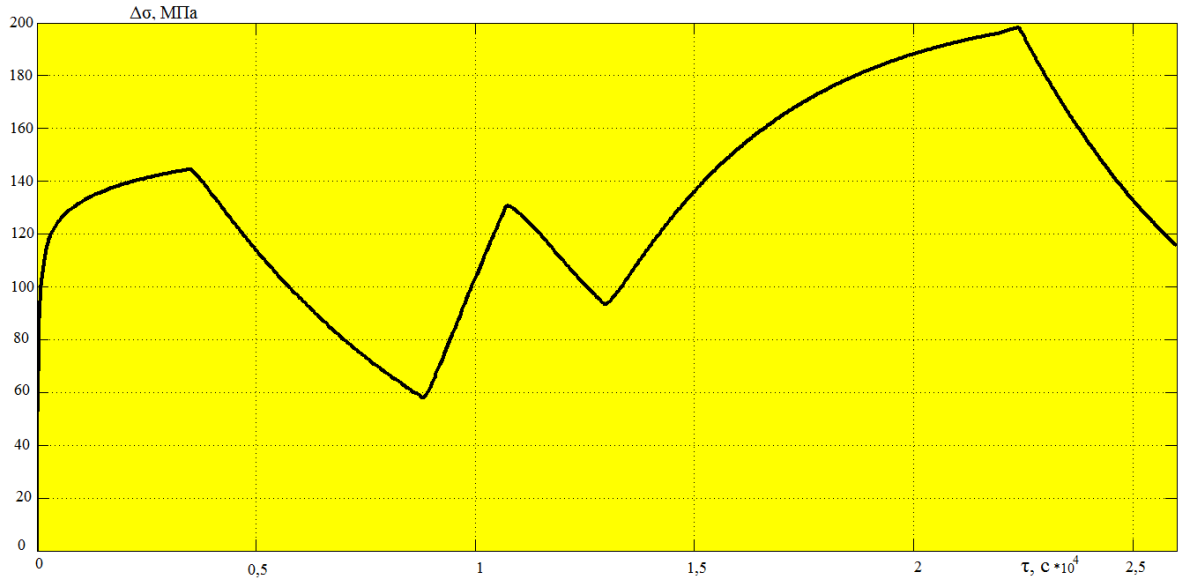


Рис. 1. Изменение температурных напряжений в роторе цилиндра высокого давления турбины К-800-240-5

Из графика на рис. 2 можно определить максимальную эффективную разность температурных напряжений К-1000-60/3000: $\Delta\sigma_{max} = 113{,}4$ МПа.

Посчитаем погрешность измерений расчетных и экспериментальных по формуле:

$$\delta = \frac{|\Delta\sigma_{p.max} - \Delta\sigma_{э.max}|}{\Delta\sigma_{p.max}} \cdot 100\% = \frac{|112{,}5 - 113{,}4|}{112{,}5} \cdot 100\% = 0{,}8\%.$$

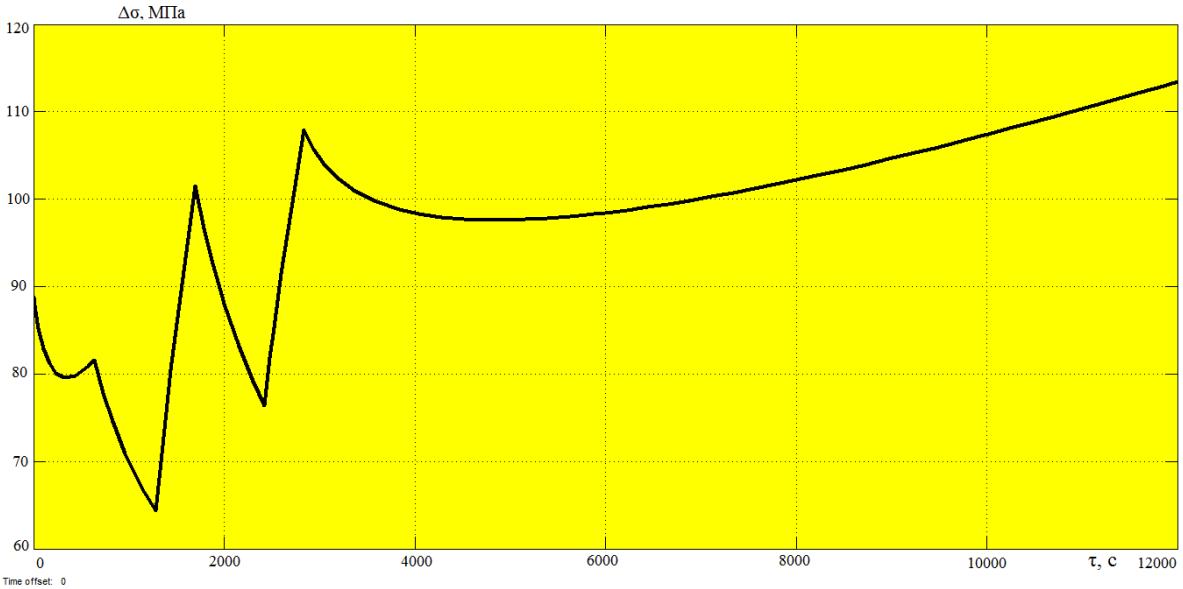


Рис. 2. Изменение температурных напряжений в роторе цилиндра высокого давления турбины К-1000-60/3000

Выводы. В данной работе с помощью математического и компьютерного моделирования с внедрением метода передаточных функций был получен эффективный контроль термонапряженного состояния роторов энергетических турбин АЭС и ТЭС. Его использование допустимо для того, чтобы оперативно предупредить и проконтролировать термическую усталость металла на поверхности ротора турбины. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования модели контроля термонапряженного состояния с целью контроля пусков турбин.

Литература

1. Аметистов Е.В. Основы современной энергетики. Лекции. Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. Учебное электронное издание. – М.: МЭИ, 2004.
2. Коваленко А.Н., Михайлов В.Е. Диагностика термонапряженного состояния основных элементов: энциклопедия. В 40 т. – М.: Машиностроение, 2015. – Т. 4–19: Турбинные установки, разд. 4: Расчет и конструирование машин. – С. 1029.
3. Капелович Б.Э. Эксплуатация паротурбинных установок. – М.: Энергия, 1975. – 288 с.
4. Сафонов Л.П., Селезнев К.П., Коваленко А.Н. Тепловое состояние высокоманевренных паровых турбин. – Л.: Машиностроение, 1983. – 295 с.
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 562 с.

Григорьев Игорь Станиславович
Год рождения: 1992
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: grigoryev.igor.st@gmail.com

УДК 681.5.11

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХКОНТУРНЫХ И ТРЕХКОНТУРНЫХ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СИСТЕМ НАВЕДЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОВ

И.С. Григорьев
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Толмачев

Объектом исследования данной работы является следящий электропривод оси опорно-поворотного устройства (ОПУ) телескопа – устройства вывода лазерного излучения, выполненного по схеме «альт-альт» [1]. Техническими требованиями к электроприводу осей телескопа предусмотрено ограничение на допустимые максимальные значения ошибок, скорости и ускорения ошибок в динамических режимах работы привода. Для предварительной оценки динамических ошибок на этапе проектирования требуется исследовать влияние на них возмущающих моментов нагрузки. В литературе данный вопрос не нашел освещения.

Задачами работы являлись определения динамических ошибок в следящем электроприводе с традиционной трехконтурной структурой и двухконтурной структурой применительно к следящим электроприводам осей ОПУ.

Аналогично понятию динамического отклонения скорости в системах регулирования скорости предлагалось ввести понятие динамического отклонения угла, как функции величины отклонения угла от заданной величины в любой момент времени, зависимой от момента возмущения на оси. Исследовалось динамическое отклонение угла в трехконтурной и двухконтурной структурах регулирования угла.

На рис. 1 представлена структурная схема трехконтурной системы регулирования угла исполнительной оси с контуром регулирования момента, представленным апериодическим звеном.

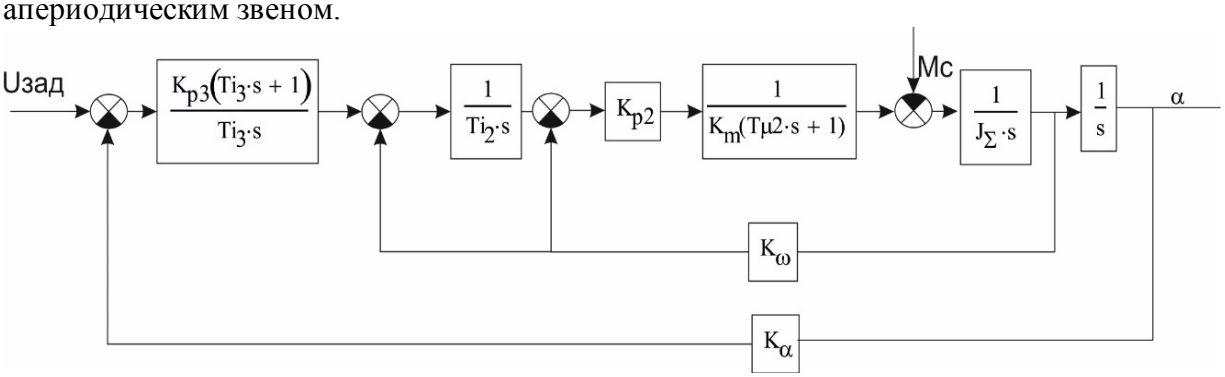


Рис. 1.Трехконтурная система регулирования угла

Здесь K_{p3} – коэффициент передачи пропорционально-интегрального (ПИ)-регулятора углового контура, Ti_3 – постоянная времени ПИ-регулятора углового контура, Ti_2 – постоянная времени И-регулятора внешнего контура регулирования

скорости, K_{p2} – коэффициент передачи П-регулятора внутреннего контура регулирования скорости, $T\mu 2$ – некомпенсируемая постоянная времени контура регулирования момента [2], J_Σ – момент инерции механизма, K_m, K_ω и K_α – коэффициенты передачи датчика момента, скорости и угла соответственно.

Контур регулирования момента, внутренний и внешний контуры регулирования скорости были настроены на технический оптимум. Угловой контур был настроен на симметричный оптимум с помощью ПИ-регулятора.

Для трехконтурной структуры было получено аналитическое выражение для динамического отклонения угла при скачке возмущающего воздействия:

$$\Delta\alpha(t) = -\frac{\Delta Mc}{J_\Sigma} 3T\mu 4^2\left(-e^{\frac{-1}{T\mu 4}t} + \frac{2}{3}e^{\frac{-0,3785}{T\mu 4}t}\left(1,45\cos\left(\frac{0,44049}{T\mu 4}t\right) + \right.\right.$$

$$\left.\left. +0,135\sin\left(\frac{0,44049}{T\mu 4}t\right)\right) + \frac{2}{3}e^{\frac{-1,1215}{T\mu 4}t}\left(0,05\cos\left(\frac{1,3065}{T\mu 4}t\right) - 0,731\sin\left(\frac{1,3065}{T\mu 4}t\right)\right), \quad (1)$$

где ΔMc – величина скачка момента, Н·м; $T\mu 4$ – некомпенсируемая постоянная времени контура регулирования угла [2], с.

Исходя из (1) для предварительной оценки получены выражения для расчета максимальных отклонений угла от заданного значения в переходном процессе:

$$\Delta\alpha 1_{\max} = \frac{-3\Delta Mc}{J_\Sigma} T\mu 4^2 \cdot 0,1614, \text{рад}, \ \Delta\alpha 2_{\max} = \frac{3\Delta Mc}{J_\Sigma} T\mu 4^2 \cdot 0,0883, \text{рад}.$$

На рис. 2 представлена структурная схема двухконтурной системы регулирования угла исполнительной оси с контуром регулирования момента, представленным апериодическим звеном, и наблюдателем момента нагрузки.

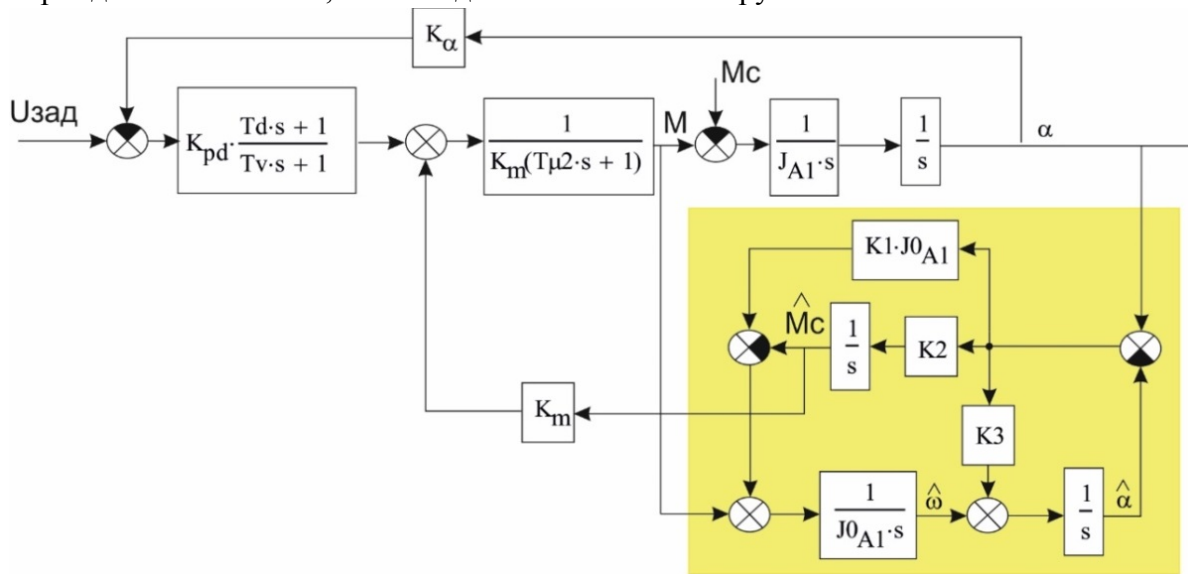


Рис. 2. Двухконтурная структура с наблюдателем момента нагрузки

Здесь K_{pd} – коэффициент передачи ПД-регулятора углового контура, настроенного на симметричный оптимум [2]; Td, Tv – постоянные времени дифференцирования и инерционного звена ПД-регулятора углового контура соответственно, J_{A1} – момент инерции механизма.

Наблюдатель момента нагрузки со структурной схемой, выделенный цветом на рис. 2, известен из работы [3] и синтезирован методом аналитического конструирования [4] на условия настройки на линейный оптимум с постоянной времени $T_н$. При синтезе определялись масштабирующие коэффициенты $K1$, $K2$ и $K3$.

Для двухконтурной структуры с наблюдателем момента нагрузки, при $T_н$=0 было получено аналитическое выражение для расчета динамического отклонения угла при скачке возмущающего воздействия:

$$\Delta\alpha(t) = \frac{-\Delta Mc T\mu3^2}{2J_{A1}}(0{,}0543 \cdot e^{\frac{-2{,}985}{T\mu3}t} + 5{,}27 \cdot e^{\frac{-0{,}6006}{T\mu3}t} -$$
$$-2e^{\frac{-0{,}291}{T\mu3}t}\left(2{,}66\cos\left(\frac{0{,}454}{T\mu3}t\right) - 1{,}962\sin\left(\frac{0{,}454}{T\mu3}t\right)\right)\Big), \quad (2)$$

где $T\mu3$ – некомпенсируемая постоянная времени углового контура [2], с.

Исходя из (2) для предварительной оценки получено выражение для расчета максимального динамического отклонения угла от заданного значения в переходном процессе:

$$\Delta\alpha_{max} = \frac{-\Delta Mc}{2J_{A1}} T\mu3^2 \cdot 2{,}1014 \text{ рад.} \quad (3)$$

При этом в формулах (2), (3) для учета инерционности наблюдателя момента нагрузки достаточно вместо $T\mu3$ использовать сумму $T\mu3+T_н$.

Расчетные выражения (1) и (2) справедливы для следящих электроприводов с механизмами исполнительных осей, представляемых одномассовыми моделями. Результаты моделирования обеих синтезированных систем подтвердили корректность полученных аналитических выражений, а также более высокое быстродействие двухконтурной структуры относительно трехконтурной. Направлением дальнейшего исследования является анализ динамического отклонения угла для электроприводов с многомассовыми механизмами исполнительных осей.

Литература

1. Белянский П.В., Сергеев Б.Г. Управление наземными антеннами и радиотелескопами. – М.: Сов. Радио, 1980. – 280 с.
2. Ключев В.И. Теория электропривода: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
3. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.
4. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: учебник для вузов. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000. – 496 с.

Дидин Евгений Витальевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: Didin.evgenii@gmail.com

УДК 004.254

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСИСТЕМ ПАМЯТИ ПРОЦЕССОРОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.В. Дидин
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Е. Платунов

Одной из основных проблем, присущих современным архитектурам процессора, является отставание роста производительности подсистемы памяти от роста производительности вычислительных компонент процессора. Низкая производительность или неэффективное использование подсистемы памяти приводит к

снижению производительности вычислительной системы в целом. Для эффективного использования подсистемы памяти необходимо владеть достоверной информацией о характеристиках функционирования компонент подсистемы. К сожалению, по коммерческим причинам такая информация не находится в открытом доступе. Таким образом, возникает задача получения достоверной информации о структуре подсистемы памяти и ее производительности на различных уровнях.

В данной работе была поставлена задача измерения производительности кэш-памяти процессоров, в частности, задержек отдельных элементов кэш-иерархии. Существуют программные средства, позволяющие измерить производительность кэш-подсистемы, среди которых можно выделить следующие фреймворки: X-Ray, LMBench, BenchIT [1, 2]. Однако недостатком большинства существующих решений является усреднение большого количества измерений и сложность выделения отдельного уровня кэш-подсистемы. Также измерения производятся из-под операционной системы (ОС), и при этом не учитывается или слабо учитывается влияние мультизадачности. В связи с этим в данной работе разработано программное обеспечение, позволяющее точно измерить задержки отдельных компонентов кэш-памяти.

Для измерений был выбран микропроцессор Intel® Core™ i5, архитектуры Ivy bridge, который обладает трехуровневой кэш-памятью. В качестве среды тестирования была выбрана ОС Linux. Были рассмотрены факторы, присущие архитектуре, операционной среде и компилятору, способные исказить результаты измерений. Для исключения влияния факторов ОС было принято решение использовать загружаемый модуль ядра в качестве тестирующей программы [3]. Также были найдены способы борьбы с влиянием аппаратных факторов и факторов компилятора. В итоге для измерения задержек система была приведена в следующее состояние:

1. для тестирования оставлено одно логическое ядро процессора;
2. отключены технологии динамического изменения частоты ядер;
3. отключены механизмы аппаратной предвыборки в кэши L1 и L2;
4. тестирующий код помещен в модуль ядра, в котором отключаются аппаратные прерывания.

В рамках измерения производительности подсистемы памяти программа состоит из следующих частей:

1. инициализация массива данных, к которому будет происходить обращение;
2. функция замера времени выполнения вспомогательных инструкций: барьерных и считывания счетчика тактов;
3. процедура разогрева кэш-памяти. Необходимость данной процедуры зависит от алгоритма тестирования;
4. процедура обращения к памяти в соответствии с выбранным алгоритмом тестирования кэш-подсистемы. До и после обращения к памяти выполняются инструкции считывания счетчика тактов и барьерные инструкции.

Для тестирования задержек кэш-подсистемы разработаны три алгоритма обращений к памяти:

1. с единичным обращением к памяти и использованием инструкций предзагрузки. Идея данного метода заключается в использовании специальных привилегированных инструкций PREFETCHh и WBINVD/CLFLUSH. После инициализации массива происходит инвалидация кэш-линии во всей иерархии кэш-памяти с помощью инструкции CLFLUSH или сброс всех кэшей с помощью инструкции WBINVD. Затем происходит предзагрузка кэш-линии с помощью инструкции PREFETCHh;

2. с использованием принципов ассоциативности. Идея данного метода заключается в подборе шага обхода массива таким образом, чтобы был заполнен набор кэша одного уровня, и при последующем чтении массива будет происходить обращение к кэш-памяти на один уровень выше;
3. с изменением размера разогревающей части рабочего массива. В данном методе идея заключается в разогреве кэш-памяти определенной частью рабочего массива и последовательном проходе по массиву данных с шагом, равным размеру кэш-линии. Предполагается, что изменяя размер разогревающей части рабочего массива, удастся заполнить кэши L1 и L2, что позволит обратиться к кэшам L2 и L3 соответственно. Стоит отметить, что в данном алгоритме происходит сброс кэшей после инициализации рабочего массива.

Результаты тестирования предложенными алгоритмами представлены в таблице. Алгоритмы 1 и 2 показали неудовлетворительные результаты по причине высоких коэффициентов вариации и неправдоподобности результатов задержек кэша L3. Третий алгоритм показал удовлетворительные результаты: низкие коэффициенты вариации и значения, близкие к указанным, в документации.

Таблица. Результаты тестирования

		Кэш L1	Кэш L2	Кэш L3
Алгоритм 1	Задержка, такт	4,43	10,23	9,5
	Коэффициент вариации, %	82	42	53
Алгоритм 2	Задержка, такт	3,43	10,147	22,065
	Коэффициент вариации, %	19	16	39
Алгоритм 3	Задержка, такт	3,8	9,87	26,03
	Коэффициент вариации, %	2,46	6,25	2,3
Значения, предоставленные производителем		4	10	26-30

В работе выделены факторы, влияющие на точность тестирования, найдены методы борьбы с данными факторами. Были разработаны 3 алгоритма для измерения задержек, разработаны модули ядра ОС Linux, использующие представленные алгоритмы. Были получены задержки кэш-памяти первого, второго и третьего уровней. Полученные данные можно применить для низкоуровневой оптимизации программного обеспечения под возможности подсистемы памяти конкретного устройства, а также для верификации характеристик кэш-подсистем. В дальнейшем исследовании планируется разработка программного обеспечения для измерения пропускной способности кэш-подсистемы на различных уровнях.

Литература

1. Yotov K., Pingali K., Stodghill P. X-Ray: Automatic Measurement of Hardware Parameters [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://polaris.cs.uiuc.edu/~padua/cs426-03/Reference-3.pdf, своб.
2. TUD – ZIH – BenchIT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tudresden.de/die_tu_dresden/zentrale_einrichtungen/zih/forschung/projekte/benchit/, своб.
3. Bovet D.P., Cesati M. Understanding the Linux Kernel. – 3rd edition. – O'Reilly Media, 2005. – P. 217–220.

Дмитриев Александр Сергеевич
Год рождения: 1993
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3406
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: alserdmit@mail.ru

УДК 531.717.53

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДАТЧИКА С ОТКРЫТОЙ АРХИТЕКТУРОЙ И ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ВИДЕОДАТЧИКАМИ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.С. Дмитриев
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Денисов

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках госбюджетных НИР.

Целью работы являлось исследование и разработка управляющей подсистемы беспроводного многофункционального датчика (МФД), разработка варианта исполнения видеодатчика для системы мониторинга состояния защитных сооружений от скально-обвальных явлений [1–3].

Актуальность выбранной тематики заключалась в необходимости постоянного мониторинга за защитными сооружениями от скально-обвальных явлений, что сопряжено с необходимостью широкого использования беспроводных технологий обмена данными.

В качестве области применения была определена задача по мониторингу инженерных сооружений и природных объектов, контроль периметра. Предполагалось использовать многофункциональный датчик в различных конфигурациях, в том числе с использованием видеодатчиков.

Основными задачами на данном этапе являлись: аналитический обзор известных технических решений, выработка требований к подсистеме управления, разработка структурной схемы беспроводного многофункционального датчика, габаритно-энергетический расчет параметров видеодатчика, разработка электрической принципиальной схемы стационарного блока питания для видеодатчика и источника освещения, разработка варианта исполнения видеодатчика и его конструкции.

Практическая значимость работы: разрабатываемая подсистема имеет унифицированную платформу с открытой архитектурой. Автономность подсистемы позволяет решать задачи по мониторингу снежных лавин, оползней, сдвигов бортов карьеров и т.д.

Разработка структурной схемы беспроводного многофункционального датчика. Видеодатчик (телевизионная камера) включает в себя следующие основные компоненты (рис. 1): источник излучения (ИИ), блок питания (БП), оптическую систему (ОС), матричный приемник оптического излучения (МПОИ), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), который встроен непосредственно в КМОП-матрицу, и предварительный усилитель (ПУ).

Габаритно-энергетический расчет параметров видеодатчика: исходя из расчетов, в качестве фотоприемника выбрана черно-белая комплементарная металл-оксид-полупроводник (КМОП)-матрица (HD 960p) с максимальным разрешением 1,23 Мп

(1280×960), что соответствует 800 ТВЛ (телевизионных линий). Подходит КМОП-матрица APTINA MT9M034 производства фирмы APTINA IMAGING.

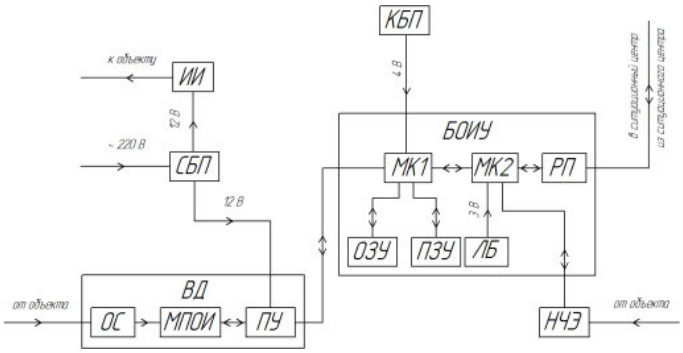


Рис. 1. Комбинированная структурная схема подсистемы управления беспроводного МФД

В результате габаритного расчета оптической системы телевизионной камеры выбран объектив «Daiwon 9610S». Все линзы данного объектива имеют просветляющее покрытие.

Составление оптической схемы видеодатчика. Исходя из параметров выбранного объектива, разработана оптическая схема видеодатчика (рис. 2). Схема включает только оптические элементы объектива.

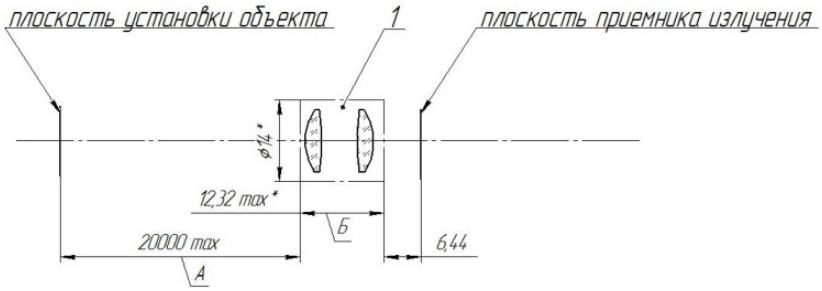


Рис. 2. Оптическая схема видеодатчика

Разработка электрической принципиальной схемы. Блок питания подключается к сети переменного тока 220 В 50 Гц, на выходе которого в результате преобразования получается 12 В постоянного тока.

Разработка конструкции (рис. 3). Все детали корпуса могут быть изготовлены на токарном и фрезерном станках из коррозионностойкой стали.

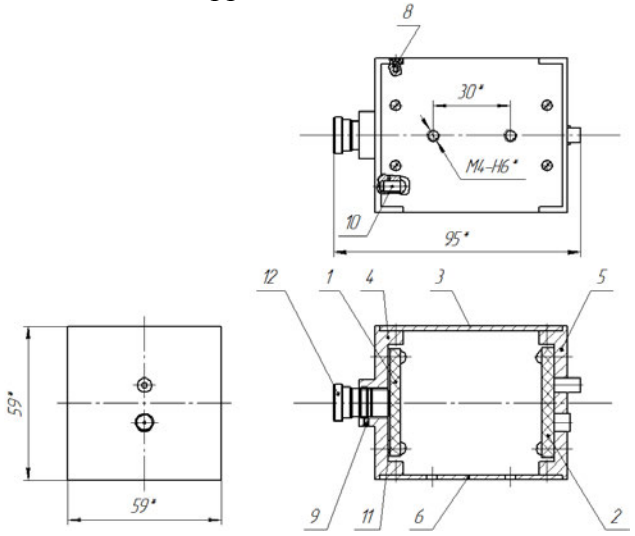


Рис. 3. Конструкция видеодатчика

Итоги проделанной работы. Предложено техническое решение и выбрана готовая платформа для организации подсистемы управления беспроводного МФД, разработана комбинированная структурная схема подсистемы управления МФД с интегрированным в нее видеодатчиком и другими вспомогательными блоками, предложен вариант исполнения видеодатчика.

Достоинства – многофункциональность, что позволяет адаптировать подсистему управления под решение большого круга задач.

Недостатки – питание источника освещения и видеодатчика от стационарной сети, что не всегда возможно.

В дальнейшем планируется проведение работ по исследованию передачи видеосигнала посредством радиоканала, исследование возможности использования нескольких видеодатчиков в одном МФД для формирования объемного изображения, разработка комбинированного блока питания, разработка конструкции беспроводного МФД, который будет построен на принципах модульности.

Литература

1. Горбачев А.А. Оптико-электронные приборы и системы техносферной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oeps.ifmo.ru/uchebn/UP_OESTB.pdf, своб.
2. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения: учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.К. Мальцевой. – СПб.: Политехника, 2011. – 274 с.
3. Якушенков Ю.Г., Парвулюсов Ю.Б., Родионов С.А., Солдатов В.П. и др. Проектирование оптико-электронных приборов: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2000. – 488 с.

Дмитриева Ольга Борисовна
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3441
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: olenka.dmitrieva.94@mail.ru

УДК 681.58

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЮСТИРОВКИ ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА

О.Б. Дмитриева
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Быстров

Введение. Юстировка оптических систем заключается в регулировании взаимного расположения деталей (линз, призм, зеркал) с целью обеспечения наилучшего качества изображения и обеспечения правильной работы прибора в целом. В свою очередь, ручная юстировка является трудоемким процессом и обеспечивает правильное положение зеркал лишь на непродолжительное время, точность же настройки определяется визуальным контролем и откликом прибора.

Цель работы – разработка системы автоматической юстировки лазерного интерферометра Майкельсона. Для правильной работы интерферометра необходимо обеспечить линейные и угловые отклонения опорного зеркала в диапазоне 1 мкм – 12 мкм и 30 угл. мин. соответственно.

В работе были рассмотрены различные методы юстировки и автоматизации данного процесса. В качестве исполнительного устройства выбран пьезоэлектрический дефлектор S-316 фирмы Physik Instrumente [1]. Конструктивно дефлектор состоит из трех пьезоактюаторов, расположенных под углом 120° друг относительно друга. Все три актюатора могут двигаться независимо друг от друга (в режиме углового сканирования) или вместе (при линейном перемещении).

Для возникновения интерференции оба зеркала интерферометра должны быть очень точно выставлены перпендикулярно друг другу. При этом одно из зеркал должно совершать продольные колебания, но перпендикулярность должна сохраняться с той же точностью. Таким образом, необходимо компенсировать наклон подвижного зеркала в процессе движения. Оптическая схема установки изображена на рис. 1.

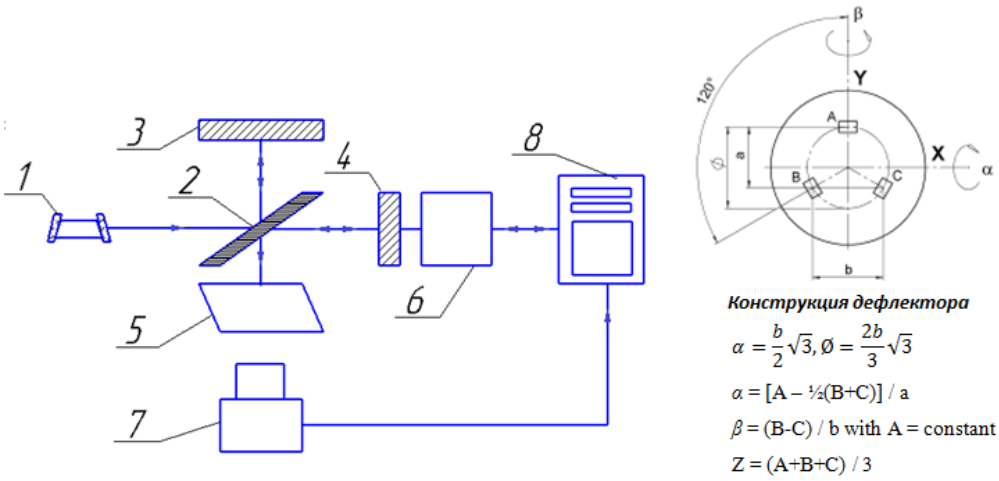


Рис. 1. Оптическая схема установки: 1 – лазерный источник излучения; 2 – светоделительная пластина; 3 – подвижное зеркало; 4 – эталонное зеркало; 5 – экран; 6 – пьезоэлектрический привод; 7 – видеокамера; 8 – персональный компьютер

Требования, которые были предъявлены к переходному процессу: σ=0%, ошибка стабилизации 0,05 мкм, время переходного процесса $t_{\text{п}} \leq 0{,}02$ с. Был произведен расчет параметров пьезоактюатора с нагрузкой m (зеркало) [2]. Передаточная функция для такой модели будет иметь вид:

$$W(p) = \frac{\Delta l(p)}{e_n(p)} = \frac{K_{\text{о}}/K_{\text{у}}}{T_{\text{э}}\frac{m_{\Sigma}}{K_{\text{у}}}p^3 + \left(\frac{m_{\Sigma}}{K_{\text{у}}} + T_{\text{э}}\frac{K_d}{K_{\text{у}}}\right)p^2 + \left(T_{\text{э}} + \frac{K_d}{K_{\text{у}}} + R_{\text{в}}K_{\text{п}}\frac{K_{\text{о}}}{K_{\text{у}}}\right)p + 1}. \quad (1)$$

Стоит отметить, что расчетные параметры передаточных функций дают весьма приближенные к действительности результаты. Это объясняется отклонением паспортных значений постоянных материала и в целом актюатора от действительных значений. Таким образом, в первом приближении можно представить модель пьезоактюатора в линейном исполнении в виде последовательного соединения двух звеньев – колебательного 2-го порядка и апериодического, последнее соответствует высоковольтному усилителю на входе:

$$W_{\text{А}}(p) = \frac{\Delta l(p)}{e_n(p)} = \frac{K_{\text{о}}/K_{\text{у}}}{(T_{\text{э}}p+1)\left(T_{\text{М}}^2 p^2 + 2\varepsilon T_{\text{М}}\, p + 1\right)}. \quad (2)$$

Для синтеза системы был выбран алгоритм на основе инженерного подхода Бесекерского. В результате алгоритма синтеза системы были сформированы: желаемая передаточная функция ($W_{ж}$), передаточная функция объекта управления ($W_{оу}$) и передаточная функция последовательного компенсатора ($W_{пк}$):

$$W_{ж}(s,\omega_0) = \frac{481^3}{s^3+3\cdot481\,s^2+3\cdot481^2\,s+481^3}, \quad (3)$$

$$W_{оу}(s) = \frac{k}{(Ts+1)(T^2s^2+2\varepsilon Ts+1)} = \frac{40950}{(s+3076)(s^2+2222s+317\cdot10^5)}, \quad (4)$$

$$W_{пк}(s,\omega_0) = \frac{W_{ж}(s,\omega_0)}{W_{оу}(s)} = \frac{2717\,(s+3076)(s^2+2222s+317\cdot10^5)}{(s^3+1443s^2+694083s+111284641)}. \quad (5)$$

Были получены следующие результаты: σ=0%, $t_{п}$≤0,02 с, D_1=600 с$^{-1}$>100 с$^{-1}$, δ=$10^{-7}/10^{-5}$=0,01.

Так как система управления является цифровой, необходимо было преобразовать непрерывную систему в дискретную. Преобразование проводилось методом Эйлера. Переходный процесс системы при различном периоде дискретизации изображен на рис. 2. Передаточная функция последовательного компенсатора принимает следующий вид:

$$W_{пк}(z) = \frac{z^3+1{,}193\cdot10^4z^2\,1{,}104\cdot10^4z-2426}{z^3-2{,}359z^2+1{,}8542z-0{,}486}. \quad (6)$$

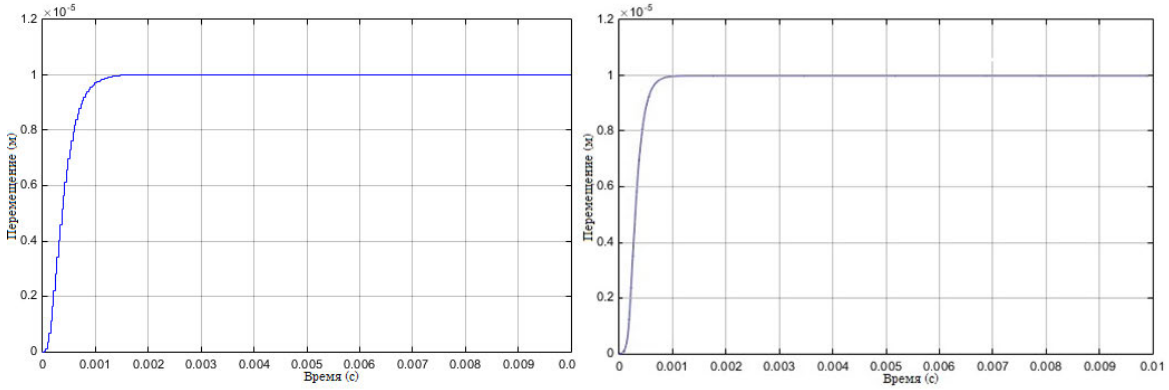


Рис. 2. Переходный процесс системы с регулятором при *T*=0,005 с и *T*=0,0005 с

Результаты. В данной работе была разработана система автоматической юстировки лазерного интерферометра Майкельсона. Полученная система удовлетворяет необходимым условиям качества и быстродействия: нулевое перерегулирование; ошибка стабилизации менее 0,05 мкм; время переходного процесса не более 0,02 с.

Литература

1. Сайт компании «Physik Instrumente» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.physikinstrumente.com/product-detail-page/s-310-s-316-300600.html, своб.
2. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 131 с.

Ефремов Владислав Алексеевич
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3431
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: vladefremov213@gmail.com

УДК 001.891.53

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА

В.А. Ефремов
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Л. Дмитриев

Современная лазерная интерферометрия является весьма перспективным методом измерений различных физических величин благодаря высокой точности, надежности и помехоустойчивости. Сегодня лазерные интерферометры находят широкое применение во всех областях науки и техники. При этом часто возникает необходимость разработок принципиально новых алгоритмов обработки регистрируемых сигналов. Это актуально при измерениях, проводимых в условиях воздействия различных помех. Влияние вибрационных помех на работу интерферометра Майкельсона в настоящее время изучено недостаточно. Особый интерес вызывают шумы интерферометра, связанные с вертикальными колебаниями основания интерферометра и элементов его оптико-механической конструкции [1–3].

Цель работы состояла в изучении особенностей спектров выходных сигналов лазерного интерферометра, применяемого для измерений вертикальных колебаний упруго подвешенной пробной массы. В ходе работы проведен обзор современного состояния лазерной интерферометрии, собран и настроен интерферометр Майкельсона с вертикально движущимся отражателем, выполнен спектральный анализ выходного сигнала интерферометра и предпринята попытка объяснения полученных результатов.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

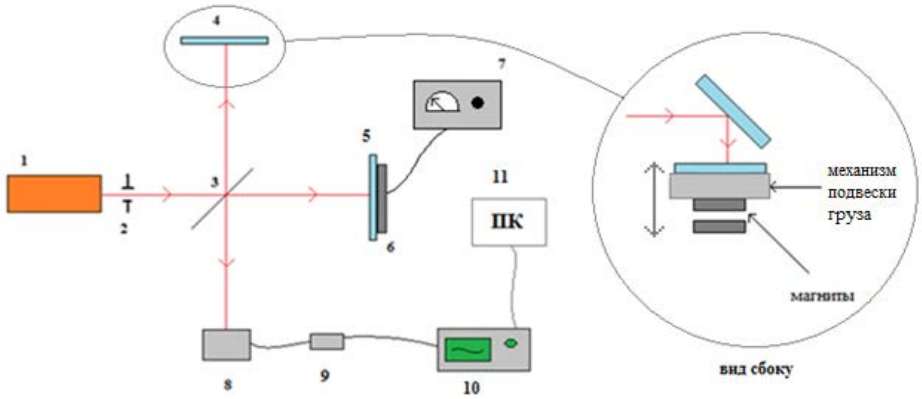


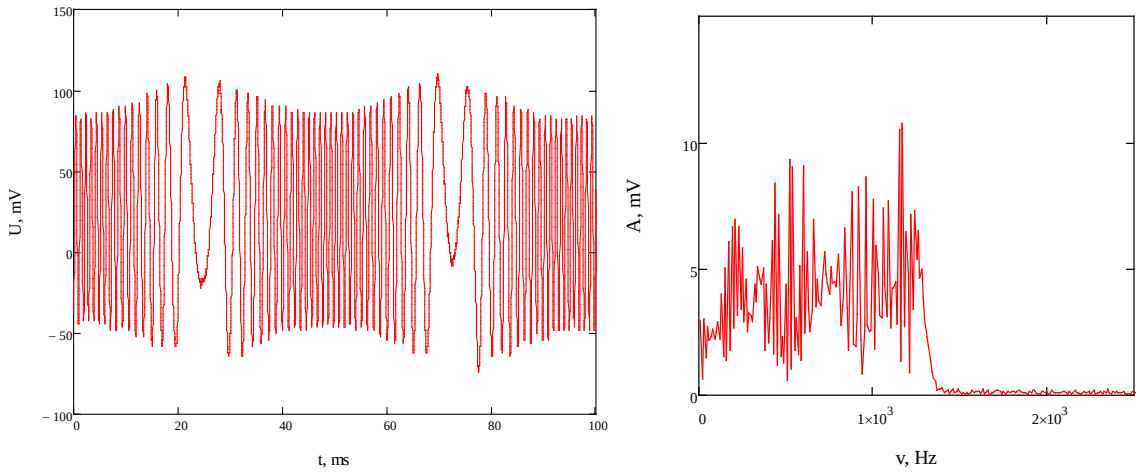
Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – гелий-неоновый лазер; 2 – диафрагма; 3 – светоделительное зеркало; 4, 5 – зеркала интерферометра; 6 – пьезокерамика; 7 – генератор низкочастотных сигналов; 8 – фотоприемник; 9 – усилитель; 10 – осциллограф; 11 – компьютер

Под действием случайных вибраций основания интерферометра зеркало 4 совершает вертикальные колебания, при этом изменяется разность хода двух лучей, что приводит к изменению мощности излучения в центре регистрируемой интерференционной картины по закону

$$P = P_1 + P_2 + 2\sqrt{P_1 P_2}\cos k\Delta. \quad (1)$$

Пьезокерамический преобразователь, состоящий из 6 и 7, используется для частотной модуляции выходного сигнала.

Выходной сигнал интерферометра представлялся в виде осциллограмм. Типичная осциллограмма выходного сигнала представлена на рис. 2.



а б

Рис. 2. Типичный выходной сигнал (а); спектр этого сигнала (б)

Также в ходе работы получены осциллограммы в следующих условиях:

– вибратор утяжелен гирями 5 и 10 г;
– вибратор свободно колеблется, а на пьезокерамику подается сигнал с частотами 3 и 5 кГц.

Проведен спектральный анализ полученных сигналов с помощью программы Mathcad 14 и алгоритма быстрого преобразования Фурье. Основные гармоники в спектрах свободных колебаний располагаются в диапазоне 10–1200 Гц. При добавлении гирь и при частотной модуляции спектры смещаются в низкочастотную область. Все найденные в спектрах воспроизводимые частоты сведены в таблицу.

Таблица. Воспроизводимые частоты, найденные в ходе спектрального анализа

	ν, Гц	
Вибратор свободно колеблется	10–40	150–250
Вибратор утяжелен гирей массой 5 г	10–100	
Вибратор утяжелен гирей массой 10 г	10–40	
На пьезокерамику подается электрический сигнал с частотой 3 кГц	10–40	910
На пьезокерамику подается электрический сигнал с частотой 5 кГц	10–60	

Спектральный анализ показывает, что во всех наблюдаемых спектрах биений, независимо от условий, присутствуют воспроизводимые частоты в диапазоне 10–40 Гц, соответствующие как собственным колебаниям здания, так и колебаниям здания, вызванным транспортной вибрацией.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: получены новые данные по спектрам биений на выходе интерферометра Майкельсона в различных условиях; впервые получены данные по влиянию технических шумов и вибрации установки на выходной сигнал такого интерферометра, независимо от внешних условий, в которых находилась установка; установлены воспроизводимые частоты биений в диапазоне 10–40 Гц.

Литература

1. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – 4-е изд. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 236 с.
2. Борисов Е.К. и др. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2007. –128 с.
3. Dsplib [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.dsplib.org, своб.

Зикруллаев Джахонгир Фуркатович
Год рождения: 1994
Факультет пищевой биотехнологии и инженерии,
кафедра технологических машин и оборудования, группа № Т3437
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование
e-mail: jaha_94legenda@mail.ru

УДК 664.8.022

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Д.Ф. Зикруллаев
Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель В.А. Демченко

Работа выполнена в рамках темы НИР «Энергосберегающие процессы и оборудование тепломеханической обработки пищевого сырья с использованием электрофизических методов».

Стерилизация является очень важной частью производственного процесса при изготовлении сока. Так как большинство плодов и ягод являются сезонными, целесообразно предположить, что большую часть года сок получают методом восстановления из концентрата. По данным исследований, проведенных различными аналитическими центрами России на основании опросов жителей 130 населенных пунктов в 45 регионах страны, россияне предпочитают яблочный сок. Исходя из данного результата исследований основным производимым продуктом был выбран яблочный сок, купажированный соком аронии черноплодной (аронии Мичурина). Сок аронии черноплодной использовался с целью обогащения яблочного сока витаминами Р и С, бета-каротином и другими биологически активными веществами [1].

Учитывая местоположение завода, возможности подъезда транспорта и вкусовые предпочтения населения, для производства была выбрана технология изготовления восстановленного яблочного сока, купажированного соком аронии черноплодной. Процесс восстановления сока из концентрата: в реакторе концентрат сока нагревается в течение 30–40 с до 100–110°С, выдерживается 3–4 с, а потом за 30 с охлаждают до комнатной температуры. После этого «распаренный» концентрат с помощью насоса поступает в гомогенизатор, далее вносится вода из емкости водоподготовки, ровно столько, сколько раньше выпарили. Далее сок поступает в накопительную емкость, а затем в ультразвуковой генератор на стерилизацию. После этого продукт поступает в буферный накопитель, а затем на упаковку [2].

Из известных способов стерилизации (химический, механический, радиоактивный, комбинированной, тепловой) наиболее надежным и нашедшим широкое применение в промышленности, является тепловой. Но он не всегда экономически выгоден. Также существует несколько принципиально разных аппаратов,

осуществляющих тепловую стерилизацию, такие как автоклав, теплообменник пластинчатый, роторные стерилизаторы, теплообменник «труба в трубе». На основании проведенных работ по сравнению способов стерилизации и аппаратов, был выбран ультразвуковой метод стерилизации [3].

Ультразвуковые колебания – это упругие, механические колебания с частотой выше порога слышимости человеческого уха (более 20 кГц или 20000 колебаний в секунду), распространяющиеся в различных материальных средах и используемые для воздействий на жидкие, твердые и газообразные вещества. При интенсивности ультразвука более 0,5 Вт/см^2 начинается процесс разрушения клеток. Эффект наблюдается на частотах 20 кГц, амплитуда пульсации пузырьков возрастает до определенной величины. Величина эта различна для разных клеток, зависит от их формы и размера, а также прочности цитоплазмической мембраны и наличия цитоскелета [4].

С помощью ультразвука или его сочетаний с антисептиками стерилизацию можно проводить значительно быстрее, чем обычными способами, с меньшими экономическими затратами, экономией антисептиков, сохраняя биологически активные вещества, ферменты, витамины, так как ультразвуковая стерилизация проводится при низкой температуре.

На основании расчета частоты и интенсивности ультразвука подобран ультразвуковой генератор модели TS 10/17 – 25 частотный диапазон (рисунок), которого составляет – 17,5; 22; 25 кГц. Производится Центром звуковой акустики, г. Москва. Также в работе произведены расчеты оборудования производственного отделения; технологические и прочностные расчеты.

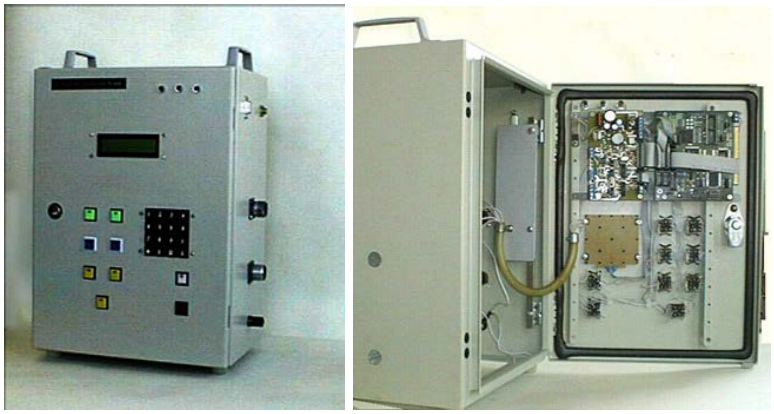


Рисунок. Ультразвуковой генератор модели TS 10/17

Применение данного ультразвукового стерилизатора в производстве сока позволит уменьшить температуру и продолжительность стерилизации, что сохранит количество витаминов и микроэлементов в готовой продукции, что очень актуально в наше время, время здоровой и безопасной продукции. Экономический эффект достигается за счет сокращения использования производственных площадей, уменьшения расхода электроэнергии и сокращения рабочего персонала при обслуживании ультразвуковой установки, увеличении производительность линии; снижении затрат на электроэнергию и воду.

Литература

1. Стрельцина С.А., Бурмистрова Л.А., Никитин Е.В. Питательные и биологически активные вещества плодов рябины (Sorbus L.) в условиях Северо-Западной зоны садоводства России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vir.nw.ru/biohim/Strelcina_2010_2.pdf, своб.

2. Шобингер У.А. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии: Пер. с нем. под общенауч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня и А.В. Орещенко. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
3. Антипов С.Т. и др. Машины и аппараты пищевых производств. Книга 2: учебник. Т. 1. – Минск: Изд-во БГАТУ, 2008. – 580 с.
4. Хмелев В.Н., Леонов Г.В., Барсуков Р.В. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве. Монография. – Изд-во: АлтГТУ, 2007. – 400 с.

Зимненко Сергей Андреевич
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3453
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: zimnserg@gmail.com

УДК 004.056

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ШИФРОВАНИЯ СИГНАЛА СЕТИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ» НА БАЗЕ ПЕРЕДАТЧИКОВ NRF24LE1

С.А. Зимненко
Научный руководитель – к.т.н., ассистент Е.Е. Бессонова

В настоящее время развитие концепции Internet of Things (IoT) дало дополнительный импульс в разработке и внедрении систем автоматизации в нашу повседневную жизнь. Одним из главных направлений в этой области является система «Умный дом» [1–3].

«Умный дом» – это система автоматизации, которая внедряется в жилищное пространство с целью сделать нашу жизнь более безопасной, комфортной и экономичной. Безопасность достигается путем интеграции различных систем обеспечения безопасности.

Компания HP провела исследование 10 самых популярных систем безопасности, используемых в системе «Умный дом». Специалистами были проведены различные атаки с последующим взломом всех исследуемых систем. Этому способствовал целый ряд найденных уязвимостей. Передаваемый между устройствами трафик не имел никакого шифрования, а управляющие устройства не имели должной политики безопасности установки паролей, возможности блокировки аккаунта. Это позволило без труда получить доступ с целью сбора информации и управления конченными устройствами.

Целью работы являлось повышение уровня конфиденциальности посредством реализации криптостойкого алгоритма шифрования при передаче данных с использованием беспроводной сети в системе «Умный дом» на базе передатчиков NRF24LE1.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: проанализированы имеющиеся на рынке способы реализации шифрования на наличие недостатков в подобных системах; проведена оценка возможности применения других криптографических алгоритмов для реализации на конечном устройстве; промоделированы возможные реализации атак на передаваемые данные с целью выявления наиболее критичных к перехвату; реализованы выбранные

криптографически стойкие алгоритмы шифрования с целью оценки скоростных затрат на конечном устройстве.

В ходе проведенного анализа были выявлены основные недостатки:

1. в более чем 80% представленных на рынке систем «Умный дом» отсутствует возможность шифрования передаваемого сигнала. В остальных 20% шифрование требует дополнительных манипуляций по настройке и доработке для использования в конечной системе «Умный дом»;
2. не все используемые алгоритмы шифрования отвечают требованиям криптографической стойкости к современным способам криптографических атак;
3. скорость работы многих алгоритмов оказалась недостаточно быстрой для функционирования в системах с большим количеством конечных устройств.

Использование маломощных контроллеров NRF24LE1 для реализации системы «Умный дом» наложило дополнительные ограничения на выбор конечного алгоритма шифрования. В связи с ресурсоемкостью выполнения операций в ассиметричном шифровании и ограничением объема памяти для хранения криптографически стойкого ключа для конечной реализации были выбраны только симметричные алгоритмы блочного шифрования.

В связи с ресурсоемкостью операций шифрования и расшифрования было проведено моделирование различных методов атак на передаваемые данные с целью выявления наиболее критичных к перехвату. При моделировании учитывались различные вариации атак, известные в мировой практике, а также атак, базирующихся на особенности реализованного протокола передачи данных. Выявление критичных данных позволило уменьшить общий объем шифруемой информации на 20%, что позволило увеличить скорость работы алгоритма шифрования на конечном устройстве.

На основании выбранных алгоритмов шифрования были реализованы и протестированы на конечном устройстве. При реализации были задействованы имеющиеся возможности по аппаратному ускорению алгоритма AES, позволившего ускорить работу алгоритма на 7%. Также была задействована возможность хранения статичных таблиц в памяти прошивок для уменьшения используемой памяти оперативного запоминающего устройства, которая является ограниченной на данном устройстве. Основные скоростные характеристики отражены в таблице.

Таблица. Результаты тестирования алгоритмов

Алгоритм шифрования	Аппаратное ускорение	Скорость Шифрования (Бит/сек)	Скорость Расшифровки (Бит/сек)
AES-128	–	2384	2355
AES-128	+	2200	2038
AES-256	–	1736	1801
AES-256	+	1600	1467
Кузнечик (ГОСТ 34.12-2015)	–	1498	1570

Все полученные результаты полностью отвечают заявленным требованиям для реализации на конечном устройстве. Но для окончательного выбора в связи со сложностями распределения ключей в ручном режиме был выбран алгоритм AES-256. Стойкость используемого ключа вполне достаточна для использования в обозримом будущем. В случае разработки системы распределения ключей возможен переход на менее стойкий к полному перебору алгоритма AES-128 с целью уменьшения времени работы алгоритма.

В результате выполнения работы был выбран и реализован криптографически стойкий алгоритм шифрования для передаваемых данных между конечными

устройствами NRF24LE1 с целью повышения уровня конфиденциальности и целостности на уровне работы сети в системе «Умный дом».

Литература

1. «Умный дом» – маркетинговое исследование систем безопасности: текущее состояние и прогноз развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ferra.ru/ru/digihome/review/SmartHome-CyberSecurity/#.V1U7mvmLSUm, своб.
2. Attacks On Cryptosystems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tutorialspoint.com/cryptography/attacks_on_cryptosystems.htm, своб.
3. Practical Cryptanalysis of the Open Smart Grid Protocol [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eprint.iacr.org/2015/428.pdf, своб.

Зотов Петр Константинович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № P3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: pzotov@niuitmo.ru

УДК 004.054

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

П.К. Зотов
Научный руководитель – к.т.н., доцент М.С. Косяков

В разработке программного обеспечения большую роль играет принцип модульного программирования, суть которого состоит в разбиении программы на фрагменты, взаимодействующие по определенным правилам. Это упрощает проектирование программы, улучшает ее мобильность[1], обеспечивает разделение процесса разработки. Тем не менее, внесение улучшений или исправление ошибок традиционно требует перекомпиляции исходного кода и (или) перезапуска приложения. Для многих приложений, требующих высокой надежности и доступности, такой подход неприемлем. Одним из возможных решений является разработка плагин-ориентированного приложения [1], что означает возможность динамического расширения функциональных возможностей с помощью добавления плагинов [2].

Плагин – программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения и (или) использования ее возможностей [2].

Как и для любого программного обеспечения для плагинов также актуален вопрос тестирования. Поскольку плагин является средством расширения возможностей основной программы, встает вопрос функционального тестирования. Создание средств тестирования плагинов оправдано их универсальностью в рамках одного API (интерфейс прикладного программирования, Application Programming Interface).

Целью работы являлось исследование и разработка средств функционального тестирования плагинов в распределенных плагин-ориентированных системах.

[1] Мобильность ПО – мера легкости, с которой ПО может быть модифицировано для использования в различных окружениях.

В рамках поставленной цели была проведена классификация аспектов тестирования и выявлены подходы, применимые к функциональному тестированию плагинов, а также предложен подход, являющийся компромиссом. Подходы и результаты их сравнительного анализа отображены в таблице.

Таблица. Подходы и результаты их сравнительного анализа

Подход к тестированию	Сравнение подходов	
	Достоинства	Недостатки
На уровне кода с написанием необходимых заглушек и драйверов	Минимально подвержен сторонним ошибкам, имеется инструментарий, минимальные вычислительные расходы	Сложность задания теста в терминах API плагина
На уровне пользовательского интерфейса	Легкость задания теста в терминах пользовательского интерфейса	Большие вычислительные расходы, подвержен ошибкам всего приложения, требует разработки средств тестирования и автоматизации
На уровне кода через псевдо-пользовательский интерфейс	Задание теста в терминах пользовательского интерфейса, небольшие вычислительные расходы	Требует разработки инструментов тестирования, подвержен ошибкам инструментов

Так, подход тестирования на уровне кода с окружением плагина заглушками и драйверами находит применение в системах с простым API. Тестирование на уровне пользовательского интерфейса применимо в простых приложениях, не требующих больших вычислительных мощностей. В случае распределенных плагин-ориентированных систем, обладающих сложным API, недостатки этих подходов становятся существенными.

Для таких систем был предложен подход тестирования плагинов на уровне кода через псевдопользовательский интерфейс. Он подразумевает создание средств, которые позволяют задавать тест плагина через интерфейс, приближенный к пользовательскому по логике, обеспечивают идентичность окружения плагина реальному и требуют относительно небольших вычислительных затрат на исполнение теста.

Однако задача приближения тестового окружения плагина к реальному, означала бы повторную разработку средств контроля плагина и взаимодействия с ним. Очевидным решением является использование фрагментов приложения, осуществляющих эти функции. Были сформированы критерии выбора такого фрагмента. Они состоят в наличии функционала управления плагином, адаптированности к созданию заглушек, минимальной глубине стека представлений событий и низкой изменчивости. Для использования выбранного фрагмента были поставлены следующие задачи: адаптация фрагмента к запуску вне системы, создание интерфейсов внедрения заглушек и управления плагином, а также разработка средств компиляции и запуска теста с плагином.

Исследуемый подход нашел применение в системе TBricks, которая является одним из представителей распределенных плагин-ориентированных систем. Были решены задачи выбора и использования фрагмента, результатом разработки стала система тестирования. На основе разработанной системы был создан ряд функциональных тестов плагинов, а также тестов их производительности. Для создания тестов производительности необходимы некоторые измерительные инструменты и

средства, позволяющие задавать ход исполнения плагина (что позволяет делать разработанная система).

Ввиду того, что система тестирования является программным объектом, она подвержена ошибкам. Эта уязвимость решена за счет создания тестов, направленных на тестирование самой системы. Для таких тестов используются тестовые плагины, генерирующие реакции согласно сценарию теста.

Поскольку тестовая система основана на внутреннем фрагменте, при создании тестов необходимо использование исходного кода приложения. В случае проприетарных систем – это не позволяет использовать систему тестирования сторонними тестировщиками и разработчиками плагинов. Кроме того, актуальна задача определения ресурсов (значений, параметров), требуемых для теста. Решение этих задач является перспективой развития исследуемого подхода.

В ходе выполнения работы были определены подходы функционального тестирования плагинов, а также сформированы критерии их выбора. Для предложенного подхода тестирования на уровне кода через псевдопользовательский интерфейс сформированы методы и критерии реализации. По результатам применения этого подхода сформирован вывод о практической возможности его использования для тестирования плагинов [3].

Литература

1. Chatley R., Eisenbach S., Magee J. Painless plugins // Department of Computing Imperial College London. – 2003. – P. 1–4.
2. Mehmet A., Mira M., Rainer U. (Eds.). Objects, Components, Architectures, Services, and Applications for a Networked World // International Conference NetObjectDays. – 2002. – P. 198–205.
3. Майерс Г., Баджетт Т., Сандлер К. Искусство тестирования программ. – 3-е изд.: Пер. с англ. – Изд-во: Диалектика, 2015. – С. 5–193.

Канахин Иван Михайлович
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3424
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: ivan_kanahin@mail.ru

УДК 658.711.4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКУПОЧНОЙ ЛОГИСТИКИ НА ОСНОВЕ ВЫБОРА ПОСТАВЩИКА

И.М. Канахин
Научный руководитель – ст. преподаватель Е.И. Алексашкина

Условия существования предприятий, а также промышленных фирм и организаций в настоящее время обуславливаются сложными проблемами, связанными с процессом реализации непосредственно коммерческой деятельности, которые начинаются с установки и налаживания коммерческих связей с контрагентами, а также с организации закупок, связанных с материальными ресурсами, и заканчиваются экономически выгодным сбытом готовой продукции.

Целью работы являлся анализ закупочной логистики на предприятии и подбор путей совершенствования закупочной логистики предприятия на основе выбора поставщика.

Объектом исследования выступает общая теория логистики закупок.

Предметом – причины и факторы, обуславливающие повышение эффективности взаимодействия с поставщиком.

Под закупочной логистикой понимают процесс, связанный с обеспечением предприятий материальными ресурсами, а также размещением ресурсов на складах того или иного предприятия, их хранением и выдачей в производство.

Цель закупочной логистики состоит в удовлетворении потребностей производства в материалах с такой экономической эффективностью, которая была бы максимально возможной. Однако достижение логистики закупок напрямую зависит от множества задач, среди которых выделяют такие как [1]:

1. задача, связанная с определением потребности в материальных ресурсах;
2. задача, связанная с расчетом средств, которые выделяются на приобретение материальных ресурсов;
3. задача, связанная с поиском данных, анализом данных, а также выбором поставщиков [1];
4. задача, связанная с заключением договоров, а также контролем исполнения;
5. задача, связанная с получением материальных ресурсов;
6. задача, связанная с проверкой продукции, которая поступает, а также с подтверждением качества.

В работе был проведен анализ компании ООО «Грундфос», занимающейся производством насосного оборудования. Обеспечение ООО «Грундфос» материальными ресурсами предусматривает организацию закупок сырья, материалов, комплектующих изделий и других материальных ресурсов в соответствии с годовым и месячными планами производства насосного оборудования, которые были утверждены.

Руководство предприятия, прежде чем принимать решение о выборе поставщика, должно понять, что это решение является стратегическим для фирмы. Решение по выбору поставщика менеджер должен принимать на основе комплексной оценки поставщиков, т.е. с использованием различных методов.

Расчеты, произведенные по конкретным примерам оптимизации деятельности ООО «Грундфос», позволяют сделать следующие конкретные выводы и предложения:

1. оптимальным размером заказа гаек при цене, составляющей 2,00 руб., будет являться заказ, превышающий верхний предел 9999 шт., следовательно, любой размер партии, который равен или же меньше 10000 шт., будет считаться невыгодным. Целесообразными будут являться закупки партиями по 20000 шт., а покупать партии больше либо меньше вышеуказанной цифры будет невыгодно;
2. при годовой потребности в 1000 кг, расходы в закупке деталей совпадают с себестоимостью производства. В случае увеличения потребности более 1000 кг деталей в год более экономным является производство собственное, но при уменьшении для самого предприятия более выгодно их покупать. Однако стратегически верным решением для компании ООО «Грундфос» может стать увеличение объемов производства, а также расширение и выход на новые рынки сбыта, за счет открытия цеха по собственному производству комплектующих насосного оборудования. За счет сокращения затрат на закупку деталей предприятие сможет увеличить прибыль, стать более самостоятельным. Также появится возможность к открытию новых направлений бизнеса, а именно продажа комплектующих насосного оборудования;
3. при объеме грузового оборота, который не превышает 30 тысяч километров, выгоднее использовать услуги автотранспорта других организаций. Но при больших объемах

выгоднее покупка своего грузовика. Следовательно, при увеличении текущих объемов производства и открытии нового цеха по производству комплектующих насосного оборудования необходимо будет осуществить покупку собственного грузового автотранспорта. Это связано с себестоимостью 1 км и общей суммой затрат на перевозку грузов – они будут ниже на 2 400 000 руб. А также наличие собственного автопарка сделает предприятие еще более независимым от внешних факторов, вследствие увеличения контроля над каждым этапом производства;

4. для того чтобы увеличить эффективность закупочной логистики необходимо регулярно заниматься мониторингом и глубоким анализом рынка поставщиков. Также одним из методов эффективного выбора поставщиков является проведение тендеров, благодаря которым можно:
   – сэкономить 10–15% от ожидаемой стоимости без ущерба качеству закупаемых материалов;
   – сэкономить массу времени и сил (не нужно бесконечно обзванивать поставщиков услуг – они сами будут присылать выгодные предложения);
   – сделать имя организации более узнаваемым на рынке.

В общем, главное преимущество организации тендеров – это монополизм, ведь заказчик – один (наша компания), а претендентов на этот заказ – много. Это заставляет их конкурировать между собой и понижать цену. Таким образом, компания-заказчик пользуется преимуществами монопсонии, т.е. потребительской монополии. Следовательно, появляется возможность выбрать самого лучшего исполнителя, проверить его лицензию, узнать отзывы и т.д. [2, 3].

Литература

1. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 2013. – С. 681–684.
2. Воронин Г.П., Рачковская И.А. Качество логистики – логистика качества // Логистика. – 2014. – № 12(97). – С. 24–29.
3. Официальный сайт ООО «Grundfos» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.grundfos.com/, своб.

Коваль Владислав Вячеславович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № В3420
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: kovalvlad@yandex.ru

УДК 537.312.52: 544.537

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАССИВОВ МИКРОЛИНЗ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЛАВЛЕНОГО КВАРЦА

В.В. Коваль
Научный руководитель – ст. преподаватель Г.К. Костюк

В работе представлен метод изготовления массива микролинз с использованием волоконного иттербиевого лазера и последующей обработкой излучением CO_2-лазера. Получены массивы микролинз диаметром 150 мкм и фокусным расстоянием 5–7 мм. Показано, что сглаживание плоских вершин микролинз, созданных технологией лазерно-индуцированной обработки

микроплазмой, излучением CO_2-лазера в режиме испарения возможно. Профили микролинз после сглаживания в пределах апертуры микролинз совпадают с профилем, отвечающим уравнению окружности.

Ключевые слова: микроструктурирование стекла, плавленый кварц, массив микролинз, термическая обработка.

Введение. В настоящее время для преобразования и обработки оптических сигналов, стыковки волоконно-оптических и интегрально-оптических систем управления, а также в качестве преобразователей распределения интенсивности в поперечном сечении лазерного пучка [1] используются массивы микрооптических элементов (МОЭ). Под массивами МОЭ подразумевается набор модифицированных областей, расположенных на поверхности оптического материала определенным образом, в определенном порядке и с определенным коэффициентом заполнения в пределах массива в зависимости от решаемой массивом задачи.

В каждом из конкретных применений массива МОЭ к ним предъявляются особые требования не только к их оптико-физическим характеристикам, но и к качеству изготавливаемой поверхности в целом. Особое внимание уделяется созданию МОЭ на поверхности силикатных стекол и других материалов традиционной оптики, при этом предпочтение, как правило, отдается плавленому кварцу, характеризуемому высоким светопропусканием и наибольшей химической, термической и лучевой стойкостью [2].

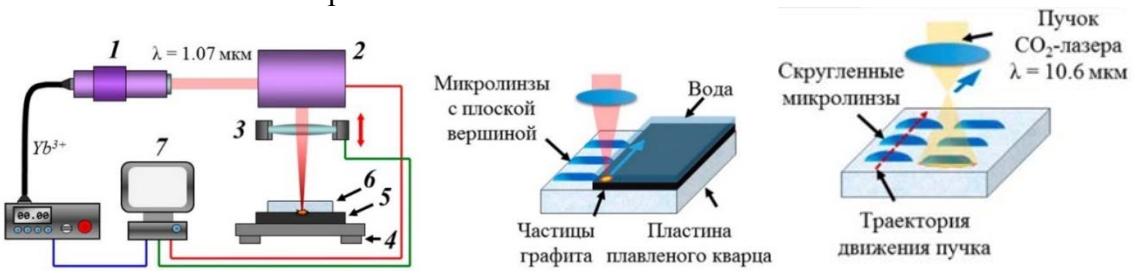
В лазерных технологиях реализованы различные подходы и методы для формирования различных МОЭ. Широкое распространение получили технологии структурирования оптических материалов, поверхность которых расположена в плотном контакте с материалом, поглощающим излучение [3], например, технология лазерно-индуцированного влажного травления тыльной поверхности (LIBWE), лазерно-индуцированного сухого травления тыльной поверхности (LIBDE), лазерно-индуцированной абляции с помощью плазмы (LIPAA) или лазерно-индуцированной обработки микроплазмой (ЛИОМП) [4].

По технологии ЛИОМП были изготовлены случайные фазовые пластины с размером элемента 100–700 мкм и глубиной рельефа от 0,2 до 2 мкм, дифракционные фазовые решетки с периодом 50 мкм и более, а также массивы микролинз, с размером микролинз 50–500 мкм и фокусным расстоянием порядка 35 мм [4]. Однако при сканировании по плоскости контакта поверхности плавленого кварца и прессованного графита лазерным пучком, формируется МОЭ с плоской вершиной, шероховатость которой сопоставима с шероховатостью поверхности плавленого кварца. Следует отметить, что плоские вершины МОЭ характерны для любой технологии лазерно-индуцированной записи [3]. Дополнительная тепловая обработка формируемых элементов, например, в печи или нагреванием, выше температуры размягчения излучением CO_2-лазера как в процессе записи, так и после, позволяет изменить профиль микролинз до сферического, что было успешно продемонстрировано для стекол с низкой температурой размягчения [5]. В случае формирования МОЭ на поверхности плавленого кварца использование печей, обеспечивающих стабильную работу в диапазоне температур 1400–1700ºС в лабораторных условиях проблематично. Как следует из работ по обработке плавленого кварца излучением CO_2-лазера [6] режим формирования сферической поверхности микролинз возможен при плотности мощности лазерного излучения 10^3–10^4 Вт/см^2. Однако в большинстве случаев этот режим приводит к возникновению напряжений, приводящих к образованию трещин и выколок в области обработки. Для режима абляции при плотностях мощности 10^5–10^6 Вт/см^2 характерна не только высокая точность сглаживания МОЭ, но и возможность изменения радиуса кривизны, т.е. их оптических характеристик. Кроме того, режим испарения позволяет избегать выколок и трещин в процессе обработки. В этой связи в настоящей работе было

решено сглаживание поверхности МОЭ, созданных технологией ЛИОМП, осуществлять в режиме абляции излучением CO_2-лазера.

Экспериментальная часть. Процесс изготовления массива МОЭ в виде микролинз по технологии ЛИОМП состоит из этапов записи массива микролинз (ММЛ) сканированием сфокусированного лазерного пучка в плоскости контакта пластин плавленого кварца с пластиной прессованного графита и очистки поверхности ММЛ от частиц графита, осевших на нее в процессе записи. Сглаживание плоских вершин ММЛ осуществлено в режиме испарения при сканировании сфокусированным пучком CO_2-лазера.

Формирование ММЛ на пластине плавленого кварца проведено на макете установки (рис. 1, а), которая содержит: импульсный волоконный иттербиевый лазер 1, с длиной волны λ=1,07 мкм, длительностью импульса τ~4–200 нс, частотой следования импульсов f =1–100 кГц; 2-х координатное гальванометрическое сканирующее устройство 2, на базе приводов (G325DT «GSI Lumonics»). Объектив 3, с фокусным расстоянием f=140 мм и полем обработки 50×50 мм, создавал перетяжку лазерного пучка размером d_0 =55 мкм; неподвижный координатный стол 4, на котором располагалась пластина прессованного графита 5 и пластина кварцевого стекла 6. Управление сканирующей системой и параметрами лазерного пучка осуществлялось с использованием компьютера 7.



а б в

Рис. 1. Процесс формирования ММЛ: формирование ММЛ с плоской вершиной (а); процесс влажной лазерной очистки поверхности массива от частиц графита (б) и лазерная сферизация микролинз излучением CO_2-лазера (в)

Один из ММЛ с диаметром микролинз d_{ML}=150 мкм, периодом p=200 мкм был сформирован на поверхности плавленого кварца со следующими параметрами лазерной обработки: длительность импульса τ = 100 нс, частота следования импульсов f = 30 кГц, скорость сканирования v = 150 мм/с, мощность P=8 Вт. После процесса формирования ММЛ поверхность стекла была полностью покрыта частицами графита. Очистка поверхности проведена на той же экспериментальной установке (рис. 1, б), только пластина графита была удалена из зоны обработки, а пластина плавленого кварца перевернута тыльной стороной вверх. Лучшие результаты очистки были достигнуты при влажной лазерной очистке со следующими параметрами обработки: f=30 кГц, v=3500 мм/с, P=6 Вт. Профиль поверхности исследован на профилометре Hommel Tester T8000 (рис. 2, а). Сглаживание плоских вершин микролинз в массиве проведено на установке TROTEC Speedy-500, оборудованной CO_2-лазером максимальной мощностью 100 Вт и «летающей оптикой», упрощенная схема которой приведена на рис. 1, в.

В ходе экспериментов были определены параметры обработки поверхности ММЛ, обеспечивающие сглаживание. Поверхности микролинз, близкие к сфере (рис. 2, б) были получены при диаметре пучка d ~ 1 мм, средней мощности P = 45 Вт, длительности импульса τ~10 мкс, частоте следования импульсов f =5 кГц, шаге сканирования d_{sc} =200 мкм с перекрытием 80% и скоростью сканирования v=20 мм/с.

Обсуждение результатов. Падающая плотность мощности излучения на поверхность пластины плавленого кварца рассчитывалась по выражению, справедливому для импульсного воздействия:

$$q_0 = \frac{P_{\text{ср}}}{\left(\frac{\pi d^2}{4}\right) f\tau}, \qquad (1)$$

при средней мощности $P_{\text{ср}}$=45 Вт и диаметре зоны воздействия d ~ 1 мм плотность мощности достигала значения $q_0 \sim 10^5$ Вт/см^2.

Для оценки температуры в центре зоны воздействия использовалось выражение [6]:

$$T = \frac{2Aq_0\sqrt{a\tau}}{k\sqrt{\pi}} + T_{\text{н}}, \qquad (2)$$

где A – поглощательная способность плавленого кварца на длине волны λ=10,6 мкм (A~0,9); a – температуропроводность (a~8,4·10^{-7} м^2/с); k – теплопроводность (k=1,35 Вт/(м·К)); $T_{\text{н}}$ – начальная температура ($T_{\text{н}}$=293 К). Согласно оценке, температура в центре воздействия по выражению (2) могла достигать T~2800 К, превышающей температуру испарения плавленого кварца ~2200 К. Это означает, что выбранный режим обработки соответствует режиму абляции.

Профиль ряда случайно выбранных микролинз в массиве (около 10 шт.) после сглаживания излучением CO_2-лазера, измеренный на профилометре, совпадает в пределах апертуры микролинзы с профилем, отвечающим уравнению окружности (рис. 2, в) [7].

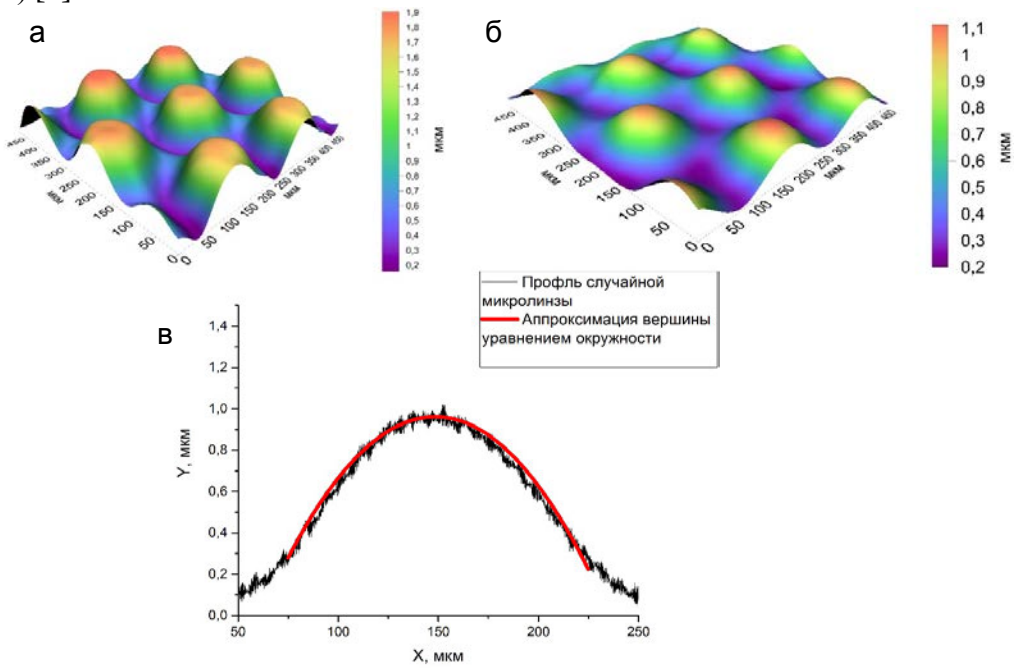


Рис. 2. Профиль поверхности микролинз до (а) и после (б) обработки излучением CO_2-лазера; аппроксимация вершины случайно выбранной микролинзы уравнением окружности (в)

Заключение. Таким образом, показано, что сглаживание плоских вершин микролинз, созданных технологией ЛИОМП, излучением CO_2-лазера в режиме испарения возможно. Профили микролинз после сглаживания, в пределах апертуры микролинз, совпадают с профилем, отвечающим уравнению окружности.

Литература

1. Dickey F.M. Laser beam shaping: theory and techniques. – 2nd Edition. – Taylor & Francis Group, LLC, NW, USA, 2014. – 583 p.
2. Ottevaere H., Cox R., Herzig H.-P., Miyashita T., Naessens K., Taghizadeh M., Völkel R., Woo H., Thienpont H. Comparing glass and plastic refractive microlenses fabricated with different technologies // Journal of Optics A: Pure and Applied Optics. – 2006. – V. 8. – № 7. – P. S407.
3. Hopp B., Smausz T., Csizmadia T., Vass C., Csákó T., Szabo G. Comparative study of different indirect laser-based methods developed for microprocessing of transparent materials // JLMN–Journal of Laser Micro/Nanoengineering. – 2010. – V. 5. – № 1. – P. 80–85.
4. Kostyuk G., Sergeev M., Zakoldaev R., Yakovlev E. Fast microstructuring of silica glasses surface by NIR laser radiation // Optics and Lasers in Engineering. – 2015. – V. 68. – P. 16–24.
5. Delgado T., Nieto D., Flores-Arias M. T. Fabrication of microlens arrays on soda-lime glass using a laser direct-write technique and a thermal treatment assisted by a CO2 laser // Optics and Lasers in Engineering. – 2015. – V. 73. – P. 1–6.
6. Metev S.M., Veiko V.P. Laser-assisted microtechnology. – Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. – 270 p.
7. Elhadj S., Matthews M., Guss G., Bass I. Laser-based dynamic evaporation and surface shaping of fused silica with assist gases: a path to rimless laser machining // Applied Physics B. – 2013. – V. 113. – № 3. – P. 307–315.

Кржижановская Ирина Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3406
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: irakrij@mail.ru

УДК 681.772.7; 681.78

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВИДЕОДАТЧИКОВ В СОСТАВЕ БЕСПРОВОДНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДАТЧИКА С ОТКРЫТОЙ АРХИТЕКТУРОЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

И.С. Кржижановская
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Денисов

В мире существует множество опасных природных объектов, представляющих угрозу жизни людей и расположенной в непосредственной близости инфраструктуре. К таким объектам можно отнести горные склоны, на которых возникают опасные природные явления – камнепады, оползни, сели и др. У подножий опасных склонов устанавливаются защитные барьеры [1]. Использование систем мониторинга совместно с защитными сооружениями от скально-обвальных явлений поможет защитить важные горные трассы от завалов, спасти людей и предсказать будущие опасные явления. В зарубежных системах мониторинга используются разнородные

датчики (наклона, удара, растяжения сетки), разнесенные в пространстве. Видеодатчики используются не во всех системах. В России систем подобного типа обнаружено не было.

Многофункциональный датчик (МФД) – прибор, разрабатываемый ООО «Флагман Гео» совместно с кафедрой ОЭПиС Университета ИТМО. Он представляет собой совокупность чувствительных элементов, предоставляющих в ситуационный центр (СЦ) данные об объекте мониторинга. Благодаря открытой архитектуре наборы чувствительных элементов можно менять в зависимости от объекта мониторинга. **Целью работы** являлась разработка подсистемы видеодатчиков в составе МФД. Основными задачами для достижения цели являлись разработка структурной схемы подсистемы видеодатчиков и габаритно-энергетический расчет параметров видеодатчика.

Существующий зарубежный аналог МФД «ImpactSentinel» не включает в себя видеодатчики, поэтому в аналитическом обзоре работы были рассмотрены системы мониторинга состояния защитных сооружений с видеодатчиками, после чего были выделены преимущества использования видеодатчиков в подобных системах: визуализация ситуации на объекте мониторинга, обеспечение дистанционного контроля, экономия средств на обслуживании.

Была разработана структурная схема подсистемы видеодатчиков, включающая в себя структурную схему видеодатчика (рисунок). На рисунке N – это количество элементов в зависимости от объекта мониторинга.

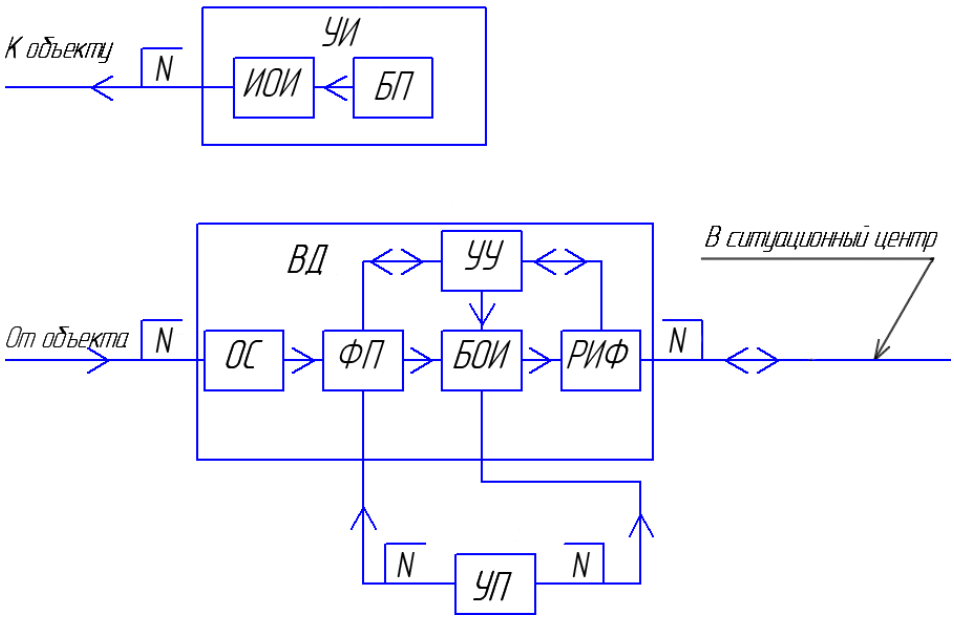


Рисунок. Структурная схема подсистемы видеодатчиков

Световой поток автономного излучающего устройства (УИ), содержащего источник оптического излучения (ИОИ) и блок питания (БП), ночью или Солнца днем, отражаясь от объекта, посредством оптической системы (ОС) попадает на фотоприемник (ФП). После предварительной обработки в блоке обработки изображения (БОИ) сигнал передается на радиоинтерфейс (РИФ) и отправляется в ситуационный центр по радиоканалу. Питание видеодатчиков осуществляется автономным узлом питания (УП). Подсистема видеодатчиков должна работать не непрерывно, а включаться периодически по запросу из СЦ и при наличии чрезвычайной ситуации на объекте мониторинга. Видеодатчики снимают серию кадров при включении.

В ходе габаритного расчета были вычислены величины, необходимые для подбора элементов видеодатчика: разрешающая способность матрицы, угловое поле и фокусное расстояние объектива. Были выбраны черно-белая КМОП-матрица Aptina MT9M031 (1,2 Мп, 1/3", S=6,1 В/(лк·с), $E_{\text{пор}}$=0,03 лк) и объектив Daiwon DW9607 (2ω=40,1°, f'=6 мм, D/f'=1:2), параметры которых соответствуют рассчитанным значениям. В ходе энергетического расчета в дневное время суток было получено расчетное выражение относительного отверстия для проверки выбранного объектива при выбранном источнике – Солнце и выбранной матрице:

$$\left(D/f'\right) \geq 2\sqrt{\mu E_{\text{пор}}/E\tau_0\rho_0},$$

где (D/f') – относительное отверстие объектива; μ – отношение сигнал/шум; $E_{\text{пор}}$ – пороговая освещенность матрицы; τ_0 – интегральный коэффициент пропускания оптической системы; ρ_0 – интегральный коэффициент отражения объекта; E – освещенность днем в пасмурную погоду, E=2000 лк [2]. Такая освещенность была выбрана для проверки возможности нормальной работы камеры без дополнительного источника освещения при пасмурной погоде в дневное время суток.

При выбранных элементах в ходе энергетического расчета для ночного времени было проверено, обеспечивает ли выбранная лампа GR63 11 E27 4200 (Φ_v=500 лм, $T_{\text{цв}}$=4200 К) световой поток, необходимый для функционирования системы при выбранных объективе и матрице:

$$\Phi' = \frac{I\omega_0}{k_{\text{ОП}}},$$

где Φ' – световой поток от источника подсветки в телесном угле 4π; I – сила света источника освещения, обеспечивающая требуемую освещенность на краю поля зрения; ω_0 – телесный угол; $k_{\text{ОП}}$ – коэффициент усиления оптической системы [3]. Результаты расчетов показали, что относительное отверстие выбранного объектива удовлетворяет расчетному значению, а световой поток выбранной лампе.

На основании расчета был разработан вариант оптической схемы видеодатчика, после чего был разработан вариант конструкции видеодатчика. В корпусе содержатся защитное стекло в оправе и объектив, закрепленный на нужном расстоянии от платы с матрицей при помощи держателя.

Разработанный вариант электрической схемы автономного узла питания видеодатчиков представляет собой объединение двух типовых схем: схемы подключения солнечной батареи к аккумуляторной батарее и схемы понижающего преобразователя. Такой вариант организации питания способен обеспечить работу подсистемы в ночное время суток.

Определены такие направления дальнейших исследований, таких как разработка четырех- и пятиканальной подсистемы видеодатчиков для контроля нескольких зон вокруг МФД одновременно; разработка подсистемы видеодатчиков для использования МФД для охраны периметра; создание макета МФД.

Литература

1. Инженерная защита территории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geobarrier.ru/#!geohazard/qol4y, своб.
2. Шаронов В.В. Наблюдение и видимость. – М.: Военное издательство МО СССР, 1953. – 96 с.
3. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения: Сборник домашних заданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oeps.ifmo.ru/uchebn/osptv.pdf, своб.

Кривоносов Алексей Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа №В3418
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: as.krivonosov@ya.ru

УДК 535.015: 53.043

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ В ЖИДКОСТИ

А.С. Кривоносов
Научный руководитель – к.т.н., н.с. Г.В. Одинцова

В настоящее время одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений в области естественных наук является исследование малоразмерных объектов – наночастиц (НЧ) и наноматериалов [1, 2].

Наночастицами называют небольшие агрегаты или ансамбли частиц, размер которых находится в диапазоне примерно от 1 до 100 нм.

Большой интерес к НЧ обусловлен их особенными физическими, химическими и термодинамическими свойствами. Покрытия из таких НЧ могут быть использованы как защитные фильтры от излучения в ультрафиолетовом диапазоне, в качестве самоочищающихся покрытий. Но наиболее перспективным направлением является использование НЧ в качестве преобразователей для перестройки волны падающего излучения для повышения КПД фотоэлементов.

В данной работе в качестве метода получения НЧ используется импульсная лазерная абляция (ИЛА) твердой мишени в жидкости.

Несмотря на большое количество работ, написанных по данной тематике, до сих пор остается нерешенной следующая проблема: производительность метода получения НЧ кремния с помощью ИЛА в жидкости невелика.

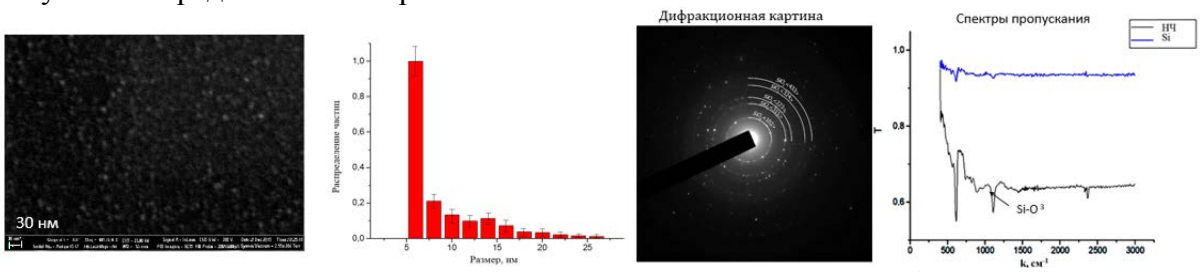
Исходя из этого, **целью работы** являлось получение НЧ кремния с узким распределением, малыми размерами (до 10 нм) и высокой производительностью. Для осуществления поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. провести обзор научной-технической литературы по существующим методам получения НЧ;
2. получить НЧ минимально возможного размера и максимально однородного распределения;
3. повысить производительность используемого метода получения НЧ.

Для получения НЧ кремния применялась установка «Минимаркер 2» на основе волоконного иттербиевого лазера. В качестве жидкости, в которой производилась ИЛА, использовалась дистиллированная вода. Материал мишени – монокристаллический кремний (КЭФ 4,5 (100)).

С помощью исследования факторов, влияющих на размер и однородность распределения НЧ (ожидание после абляции, травление, использование ультразвуковой УЗ-ванны и др.), удалось получить наилучший результат. Средний размер НЧ составил 8,1±6 нм.

Также с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) была получена дифракционная картина, и измерен спектр инфракрасного (ИК) пропускания, подтверждающие наличие сформированных в продуктах абляции Si-O-связей. Результаты представлены на рис. 1.



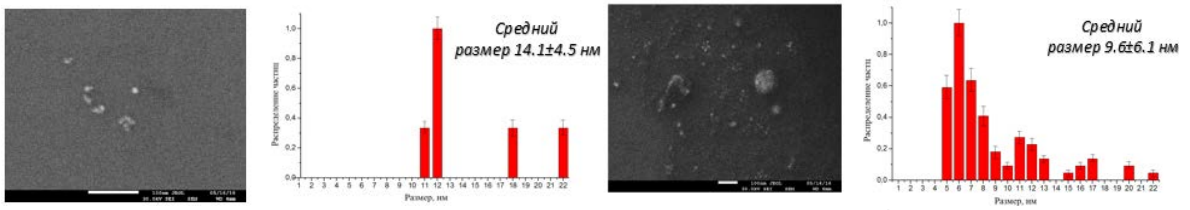
а б

Рис. 1. Снимок сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и гистограмма распределения наночастиц кремния (а); дифракционная картина и спектр ИК-пропускания (б)

С целью повысить производительность метода получения НЧ было решено использовать многолучевую обработку мишеней кремния с применением дифракционных оптических элементов (ДОЭ).

Использование ДОЭ позволило бы сократить время получения необходимого объема раствора НЧ пропорционально количеству используемых пучков.

В работе использовалась двухлучевая обработка, результаты представлены на рис. 2.



а б

Рис. 2. СЭМ-снимок и гистограмма распределения НЧ кремния полученных: без использования ДОЭ (а); с использованием ДОЭ (б)

Полученные результаты подтверждают повышение производительности. Количество наночастиц значительно возросло.

Заключение. В работе получены НЧ кремния со средним размером 8,1±6 нм и достаточно однородным распределением. Автором освоено лазерное и измерительное оборудование, используемое в работе, рассмотрены факторы, влияющие на размер и распределение НЧ (ожидание после абляции, травление, использование УЗ-ванны и др.). Благодаря использованию ДОЭ производительность метода получения НЧ значительно возрастает.

Литература

1. Макаров Г.Н. Применение лазеров в нанотехнологии: получение наночастиц и наноструктур методами лазерной абляции и лазерной нанолитографии // Успехи физических наук. – 2013. – Т. 183. – № 7. – С. 673–718.
2. Mommaa C., Chichkova B.N., Noltea S., von Alvenslebena F., Tünnermanna A., Wellinga H., Wellegehausenb B. Short-pulse laser ablation of solid targets // Optics Communications. – 1996. – V. 129. – № 1–2. – P. 134–142.

Луценко Дмитрий Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники, кафедра систем управления и информатики, группа № Р3441
Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
e-mail: dimluts@yandex.ru

УДК 681.532.1

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫМ ПЬЕЗОАКТЮАТОРОМ

Д.С. Луценко
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.И. Бойков

Области, в которых применяются миниатюрные пьезоактюаторы, довольно обширны, к ним относятся приводы для измерительных устройств, таких как электронные и туннельные микроскопы, приводы манипуляторов различных сборочных роботов, а также исполнительные механизмы в технологическом оборудовании и бытовой технике.

В данной работе разработана система управления тонкопленочного пьезоактюатора, параметры которого, необходимые для составления математической модели, определяются каталогом фирмы-производителя. Проведена разработка функциональной, структурной и принципиальной электрической схем системы управления. Также синтезируется регулятор для управления реально производимым тонкопленочным пьезоактюатором, с целью доказать работоспособность системы управления.

Хотелось бы отметить, что производство как пьезоактюаторов, так и блоков, и систем управления различных пьезоэлектрических устройств за рубежом более развито, чем в России. Такие фирмы как «PI» и «Cedrat Technologies» предоставляют широкий выбор актюаторов и устройств управления различных конструкций, предназначенных для различных целей. Российские производители вовсе не предлагают системы управления тонкопленочными пьезоактюаторами с обратной связью по перемещению, предлагаются лишь предусилители напряжения для пьезоактюаторов.

Автором для разработки системы управления тонкопленочным пьезоактюатором, был выбран актюатор APA120S компании «CEDRAT TECHNOLOGIES» из каталога фирмы-производителя [1]. Данный актюатор позволяет получать перемещение в 130 мкм при напряжении, равном 150 В, что удовлетворяет требованиям технического задания.

Передаточная функция тонкопленочного пьезоактюатора, взятая из пособия [2], связывает перемещение актюатора с напряженностью приложенного электрического поля.

$$W_A(s) = \frac{\Delta l(s)}{e_n(s)} = \frac{K_o/K_y}{\frac{T_e m_\Sigma}{K_y}s^3 + \left(\frac{m_\Sigma}{K_y} + \frac{T_e K_d}{K_y}\right)s^2 + \left(T_e + \frac{K_d}{K_y} + \frac{R_v K_p K_o}{K_y}\right)s + 1}, \quad (1)$$

где K_o – коэффициент обратного пьезоэффекта; K_p – коэффициент прямого пьезоэффекта; K_y – коэффициент упругости материала актюатора; K_d – коэффициент внутреннего демпфирования, m – эквивалентная приведенная масса (сумма нагрузки m_0 и части пьезокерамики m_k); $T_e=R_vC$ – постоянная времени; R_v – сопротивление усилителя; C – емкость актюатора.

После подстановки конкретных значений выбранного пьезоактюатора в передаточную функцию (1), передаточная функция выбранного пьезоактюатора имеет вид:

$$W_A(p) = \frac{\Delta l(p)}{e_{\text{п}}(p)} = \frac{2{,}797 \cdot 10^{-2}}{4{,}93 \cdot 10^{-12} p^3 + 1{,}20 \cdot 10^{-8} p^2 + 6{,}33 \cdot 10^{-4} p + 1}. \quad (2)$$

Передаточная функция (2) характеризует работу пьезоактюатора с учетом его механической реализации. Также передаточная функция учитывает коэффициент преобразования тензометрического датчика.

В соответствии с заданием требуется спроектировать регулятор, который бы обеспечил показатели качества, приведенные в техническом задании. Синтез регулятора был произведен методом коррекции логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ), который описан в [3]. Была получена следующая передаточная функция регулятора:

$$W_{\text{р}}(p) = \frac{90{,}81p + 1{,}8 \cdot 10^5}{p}. \quad (3)$$

Поскольку система управления является цифровой передаточную функцию передаточную функцию необходимо дискретизировать. Дискретизация проводилась по методу Эйлера с частотой дискретизации 20 кГц. Переоборудованный регулятор (3) выглядит следующим образом:

$$W_{\text{р}}(p) = \frac{90{,}81p + 1{,}8 \cdot 10^5}{p} \rightarrow W_{\text{р}}(z) = \frac{90{,}81z - 81{,}81}{z - 1}. \quad (4)$$

Цифровой регулятор (4) в системе управления будет реализовываться на микроконтроллере.

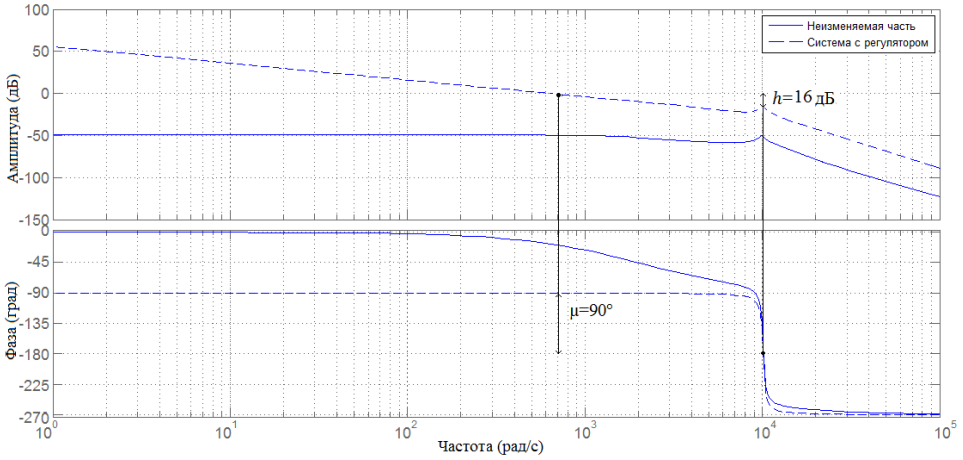


Рис. 1. ЛАФЧХ системы с регулятором и ЛАФЧХ неизменяемой части

По диаграммам (рис. 1) можно установить, что запас устойчивости по фазе составил μ=90º, а по амплитуде h=16 дБ. Частота среза составляет 728 рад/с.

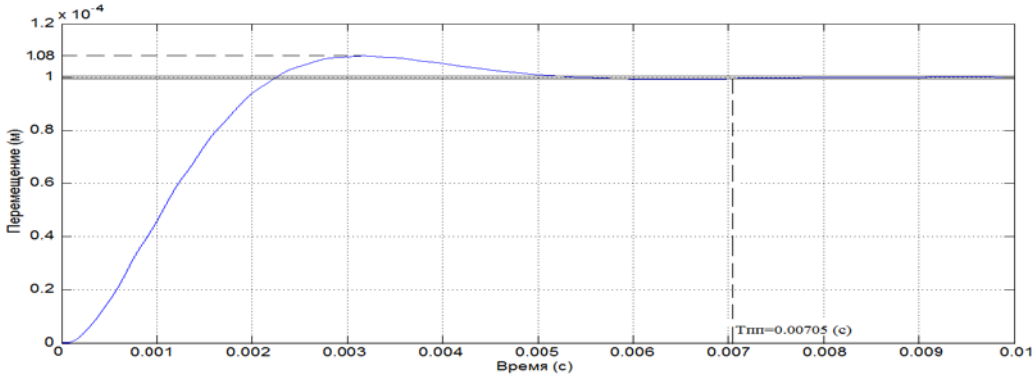


Рис. 2. Переходный процесс системы с регулятором положения

Из рис. 2 видно, что время переходного процесса $T_{ПП}=7{,}05\cdot10^{-3}$ с. Перерегулирование σ=8%, колебания системы, которые вызвала широтно-импульсная модуляция, минимальны. Установившаяся ошибка составила 0,01%.

В результате выполнения работы была разработана быстродействующая система управления тонкопленочным пьезоактюатором для обеспечения перемещения до 100 мкм с высокой точностью. Погрешность работы составила не более 0,01% от диапазона перемещений. Время переходного процесса составило $7{,}05\cdot10^{-3}$ с. В дальнейшем планируется продолжить исследование объекта управления с целью изучения его нелинейностей, таких как гистерезис и крип.

Литература

1. Каталог компании «CEDRAT TECHNOLOGIES» (Франция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cedrat-technologies.com/download/CEDRAT_TEC_Catalogue.pdf, своб.
2. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. – СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 131 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.

Малова Анна Аркадьевна
Год рождения: 1994
Факультет пищевых технологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т3430
Направление подготовки: 19.03.01 – Биотехнология
e-mail: malova.annochka@mail.ru

УДК 637.1

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА, ОБОГАЩЕННОГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

А.А. Малова
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Забодалова

Работа выполнялась в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального питания».

На сегодняшний день в молочной промышленности широко используют разнообразные наполнители. Существует большое количество сырья для их изготовления. В производстве используют ягодное, фруктовое сырье. К сожалению, в молочной промышленности редко используют овощные наполнители, которые обогащены ценными макро- и микроэлементами, витаминами и другими полезными веществами. В связи с этим выбор автора пал на сырье для овощных наполнителей. После изучения всевозможных овощей и их полезных свойств был выбран корнеплод пастернака и корнеплод петрушки, так как наполнители из этих овощей практически не представлены в молочной промышленности.

Пастернак занимает одно из первых мест среди корнеплодов по содержанию легкоусвояемых сахаров. Корнеплод отличается высоким содержанием таких биологически активных веществ как фурокумарины, флавоноидные гликозиды и кумарины, содержит каротин, клетчатку, пектин, крахмал и эфирные масла. Корнеплод также является ценным источником витаминов С, B_2, B_3, РР, Е, К, минеральных веществ – Р, К, Са, Fe, Mg [1].

Петрушка не уступает место пастернаку и тоже является ценным источником витаминов В, К, С и РР. А также в составе растения содержится много каротина. В овоще отмечено высокое содержание микроэлементов, что крайне необходимо при недостатке кальция, цинка, фосфора, железа или магния. В нем содержатся редко встречающиеся в других продуктах питания микроэлементы (молибден, алюминий, литий, селен), которые необходимы нашему организму. А также в овощах содержится большое количество калия, который, в свою очередь, помогает выводить жидкость из организма, что приводит к уменьшению отеков [2].

Первым этапом было исследование корнеплодов в свежем виде. Был изучен состав и свойства овощей. Исследовались такие показатели как содержание витамина С, массовой доли золы, массовой доли влаги и сухих веществ, а также «сырой» клетчатки.

Вторым этапом было приготовление пюре пастернака и исследование его свойств. Корнеплод изначально тщательно промыли, очистили от кожуры, порезали на небольшие кубики, отварили и сделали пюре. При этом пюре исследовалось на содержание в нем витамина С. При таком методе при термической обработке в приготовленном пюре содержание витамина С довольно хорошо сохранилось.

На третьем этапе был подбор массовой доли вносимой закваски. Исследовалось влияние количества закваски и пюре пастернака на влагоудерживающую способность молочных сгустков. Увеличение количества закваски и содержания в молочной смеси пюре пастернака улучшает влагоудерживающую способность сгустков. А также несколько улучшилось кислотонакопление, что позволило сократить время сквашивания. Значения титруемой кислотности находились в пределах 70–75°Т, что удовлетворяло требованиям к сгустку. Таким образом, на этом этапе исследований наиболее приемлемым для производства стал образец с массовой долей закваски 4%, так как этот сгусток по органолептическим показателям обладал наиболее полным вкусом, пряным запахом, имел однородную консистенцию. Но, к сожалению, полученные сгустки не обладали ярко выраженными свойствами, в связи с этим для улучшения органолептических показателей было принято добавить в молочную смесь с пастернаком пюре петрушки.

На четвертом этапе исследования был подбор состава композиции пюре пастернака и петрушки и исследование влияния овощной композиции на процесс сквашивания молока и показатели качества полученных сгустков. Добавление пюре пастернака и пюре петрушки несколько улучшает процесс кислотонакопления. В связи с этим время сквашивания сгустков несколько снижается, что благоприятно сказывается на производстве кисломолочного напитка. Также с увеличением количества пюре пастернака и пюре петрушки наблюдалось улучшение влагоудерживающей способности молочных сгустков по сравнению с контролем.

Таким образом, по результатам исследований сгустков, с добавлением пюре пастернака и петрушки, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым для производства являлся образец с массовой долей пюре пастернака 10% и петрушки 5%. Этот образец по органолептическим показателям обладал приятным, пряным, кисломолочным вкусом и запахом, имел однородную консистенцию и хорошие физико-химические показатели [3].

Последним этапом была разработана рецептура и технологическая схема производства кисломолочного продукта, обогащенного овощной композицией.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://edaplus.info/produce/parsnip.html, своб.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://articlemen.com/koren-petrushki-polza-i-vred.html, своб.
3. Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 304 с.

Маркелов Максим Александрович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерных технологий, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: max.markelow@gmail.com

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ВЫЯВЛЕНИИ ЭКСТРЕМИСТСКОГО КОНТЕНТА

М.А. Маркелов
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.А. Бессмертный

Одним из проявлений экстремистской деятельности принято считать терроризм. По всему миру террористы используют социальные сети для пропаганды, вербовки, коммуникации и координации. Сложность в противодействии терроризму в социальных сетях заключается в большом объеме данных. В связи с этим возникает необходимость в создании инструментария для противодействия такого рода угрозам.

Интеллектуальный анализ данных – это процесс обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных для интерпретации знаний [1]. В начале 2000-х годов был проведен ряд исследований, подтверждающих эффективность применения этих методов в борьбе с терроризмом [2].

Крупные IT-компании принимают ряд мер по борьбе с экстремистским контентом. Подробную информацию об этом они стараются не раскрывать, так как считают, что эти сведения позволят террористам свести к минимуму их усилия. Их основной метод борьбы с экстремистским контентом в сети – поиск по ключевым словам.

После изучения существующих решений была сформулирована цель: создание инструмента, который с использованием методов интеллектуального анализа данных позволит автоматически выявлять экстремистский контент в текстах. Инструменту на вход должна подаваться текстовая информация, инструмент должен сообщать о наличии в нем экстремистского контента.

Для достижения цели исследования ставились задачи разработки алгоритма, выявляющего экстремистский контент, разработки приложения, реализующего этот алгоритм и проведение тестирования приложения.

Главным недостатком поиска экстремистского контента в текстах с помощью ключевых слов является его низкая точность. Были выявлены основные факторы, которые могут привести к снижению точности:

1. ошибки в написании слов;
2. наличие большого числа форм одного и того же слова;
3. зашумленность данных;
4. разный язык текстов;
5. не учитывается контекст текста.

Первые три проблемы решаются с помощью нормализации текста. Нормализация текста – это процесс преобразования текста к некому единому каноническому виду. Для того чтобы снизить влияние языка текста на работу алгоритма, необходимо его учитывать. Поиск ключевых слов в качестве результата вернет множество образцов, в которых встречаются указанные слова. Однако это множество также будет включаться в текст, который не принадлежит данной категории. Классификация позволит как учитывать контекст, так и фильтровать неподходящие текстовые документы.

Для устранения описанных недостатков был предложен алгоритм, этапы работы которого представлены на рисунке. Сначала определяется язык текста, затем осуществляется предварительная обработка текста. После рассчитываются три величины, на основе которых будет проводиться определение опасности текста – тональная оценка текста, метрика экстремизма, сходство с ранее обработанными экстремистскими текстами. В Федеральном законе Российской Федерации (РФ) «О противодействии экстремистской деятельности» уделяется внимание эмоциональному отношению автора к содержимому материала. Определение эмоциональной окраски текстов (анализ тональности) позволит отфильтровать документы, не подходящие под определение, данное в Федеральном законе.

Рисунок. Схема работы алгоритма

Министерство юстиции РФ создало базу экстремистского материала. Однако доступ к ней закрыт. Согласно закону о противодействии экстремизму в России, хранение экстремистского материала на компьютере преследуется по закону. После получения отказа от Министерство юстиции на запрос о предоставлении базы, было принято решения проверить работу алгоритма на новостных упоминаниях террористов в некоторых СМИ и комментариях к ним.

Предложена следующая классификация текстов:

1. безопасные. Нет упоминания террористов. К этому классу стоит относить все обычные тексты;
2. нейтральный. Имеются упоминания терроризма;
3. оправдывающий. Частое упоминание терроризма, тональность текста положительная;
4. призывающий. Часто упоминание терроризма, тональность негативная;
5. подозрительный. Не удалось отнести к перечисленным выше классам.

Для оценки эффективности алгоритма использовались метрики полноты (R) и точности (P). Результаты тестирования представлены в таблице.

Таблица. Результаты тестирования

Метрика	Безопасный	Нейтральный	Призывающий	Оправдывающий	Подозрительный	Суммарно
P	68,63%	88,89%	50,0%	66,67%	46,67%	61,42%
R	94,59%	76,92%	53,85%	42,86%	38,89%	67,71%

Проверка показала, что алгоритм нуждается в доработке, однако уже сейчас он может обнаруживать экстремистский контент в текстах и определять уровень опасности. Программа определяет тексты, относящиеся к наиболее важным классам «призывающий», «оправдывающий» и «подозрительный» менее эффективно, чем другие, однако программа может отфильтровывать менее важные классы. Реализованный метод позволяет получить более релевантный список файлов, чем поиск по ключевым словам. Алгоритм, возможно, покажет лучшие результаты в случае обучения на данных, подготовленных экспертом в области информационной безопасности.

В данной работе был предложен алгоритм по выявлению экстремистского контента в текстах. Данный алгоритм может использоваться для мониторинга социальных сетей. На основе алгоритма было разработано приложение. Разработанное приложение проверено на реальных данных с социальных сетей и новостных сайтов. Проверка показала, что алгоритм уже может быть использован, однако есть возможности по его улучшению.

Литература

1. Дюк В.А., Флегонтов А.В., Фомина И.К. Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях // Изв. Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2011. – № 138. – С. 78–81.
2. Bhavani Thuraisingham Data Mining for Counter-Terrorism // Bedford: The MITRE. – 2003. – P. 194–216.

Махмудова Карина Джумабековна
Год рождения: 1995
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра мехатроники, группа № Р3425
Направление подготовки: 15.03.06 – Мехатроника и робототехника
e-mail: karinaria0502@gmail.com

УДК 53; 543.456

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗОНДА АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ОБРАЗЦОВ ПРИ СКАНИРОВАНИИ

К.Д. Махмудова
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Ю. Перепелкина

Сканирующая силовая микроскопия (ССМ) – современный метод исследования строения и свойств поверхности тела, имеющий высокое разрешение [1]. На сегодняшний день практически все исследования физики поверхности проводятся с использованием методов ССМ, что обеспечивается рядом значительных преимуществ перед родоначальником сканирующих методов – сканирующим туннельным микроскопом (СТМ), – оптическими и электронными микроскопами.

Методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) позволяют получать изображения рельефа любого рода поверхностей вплоть до атомарного разрешения, трехмерного изображения поверхности, визуализацию ее электрических, магнитных, трибологических и других свойств. ССМ широко используется для диагностики и исследования поверхности в первую очередь в области субмикронной электроники для контроля процессов литографии, диагностики разного рода технологий обработки поверхности, включая нанесение тонкопленочных покрытий и пр. [2].

Исследуемые поверхности в процессе сканирования испытывают силовое воздействие различной природы со стороны зонда. Ввиду широкого распространения сканирующих методов исследования поверхностей на микро- и наноуровнях особый интерес представляет изучение влияния силового воздействия сканирующего элемента на изменение энергетического состояния поверхности образца.

Целью работы являлось исследование процессов диссипации энергии при взаимодействии вольфрамового зонда атомно-силового микроскопа с поверхностью образца, выведение методики расчета рассеиваемой энергии при контакте зонд-образец для представления об изменении энергетических свойств исследуемой поверхности.

Для достижения обозначенной цели в ходе работы решались следующие задачи:

- ознакомление с методом сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), в том числе с атомно-силовым микроскопом (АСМ);
- изучение других методов рассмотрения аналогичного вопроса;
- на основе учебной литературы разработка методики расчета энергии диссипации при контакте зонда АСМ с поверхностью исследуемого образца, расчет значения рассеянной энергии для заданных условий работы АСМ при исследовании на воздухе;
- выведение графика зависимости рассеянной энергии от регулируемого параметра напряжения;
- с учетом вышеуказанных вычислений расчет силы контактного взаимодействия зонда с поверхностью образца, получение представления о величине напряжений, возникающих на поверхности образца в момент контакта.

Решение обозначенных задач позволит упростить выбор режима исследования, диагностики и контроля в дальнейших испытаниях образцов в «полуконтактном» режиме методом АСМ, а также даст представление о порядках и зависимости потерь на контакт от управляемого оператором АСМ входного напряжения, порядке сил контактного воздействия зонда АСМ, что позволит оценить степень влияния процесса сканирования на поверхностные свойства исследуемого образца. Результаты расчета энергии диссипации при контакте зонда АСМ с поверхностью исследуемого образца необходимы исследователям топографии поверхности для дальнейшего изучения явления механоактивационной экзоэлектронной эмиссии.

Структура работы обусловлена предметом и задачами исследования. Работа состоит из введения, трех глав и заключения.

Во введении обозначена область и предмет исследования, определены цели и задачи, решаемые в ходе проведения работы, раскрывается теоретическая значимость исследования.

В первой главе рассмотрены общие теоретические основы СЗМ как метода исследования и диагностики свойств поверхностей, описаны состав и структура СЗМ. Описываются распространенные методы СЗМ: сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, электросиловая микроскопия, магнитно-силовая микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия.

Во второй главе представлен принцип разрабатываемой методики расчета, полная выкладка расчетных формул, определены параметры, влияющие на расчет.

Третья глава посвящена численным расчетам энергии диссипации, силы контактного взаимодействия и оценке зависимостей рассеянной энергии от управляющих параметров.

В заключении подведены итоги исследования и сформированы выводы по значениям исследуемых величин.

В ходе исследовательской работы были изучены:

– методы СЗМ, рассмотрены преимущества и недостатки использования АСМ в решениях задач исследования поверхностей на микроуровне;
– методика исследователей из Американского института физики J.P. Cleveland, B. Anczykowski, A.E. Schmid, V.B. Elings расчета энергии диссипации в «полуконтактном» режиме работы АСМ при исследовании свойств поверхности методом фазового контраста [3];
– на основе анализа источников выведены формулы для расчета энергии диссипации исходя из условия энергетического баланса

$$E_{PS} = AkL\pi\sin(\varphi) - \frac{m{A_{PA}}^2\omega_0\omega\pi}{Q} - E_c, \quad (1)$$

где E_{PS} – энергия диссипации при контакте зонда АСМ с поверхностью образца; A – амплитуда колебаний зонда АСМ; k – жесткость кантилевера АСМ; L – относительное удлинение пьезотрубки; φ – угол контакта зонда АСМ с поверхностью АСМ; m – масса зонда АСМ; A_{PA} – энергия, рассеиваемая на различные внешние флуктуации; ω_0 – резонансная частота колебаний кантилевера; Q – добротность колебательной системы; E_c – энергия, рассеиваемая на взаимодействие зонда с воздухом.

Рассчитаны значения рассеянной энергии для разных управляющих напряжений. Диссипируемая при контакте с образцом энергия при исследовании поверхности на воздухе составляет $1{,}07 \cdot 10^{-15}$ Дж при значении поступающей в систему от пьезовибратора энергии $2{,}12 \cdot 10^{-15}$ Дж;

– исследовано влияние воздействия зонда АСМ на энергетическое состояние поверхности исследуемого золотого образца. При заданных условиях: резонансной частоте ω_0=8,83 кГц, управляющем напряжении u_0=1,34 B, добротности кантилевера

при работе на воздухе Q=21 – возникающие при контакте напряжения на поверхности материала не достигают значений, способных изменить энергетическое состояние поверхности и разорвать межатомные взаимодействия в образце [4].

Литература

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – М.: Техносфера, 2004. – 144 с.
2. Бухараев А.А., Овчинников Д.В., Бухараева А.А. Диагностика поверхности с помощью сканирующей силовой микроскопии (обзор) // Заводская лаборатория. – 1997. – Т. 5. – С. 10–27.
3. Cleveland J.P. et al. Energy dissipation in tapping-mode atomic force microscopy // Applied Physics Letters. – 1998. – V. 72. – № 20. – P. 2613–2615.
4. Интернет-сайт компании «НТ-МДТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ntmdt.ru/, своб.

Махонин Кирилл Андреевич
Год рождения: 1994
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра информационных систем, группа № М3405
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы и технологии
e-mail: kroks.rus@gmail.com

УДК 004.353

СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ

К.А. Махонин
Научный руководитель – тьютор А.П. Хвастунов

Работа выполнена в рамках инициативной разработки ООО «Лаборатория компьютерного моделирования СПбГУ».

Проведение транспортных и погрузочно-разгрузочных операций в карьерах может быть связано с большим риском для человеческой жизни при работе в тяжелых условиях. В данный момент в большинстве развитых стран мира ведутся перспективные разработки, позволяющие вывести человека, работающего в карьере, из опасной и вредной зоны. Современный этап развития технологий позволяет реализовывать системы дистанционного управления сложными объектами. Данная проблема может быть решена на примере управления карьерным экскаватором. Для решения задачи дистанционного управления экскаватором необходимо произвести его переоборудование, снабдив его определенным набором датчиков, системой видеонаблюдения, каналами беспроводной связи. Место оператора системы дистанционного управления необходимо обеспечить привычным для оператора окружением и снабдить его всем необходимым для обеспечения безопасного управления объектом. Также необходимо предоставить оператору уровень быстродействия связи, позволяющий беспрепятственно проводить необходимые работы и возможность контролировать работу удаленной техники используя

информационно диагностическую систему в удобном для пользователя виде. На данный момент не существует готовых решений по удаленному управлению карьерного экскаватора.

Для создания подобной системы целесообразным является проектирование и апробация на прототипе реального оборудования. Один из вариантов – реализация комплексной системы дистанционного управления масштабной модели техники, представленной в виде готовой радиоуправляемой модели.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс является прототипом боевой системы управления карьерной техникой, предназначенным для выполнения следующих задач:

1. апробация технологий для разработки полноценной системы управления реальной карьерной техники при управлении макетом техники;
2. базовое обучение операторов основным принципам работы карьерной техники;
3. выполнение функций интерактивного выставочного стенда.

Для выполнения поставленных задач был произведен подбор оборудования (видеоканала (камер, каналов передачи), датчиков и др.), способы его подключения, был разработан необходимый набор программных продуктов и проведено их тестирование.

Задача подбора оборудования прототипа включила в себя следующие подзадачи: формирование первичного набора подходящего оборудования, учитывающего технические требования, предъявляемые к системе, и конструктивные особенности масштабного макета; анализ достоинств и недостатков выбранного оборудования и определение итогового набора оборудования.

Макет техники представлен в виде масштабной модели гидравлического экскаватора, управляемой с помощью девятиканального пульта радиоуправления. Для передачи управляющих команд был использован стандартный передатчик PPM и модуль для подключения к PPM-передатчику через интерфейс USB, используя протокол последовательного порта. Для диагностики состояния макета использовался модуль инклинометра, передающего свои положения через радиомодем Спектр-433 по протоколу RS-485.

Для передачи видеоканала без задержек после анализа была выбрана комбинация из камеры GoPro 3 и WHDI канала передачи. Данное решение позволило передавать видеопоток на расстояние до 30 м при задержке до 300 мс. Для захвата перед последующей обработкой потока на компьютере была использована полупрофессиональная PCI-плата видеозахвата.

В рамках работы использовалось кресло-пульт оператора, размещаемое в карьерных экскаваторах ЭКГ-18Р и ЭКГ-20К [1]. Платформой, на которой была выполнена информационно-диагностическая система, был выбран промышленный планшетный компьютер АТМ-12.

Был разработан набор программных продуктов, включающий программное обеспечение (ПО) системы управления, ПО информационно-диагностической системы и ПО обработки видеосигнала.

ПО системы управления представляет собой графическую консоль, выполненную на языке C++ с использованием кроссплатформенных библиотек для графики (Qt), конфигурирования (Boost ptree), ведения лог записей (Google glog) и подключения к необходимой периферии (MXCAN, Boost asio) [2].

Информационно-диагностическая система была спроектирована и разработана с использованием языка C++ и кроссплатформенной графической библиотеки Qt. Также был разработан весь необходимый функционал для связи с периферией (подсветкой экрана и кнопок, работой с CAN-шиной, обработкой нажатия на кнопки).

Для обработки видеоизображения, получаемого от макета техники по радиоканалу было разработано на языке C++ программное обеспечение, использующее библиотеки OpenCV для работы с графикой и Boost ptree для конфигурирования приложения.

Результатом настоящей работы стал готовый программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить базовое обучение пользователей управлением карьерной техникой, который является крупным шагом по направлению к проектированию полноценной системы дистанционного управления. Главной задачей являлась апробация технологий для создания полноценных систем. Задача была выполнена путем анализа требований проектирования системной и программной архитектуры, их практической реализации и тестирования. Готовый программно-аппаратный комплекс полностью охватывает процесс удаленного управления карьерной техникой на примере модели и удовлетворяет всем поставленным требованиям.

В настоящее время данный проект закончен, сдан в эксплуатацию в качестве интерактивного стенда и является коммерчески успешным. На основе прототипа в дальнейшем планируется создание системы для индустриального применения на полноразмерной техники.

Литература

1. ООО «ИЗ-Картэкс» / ЭКГ-18Р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: iz-kartex.com/ekg18p.html, своб.
2. Boost C++ Libraries Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.boost.org/doc, своб.

Москвин Михаил Константинович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра лазерных технологий и лазерной техники, группа № В3418
Направление подготовки: 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии
e-mail: moskvin_mk@inbox.ru

УДК 535.421

ЛАЗЕРНОЕ ОКРАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

М.К. Москвин
Научный руководитель – к.т.н., н.с. Г.В. Одинцова

В наше время серьезной и острой проблемой для производителей и потребителей является защита товаров от подделки. В некоторых случаях существующие методы защиты, такие как голографические наклейки, товарные знаки, нанесенные на упаковку особыми инфракрасными и ультрафиолетовыми пигментами и др., не гарантируют надежной защиты от подделок, поэтому необходимо как совершенствовать уже существующие методы защиты, так и создавать новые. Для решения данной задачи в работе был рассмотрен способ рельефного микроструктурирования поверхности металла пучком лазерного излучения [1–4].

Данная технология позволяет создать на поверхности металлов структуры, меняющие свой цвет при изменении угла наблюдения обработанной поверхности при наблюдении в белом свете.

Целью работы являлось получение структур, меняющих свой цвет при различных углах наблюдения при наносекундном лазерном воздействии с длиной волны 1,06 мкм.

В работе рассмотрено формирование поверхностных периодических структур (ППС) на поверхности нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т, широко применяемой в промышленности, и стали с хромовым покрытием, которое часто используется для упрочнения и улучшения коррозийных свойств, при воздействии импульсного волоконного лазера наносекундной длительности. Причина появления данных структур связана с всесторонне апробированной поляритонной моделью лазерно-индуцированного разрушения конденсированных сред.

В работе разработаны технологические карты (рис. 1) при длительности импульса 100 нс (зависимость плотность мощности импульса q от шага сканирования по оси x) для получения структур, меняющих свой цвет при различных углах наблюдения. Также рассмотрена динамика поведения рельефа в зависимости от температуры нагрева поверхности вследствие воздействующего излучения. Замечено, что в использованных режимах маркировки идет окисление области обработки и при увеличении температуры происходит подплавление поверхности и рост оксидных пленок, которые делают невозможными образования ППС.

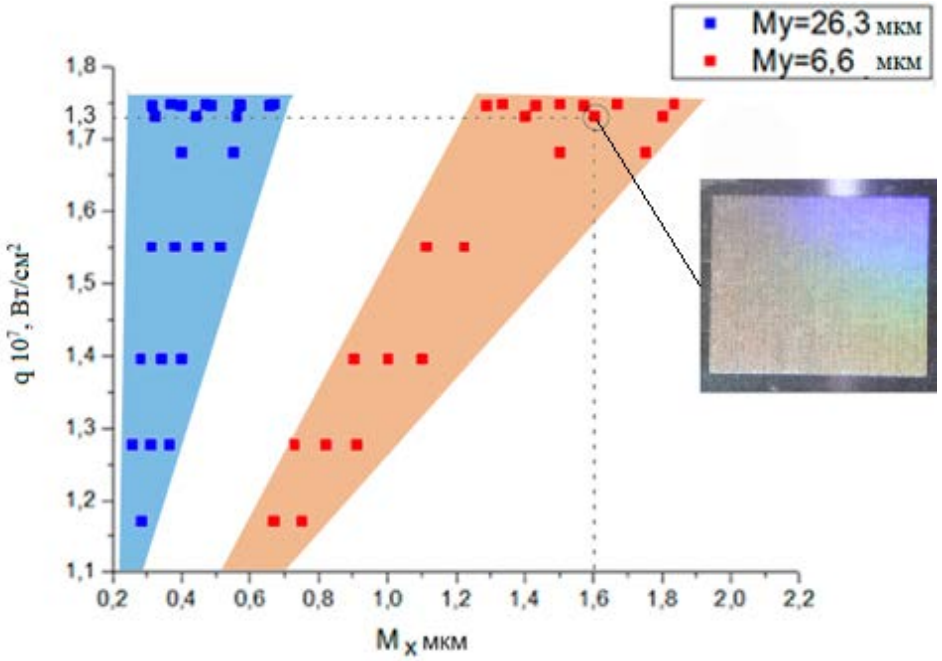


Рис. 1. Технологическая карта для My=26,3 и 6,6 мкм

В работе показана возможность формирования на поверхности нержавеющей стали периодических структур, имеющих двойной рельеф поверхности (рис. 2): большой период порядка 7 мкм, что соответствует шагу сканирования, малый рельеф порядка 1 мкм, соответствующий интерференционной картине падающей волны с поляритонами. С ростом количества импульсов повышения рельефа трансформировались в локальные столбчатые структуры высотой до 180 нм.

Важнейшим параметром является цвет поверхности, который зависит от параметров ППС. В работе использовалась промышленно используемая установка на основе волоконного лазера со случайной поляризацией каждого импульса. Показана

возможность управления направлением структур в зависимости от направления поляризации излучения. В зависимости от положения дополнительного поляризатора, при повороте поляризатора от 0° до 120° направления ППС относительно хода луча сканирования увеличивались, от 120° до 180° – уменьшались, т.е. изменение направление ППС происходило по кругу вслед за изменением проекции вектора электрического поля лазерного излучения. Также было проведено исследование управления ППС от угла падения лазерного случайно поляризованного излучения. И было установлено, что при увеличение угла падения случайно поляризованного излучения угол ориентации ППС уменьшался в пределах доступных углов сканирования на используемой установки.

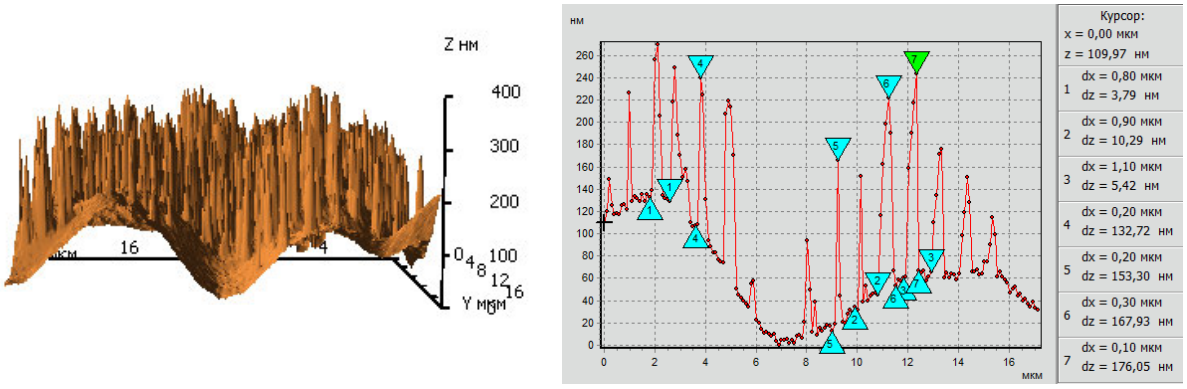


Рис. 2. Рельеф поверхности образца, полученного при следующих режимах лазерного воздействия: q=1,73·10^7 Вт/см^2; M_x =1,6 мкм; M_y = 6,66 мкм

Заключение. В работе показана возможность получения на поверхности стали и стали с покрытием Cr периодических структур порядка 1 мкм, благодаря дифракции света, на которых поверхность образца переливается различными цветами. Рассмотрено управление направлением ориентации ППС относительно лазерного трека. Предложенная технология имеет ряд преимуществ: наличие 4 характерных для данной маркировки дополнительных степеней защиты: цвет, ориентация, период, высота пиков, комбинированием которых можно добиваться различных параметров защиты разного уровня сложности, нанесение прямо на поверхность без дополнительных расходных материалов, износостойкость и высокая точность, которые делают данную технологию перспективной для промышленного внедрения.

Литература

1. Dusser B. et al. Controlled nanostructrures formation by ultra-fast laser pulses for color marking // Optics express. – 2010. – V. 18. – № 3. – P. 2913–2924.
2. Medvid A. et al. 2D lattice formation by YAG: Nd laser on the surface of Ge single crystal // Applied surface science. – 2005. – V. 244. – № 1. – P. 120–123.
3. Воронов В.В. и др. Формирование конических микроструктур при импульсном лазерном испарении твердых тел // Квантовая электроника. – 2000. – Т. 30. – № 8. – С. 710–714.
4. Долгаев С.И., Кириченко Н.А., Симакин А.В., Шафеев Г.А. Начальная стадия развития трехмерных периодических структур при лазерном плавлении // Квантовая электроника. – 2004. – Т. 34. – С. 771.

Насыбулин Сергей Адгамович
Год рождения: 1994
Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа № А3400
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: zonedad@mail.ru

УДК 004.415.2.031.43

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ДЕТЕКТОРАХ

С.А. Насыбулин
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Г.П. Мирошниченко

Работа выполнена в рамках НИР по договору 352-300-2/2014.

В ходе своей эксплуатации детекторы частиц непрерывно подвергаются облучению ионизирующей радиацией. С ростом набранной дозы облучения происходит непрерывное ухудшение эксплуатационных параметров детектора. Этот процесс называется старением. Основная проблема состоит в том, что эффекты старения столь разнообразны и зависят от столь большого количества факторов, что общей теории не существует [1]. В случае каждого детектора, предназначенного для физического эксперимента, требуется проводить специальные тесты и подбирать условия, обеспечивающие радиационную стойкость для конкретных условий эксплуатации, поэтому вопрос обеспечения непрерывности измерений характеристик детектора, и оптимизация времени этих тестовых измерений является ключевым для получения достоверных оценок ресурсных параметров детектора.

Целью работы стало создание программного обеспечения (ПО) для проведения ресурсных исследований детекторов частиц. В первую очередь это было связано с необходимостью в автоматизации процесса измерения рабочих характеристик для сокращения длительности набора и обработки данных. Особенностью требуемого ПО является то, что оно обязано обеспечивать получение данных в режиме «online». Это необходимо для непрерывности измерений и сокращению вмешательства в сам процесс старения детектора.

К программе были выдвинуты следующие требования:

- возможность производить токовые измерения;
- возможность производить амплитудные измерения;
- необходимость учета текущих значений температуры и давления;
- наглядность предоставления полученных во время работы результатов;
- возможность сохранить данные для последующего анализа;
- максимальная универсальность, позволяющая использовать данный программный продукт в как можно большем количестве экспериментов.

Программа разрабатывалась в среде разработки (IDE) LabWindows/CVI, которая ориентирована в первую очередь на разработку ПО, управляющего различными научными экспериментами. В процессе создания ПО активно применялись различные библиотеки для работы с конкретной физической аппаратурой, использовались

преимущества многопоточности приложения, были реализованы возможности экспорта данных в другие программы, созданы новые форматы файлов, для хранения экспериментальных данных, были применены множественные методы для визуализации данных.

Во время обработки полученных спектров значительная часть времени уходит на определение пика. С целью повышения автоматизации процесса был разработан метод, позволяющий обнаруживать пики распределения в автоматическом режиме. Особенностью данного метода является то, что он позволяет без участия человека определить область, в которой будет проводиться фитирование экспериментальных данных. Применяемый метод уникален и пригоден исключительно для решения данной задачи. Необходимость его разработки обусловлена тем, что различные методы анализа дискретной хаотической функции, с целью поиска участка на котором она ведет себя интересующем нас образом, не давали приемлемых результатов [2].

Для тестирования созданного программного пакета был использован прототип пропорциональной камеры CSC [3]. Корректность работы ПО была численно проверена путем сравнения тех данных, которые были получены программой в процессе работы на экспериментальном стенде с тестовым прототипом камеры, с теми данными, которые были теоретически предсказаны путем вычислений в программном пакете GARFIELD, предназначенном для детальной симуляции процессов, происходящих в дрейфовых камерах [4].

Успешно пройдя тестовый запуск, созданное ПО сразу же начало применяться при изучении радиационной стойкости исследуемого прототипа. С момента внедрения разработки для автоматизации измерений скорость набора данных выросла и продолжала расти по мере расширения функционала программ. Согласно акту о внедрении, созданный набор программ позволил достичь значительного прироста в скорости получения и обработки экспериментальных данных, что выразилось в сокращении длительности цикла набора данных с 4–5 дней до 1 дня.

Разработанное ПО получилось достаточно универсальным, что позволяет применять его в большом количестве различных экспериментов. Уже сейчас оно используется на различных экспериментальных стендах в отделе мюонных камер и отделе трековых детекторов.

Для дальнейшего развития существует возможность расширения функционала программ и поддержки дополнительной аппаратуры, с целью как можно большего увеличения области применения разработанного ПО.

Литература

1. Ferguson T., Gavrilov G., Korytov A., Krivchitch A., Kuznetsova E., Lobachev E., Mitselmakher G., Schipunov L. Aging studies of CMS muon chamber prototypes // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2002. – V. 488. – P. 240–257.
2. Василевский В.Г. Способ разделения на участки дискретной хаотической функции // AUDITORIUM. – 2014. – № 1(1). – С. 1–4.
3. Rice-Evans P. Spark, Streamer, proportional and drift chambers. – Richelieu Press, 1974. – 404 p.
4. Veenhof R. Garfield – simulation of gaseous detectors [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://garfield.web.cern.ch/garfield/, своб.

Рочас Станислав Станиславович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: irstan@mail.ru

УДК 535.65

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ

С.С. Рочас
Научный руководитель – к.т.н. Ю.Ю. Смирнов

Колориметрия находится на стыке многих наук и, являясь одним из направлений в фотометрии, представляет большой научный интерес, а также интерес для многих областей техники, например: целлюлозно-бумажная промышленность, пищевые технологии и производства, химия и химические производства, экологии, медицины и биологии. Большая часть колориметрических методов, которые используются в современной практике, основаны на измерениях оптических спектров отражения или пропускания в области длин волн от 380 до 760 нм, а также на расчете координат цвета при помощи спектральных данных. Для измерения этих самых спектров необходимо наличие специальных приборов, однако, зачастую, один прибор производит измерения только при отражении или только при пропускании, а приборы, способные на оба вида измерений, работают только в одном режиме и требуют трудоемкой перенастройки для работы в другом. **Целью работы** являлось создание универсального стенда, который позволил бы измерять спектры отражения и пропускания, в том числе параллельно [1–3].

Данный стенд состоит из двух приборов: спектроколориметра на базе интегрирующей сферы и RGB-колориметра, а также компьютера, с установленным специальным программным обеспечением, необходимым для обработки данных.

Спектроколориметр (рис. 1) на базе интегрирующей сферы используется для исследования коэффициента отражения и определения параметров цветности диффузионного отражения. Для подтверждения его метрологических характеристик были исследованы 34 образца цветной бумаги с красителем Pergasol, что позволило определить его расхождение по координатам цвета. В табл. 1 приведены данные, полученные при измерении трех красителей Pergasol с концентрацией 0,3%.

Таблица 1. Результаты измерений координат цвета бумаги и сравнение их с референтными данными

Название красителя	Концентрация	Экспериментальные данные			Референтные данные			ΔX	ΔY	ΔZ
		X	Y	Z	X	Y	Z			
Pergasol Gelb 3 FL	0,30%	51,3	54,3	28,5	50,7	53,8	28,3	1,17	0,92	0,70
Pergasol Rot 3 B FL	0,30%	54	44,1	43,3	53,7	44	43,1	0,56	0,23	0,46
Pergasol Turkis R FL	0,30%	47,2	55,8	75,3	46,3	55,2	74,5	1,91	1,08	1,06

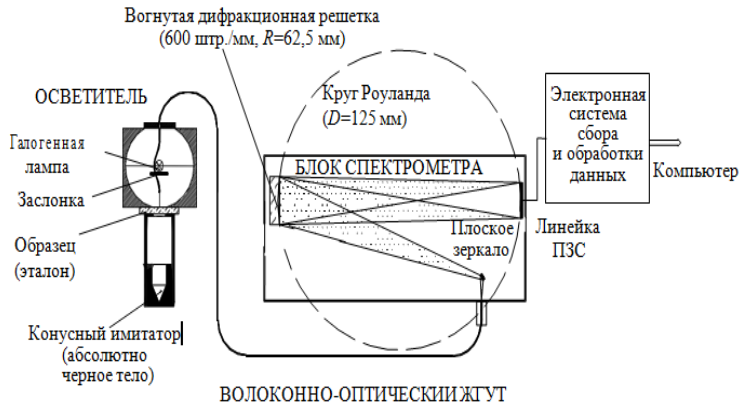


Рис. 1. Структурная схема спектроколориметра

Колориметрический датчик на основе трехэлементного RGB-фотодиода используется для измерения параметров цвета прозрачных объектов в области длин волн λ=380–760 нм. Поскольку прибор производит измерения в системе RGB, необходимо использование матрицы пересчета для перевода данных в систему *XYZ*. Для подтверждения его метрологических характеристик были исследованы 17 цветных стекол. В табл. 2 приведены данные, полученные при измерении трех стекол.

Таблица 2. Результаты расчетов координат цвета образцов цветных стекол и сравнение с референтными данными

Марка стекла	Расчетные данные			Референтные данные			ΔX	ΔY	ΔZ
	X	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*			
ЗС 1	12,8	27,3	6,1	12,6	26,9	6	1,6	1,5	1,6
ЗС 7	12,8	27,3	6,1	12,7	26,9	6	0,8	1,5	1,6
ЖЗС 1	13,8	27	3	13,6	26,5	3	1,4	1,9	0,0

В результате выполнения работы был создан стенд для проведения колориметрических измерений, состоящий из колориметра (рис. 2) и спектроколориметра. Были проанализированы их метрологические характеристики. Спектроколориметр на основе интегрирующей сферы дает возможность измерения координат цвета диффузно отражающих объектов со сходимостью по координатам цвета не более $\Delta X,Y,Z \leq 1{,}8\%$. Лабораторный RGB-колориметр для измерения оптически прозрачных образцов дает сходимость по координатам цвета не более $\Delta X,Y,Z \leq 1{,}9\%$. Расхождение является малым, что позволяет применять эти приборы на практике.

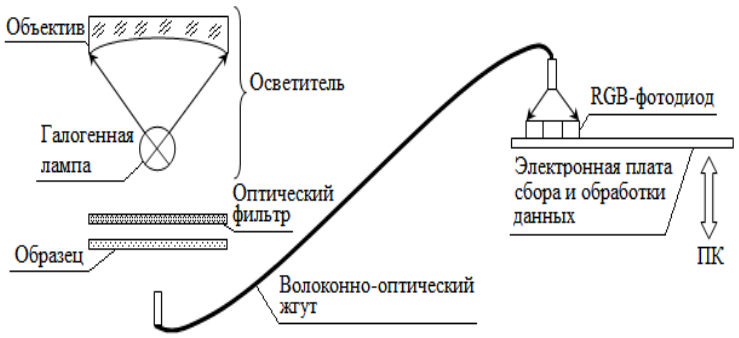


Рис. 2. Структурная схема колориметра

Литература

1. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М.: Мир, 1978. – 592 с.

2. Белов Н.П., Яськов А.Д., Грисимов В.Н. Лабораторный спектрометр для исследования коэффициента отражения и определения параметров цветности диффузно отражающих объектов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 7. – С. 74–78.
3. Белов Н.П., Грисимов В.Н., Смирнов Ю.Ю., Шерстобитова А.С., Яськов А.Д. Колориметрический датчик на основе трехэлементного RGB-фотодиода // Изв. вузов. Приборостроение. – 2013. – Т. 56. – № 3. – С. 76–80.

Рябчиков Игорь Александрович
Год рождения: 1994
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра информационных систем, группа № М3406
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы и технологии
e-mail: i.a.ryabchikov@gmail.ru

УДК 004.428.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ JAVA-БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ КЭШИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В РАЗДЕЛЯЕМОЙ ПАМЯТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ЭФФЕКТИВНО РАБОТАЮЩЕЙ С ИЕРАРХИЧНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

И.А. Рябчиков
Научный руководитель – тьютор П.Ю. Маврин

Целью работы являлось создание Java-библиотеки для кэширования объектов в разделяемой памяти операционной системы, способной эффективно работать с большими и иерархичными объектами. Хранение объектов в разделяемой памяти позволяет снизить нагрузки из-за работы сборщика мусора (в частности, избавиться от неприемлемо долгих пауз полной сборки мусора) и осуществлять перезагрузку процессов с сохранением состояния кэша, что избавляет от пиков нагрузки при старте процесса.

На данный момент существуют библиотеки, удовлетворяющие большинству поставленным требованиям (Big Memory, Chronicle Map и др.). Но у них есть общий недостаток, делающий их неприменимыми в некоторых случаях, – хранение данных в виде массива байт и необходимость в полной сериализации/десериализации объектов. Накладные расходы при осуществлении этих преобразований, в случае больших и иерархичных объектов, могут быть очень существенными. Но часто не все данные этих объектов необходимы при выполнении одного запроса. Реализованная библиотека позволяет сократить расходы на сериализацию/десериализацию объектов, осуществляя десериализацию динамически и только тех частей объекта, к которым было осуществлено обращение, и сериализацию только тех частей, которые были изменены по сравнению с предыдущей версией объекта.

Реализация библиотеки с подобным подходом работы с объектами была разбита на три основные части: создание аллокатора памяти, для выделения памяти под хранимые объекты, и другие служебные структуры; создание хеш-таблицы для доступа к объектам в кэше по ключу; создание механизма сериализации/десериализации Java-объектов.

Для создания аллокатора памяти автором была изучена популярная реализация – TCMalloc [1]. Но у него присутствует недостаток, усложняющий его применение к данной задаче, – он создавался с предположением, что нет потребности в возобновлении работы после падения процесса. Таким образом, в нем присутствуют

критические участки, падение процесса в которых может привести к некорректному состоянию. Одним из требований к реализованной библиотеки была возможность перезагрузки системы посредством убийства процесса. В итоге был реализован аллокатор, основанный на TCMalloc, но не имеющий описанного недостатка, а также позволяющий экономить дополнительно порядка 7,5% памяти по сравнению с TCMalloc, применяя его к данной задаче.

Далее была реализована хеш-таблица. Перед ее созданием были изучены несколько существующих решений – Chronicle Map и ConcurrentHashMap из стандартной библиотеки Java 8. Chronicle Map – off-heap-хранилище типа ключ-значение, которое позиционирует как высокопроизводительное решение. Но они не подошли, в частности, из-за использования блокировок, которые могут привести к падению производительности и дополнительным трудностям при одновременном доступе к кэшу нескольких процессов. В работе была реализована хеш-таблица, основанная на предложенных в нескольких статьях подходе и на некоторых принципах ConcurrentHashMap, позволяющая осуществлять неблокирующие операции добавления, удаления, поиска элементов, а также изменения ее размера [2, 3].

Следующим шагом была реализация механизма сериализации/десериализации Java-объектов. Одной из ключевых преследуемых целей была реализация подхода, как можно более простого, для внедрения в существующие информационные системы, так как внедрение может быть крайне затратным и трудоемким процессом. Основная особенность механизма – это динамическая десериализация свойств объекта при первом обращении к ним. Для реализации этого принципа, прозрачно для пользователя, было принято решение осуществлять инструментирование (изменение байт кода) классов хранимых объектов при их загрузке.

Тестирование показало значительное повышение производительности при использовании реализованной библиотеки по сравнению с подходом полной сериализации/десериализации объектов. Тест заключался в циклическом выполнении операций чтения и изменения тестовых объектов в соотношении 90 к 10. Тестовый объект представлял собой иерархичную структуру, состоящую из экземпляров класса, размером порядка 80 байт. Чтение заключалось в извлечении объекта из кэша и доступе к его корневым свойствам, изменение – в извлечении объекта из кэша, изменения его корневого свойства и записи в кэш. На рисунке можно видеть графики, отражающие зависимость пропускной способности от размера объектов.

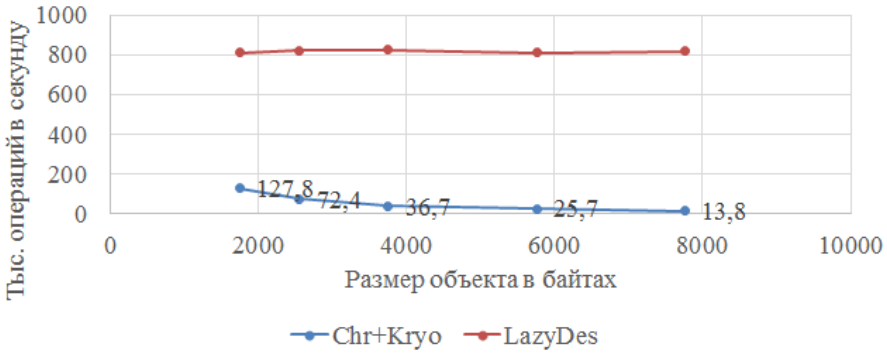


Рисунок. Графики, отображающие число итераций теста, выполняемых Chronicle Map и реализованных в данной работе библиотекой с использованием тестового объекта в зависимости от размера объекта

В итоге была разработана библиотека, удовлетворяющая поставленным требованиям. Реализованный подход частичной динамической сериализации/десериализации позволил существенно повысить производительность по сравнению с подходом полной сериализации/десериализации применительно к тестовому случаю. Основными

ограничениями, налагаемыми библиотекой при ее применении, являются требование древовидной структуры хранимых объектов и необходимость ручного освобождения памяти после завершения работы с объектом. Но будущие версии библиотеки могут быть избавлены от этих ограничений, что сделает ее внедрение более простым.

Литература

1. Ghemawat S. TCMalloc: Thread-Caching Malloc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://goog-perftools.sourceforge.net/doc/tcmalloc.html, своб.
2. Triplett J. et al. Resizable, scalable, concurrent hash tables via relativistic programming // USENIX annual technical conference. – 2011. – P. 11.
3. Arbel M., Morrison A. Predicate RCU: an RCU for scalable concurrent updates // ACM SIGPLAN. – 2015. – V. 50. – P. 21–30.

Самко Марина Леонидовна
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра технологии приборостроения, группа № Р3477
Направление подготовки: 12.03.01 – Приборостроение
e-mail: marina_94@inbox.ru

УДК 658.562.64

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ОСНОВАНИЕ»

М.Л. Самко
Научный руководитель – к.т.н., доцент К.П. Помпеев

Ввиду ужесточения конкурентной борьбы требования к точности и скорости измерений непрестанно увеличиваются. В связи с этим роль измерительных средств, точность которых должна быть на порядок выше, чем допустимая погрешность, повышается. Именно к таким измерительным устройствам относится координатно-измерительная машина (КИМ), с помощью которой проводится контроль детали «Основание».

Цель работы заключалась в создании программы измерений для детали «Основание», с помощью которой станет возможным модернизация процесса контроля.

При осуществлении процесса контроля на производстве главной задачей оператора КИМ является создание оптимальной стратегии измерения детали, написание программы измерения и анализ полученных результатов. Анализ конструкторско-технологической документации позволит разработать стратегию измерения. От правильно составленной стратегии зависит не только точность, но и производительность.

Для контроля детали «Основание» в качестве конструкторской документации были получены чертеж детали и ее электронная модель, которая используется непосредственно для разработки программы измерений. В качестве технологической документации – технологический процесс изготовления детали «Основание», в нем насчитывается 8 операций контроля. Все эти операции, кроме входного контроля материала и контроля термообработки, можно модернизировать с помощью координатно-измерительной машины.

КИМ – это измерительное средство с числовым программным управлением, задачей использования которой являлось проведение контрольно-измерительных

операций с целью проверки соответствия геометрических параметров изделия конструкторско-технологической документации [1]. В данной работе использовался КИМ портального типа DEA Global performance 05.07.05 (рисунок), данный вид считается самым распространенным и максимально точным.

Рисунок. КИМ портального типа DEA Global Performance

Программа создавалась в программной среде PC-DMIS. PC-DMIS – размерно-ориентированное приложение, которое сокращает время на анализ и обработку результатов измерения на КИМ.

Создание программы начинается с импорта 3D-модели. Именно с ее помощью оператор добавляет надлежащие измерению элементы в программу, затем добавляет оснастку, следующим шагом выбирает щуп. В данном случае – это щуп 0,7-20-20, где 0,7 – диаметр наконечника щупа, в мм, а 20 – габаритная длина и длина удлинителя, также в мм. Вслед за этим определяют и добавляют безопасную плоскость. После того, как выбран щуп, 3D-деталь импортирована, а оснастка и безопасная плоскость добавлены, приступают к определению места положения детали на столе и созданию новой системы координат. Для установления, в каком месте на машине находится контролируемая деталь, измеряют цилиндр, плоскость и прямую. После того, как данные измерения выполнены, переходим к созданию новой системы координат (СК). Следующим шагом создаем измеряемые элементы. Все последующие элементы измеряем в автоматическом режиме, которые создаются с помощью панели «Авто». При создании измеряемых элементов выбираем элемент, который нужно измерить, нажимаем соответствующую ему кнопку на панели «Авто» и отмечаем этот элемент на 3D-модели, расставляем точки на поверхности 3D-модели, либо перетаскивая сгенерированные точки, либо вводя координаты в соответствующие окна.

После того, как программа написана, необходимо проверить ее на работоспособность. С помощью режима генерации линий траектории прохождения щупа во время измерений проверяем, не столкнется ли щуп с деталью или оснасткой. При условии отсутствия столкновений проводятся измерения. Время, затраченное на измерение, составило 0,5 ч без учета калибровки. С учетом калибровки – 0,75 ч.

После того, как измерения проведены, создается протокол измерений. В PC-DMIS по умолчанию сохраняются данные измерения в виде стандартного текстового отчета, называемого протоколом измерений, который содержит полные данные по каждому из элементов, измеренных в процессе выполнения программы [2].

Составляя отчеты используются шаблоны. Можно вставить одни и те же данные в разные шаблоны, создавая разные отчеты из одинаковых данных, а можно, наоборот, стандартизировать отчеты путем создания единого шаблона для них, что облегчит вывод содержащейся в них информации.

Для обеспечения изготовления деталей, а также организации труда всех участников производственного процесса создается технологическая документация. Технологическая документация содержит необходимую информацию для различных служб предприятия, необходимую для определения загрузки оборудования участков, цехов, предприятия, диагностирования потребности в средствах технологического оснащения и материала, расчета себестоимости изделия. Задачей было составить новую карту контроля, отображающую изменения, внесенные в процесс технического контроля детали «Основание», при составлении использовался способ заполнения [3].

Проведение измерений с помощью КИМ позволило не только упразднить большой диапазон измерительных устройств, сократить время проведения контроля и минимизировать влияние человеческого фактора, но и упростить контрольные операции, что в совокупности оказывает влияние на повышения производительности труда.

Литература

1. Сурков И.В., Мягкова М.В. Применение КИМ для контроля линейно-угловых параметров зубчатых колес // Оборудование и инструмент. Металлообработка. – 2007. – № 5. – С. 86–89.
2. PC-DMIS™ 3.6 версия для WindowsNT/2000/XP: Справочное руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vunivere.ru/work45253, своб.
3. ГОСТ 3.1502-85. Формы и правила оформления документов на технический контроль. – Введен 01.01.1987. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 14 с.

Самойленко Александр Владимирович
Год рождения: 1995
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, группа № Р3455
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: aronornone@gmail.com

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО СЕРВИСА ОРГАНИЗАЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А.В. Самойленко
Научный руководитель – аспирант И.Ю. Попов

Разработка электронного сервиса является приоритетной задачей для каждого ведомства и организаций, подключающихся к системе межведомственного электронного взаимодействия. Помимо функциональных возможностей система должна соответствовать всем предъявленным требованиям обеспечения безопасности. Усложняет проектирование информационной системы то, что не существует типовых решений, а достоверной информацией о конфигурации системы обладает только ее архитектор. Отсутствие конкретного примера электронного сервиса и различные критерии для несходных систем вынуждает разработчиков проектировать системы «с

нуля». Возникает противоречие между потребностью общества в быстром развитии защищенных информационных систем и практикой проектирования безопасных систем, связанной с большими временными затратами. Таким образом, разработка электронного сервиса организации с применением типовых решений является актуальной задачей [1–3].

Целью работы являлась разработка системы, состоящей из программно-аппаратных решений, позволяющих пройти процедуру регистрации и обеспечивающих дальнейшую работу в системе межведомственного электронного взаимодействия. Для обеспечения полного соответствия всех решений разработанной системе, автором была рассмотрена некоторая часть полностью функционирующей системы. Дальнейший выбор аппаратной и программной составляющей для работы в системе межведомственного электронного взаимодействия напрямую не определен специальными нормативными актами. Это позволило проектировать систему исходя только из некоторых требований, что сделало разрабатываемый сервис гибким в процессе разработки, а также определить минимальные системные требования, предъявляемые к разработанному электронному сервису.

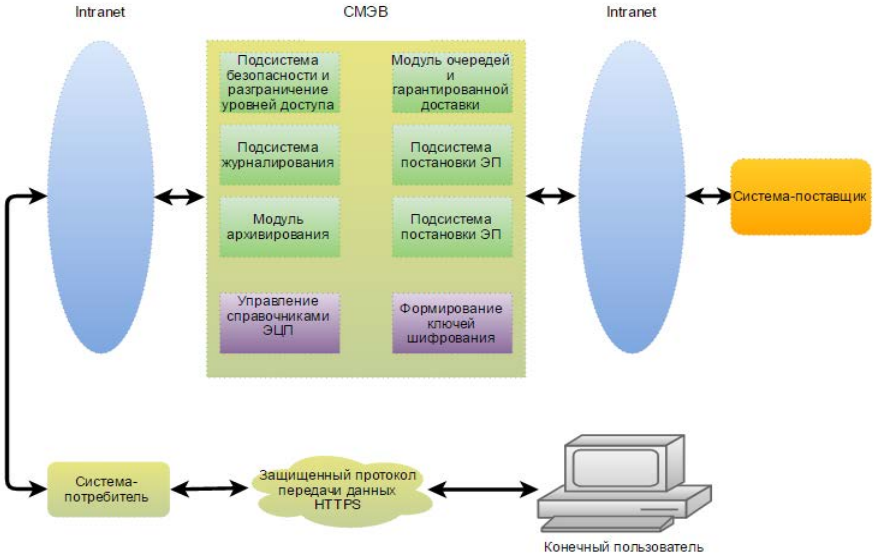


Рисунок. Архитектура электронного сервиса организации

Главной решаемой задачей построения системы является то, что все функции, требования и возможности электронного сервиса организации реализуются благодаря трем решениям: средством защиты сети передачи данных, отмеченным на рисунке синим цветом, системой электронного документооборота – зеленым цветом и программой электронной цифровой подписи – фиолетовым цветом. Данная архитектура определяет принцип работы электронного сервиса и разделяет полномочия между компонентами системы, а также обеспечивает конкретность выполнений функций и позволяет избежать их дублирование.

В работе были рассмотрены требования к каждому элементу разрабатываемой системы, а также определены ключевые параметры и их основные атрибуты. Произведен анализ предоставленных на рынке программно-технических решений, составлены сравнительные таблицы и обоснован выбор каждого элемента системы.

На основании полученных данных было выбрано одно программно-техническое решение для каждого элемента системы:

– средство защиты сети передачи данных – ViPNet Coordinator HW100B;
– система электронного документооборота – ЭОС «ДЕЛО»;
– средство электронной цифровой подписи – КриптоПро CSP.

Рассчитана стоимость данной конфигурации электронного сервиса со сроком лицензии 1 год (таблица).

Таблица. Стоимость разработанного электронного сервиса

	ЭОС «ДЕЛО»	КриптоПро CSP	ViPNet Coordinator HW100B
Стоимость	13400 руб.	37500 руб.	79800 руб.
Итог	130700 руб.		

В ходе выполнения работы была рассмотрена система межведомственного электронного взаимодействия. Определены цели, задачи и структура данной системы. Изучена нормативно-правовая база и требования, предъявляемые к системе межведомственного электронного взаимодействия. На основе полученных данных был разработан электронный сервис организации, для которого были определены конкретные программно-аппаратные решения.

Данная проблема требует дальнейшего исследования для более глубокого анализа системы межведомственного электронного взаимодействия и разработки полноценного сервиса организации с программным и аппаратным обеспечением для работы в системе межведомственного электронного взаимодействия.

Литература

1. Простаков А. Общее представление о системе межведомственного электронного взаимодействия в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cmeb_01/, своб.
2. Системный проект формирования в Российской Федерации инфраструктуры электронного правительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://smev.gosuslugi.ru/portal/api/files/get/652, своб.
3. Архитектура защиты информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://infoprotect.net/varia/arhitektura_zasccityi_informacii, своб.

Сафин Артур Айратович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № В3405
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: Teletonik@gmail.com

УДК 681.2.087

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОТОТОТИПА БЕСПРОВОДНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДАТЧИКА С ОТКРЫТОЙ АРХИТЕКТУРОЙ, ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ИНТЕГРИРОВАТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, И ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.А. Сафин
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Денисов

В настоящее время существует проблема катастроф, связанных с природными явлениями. Камнепады, оползни, лавины, обвалы – все они приносят большой ущерб, не говоря о постоянной угрозе жизни для человека. Последствия камнепадов, оползней, лавин

и обвалов бывают очень серьезные. Уничтожаются транспортные пути, связь, жилые кварталы, деревни и даже города. Люди стараются предотвратить подобные катастрофы, устанавливая различные защитные сооружения. Однако угроза риска тем самым окончательно не решается, необходима дополнительная установка различных систем мониторинга за защитными сооружениями и объектами, находящимися в зоне риска катастроф. Одной из передовых компаний, занимающихся разработкой и установкой защитных систем, является компания «Geobrugg». Их главным отличием от остальных является то, что они используют беспроводные сенсорные сети в качестве систем мониторинга. Беспроводные сенсорные сети – это скопление многофункциональных датчиков, связанных друг с другом по протоколу беспроводной связи [1]. В составе многофункционального датчика имеются различные чувствительные элементы, которые ведут постоянный мониторинг за объектом. Скопленная информация после первоначальной обработки многофункциональным датчиком передается в ситуационный центр для дальнейшей обработки. Существенным недостатком этой разработки является отсутствие видеодатчиков в составе многофункционального датчика.

Целью работы стала разработка прототипа беспроводного многофункционального датчика с открытой архитектурой, позволяющей интегрировать чувствительные элементы различного функционального назначения, и предназначенного для мониторинга состояния защитных сооружений. Основными задачами, которые было необходимо решить для достижения поставленной цели, являлись разработка структурной схемы прибора, подбор чувствительных элементов, разработка конструкции многофункционального датчика.

Разработанная структурная схема представлена на рис. 1.

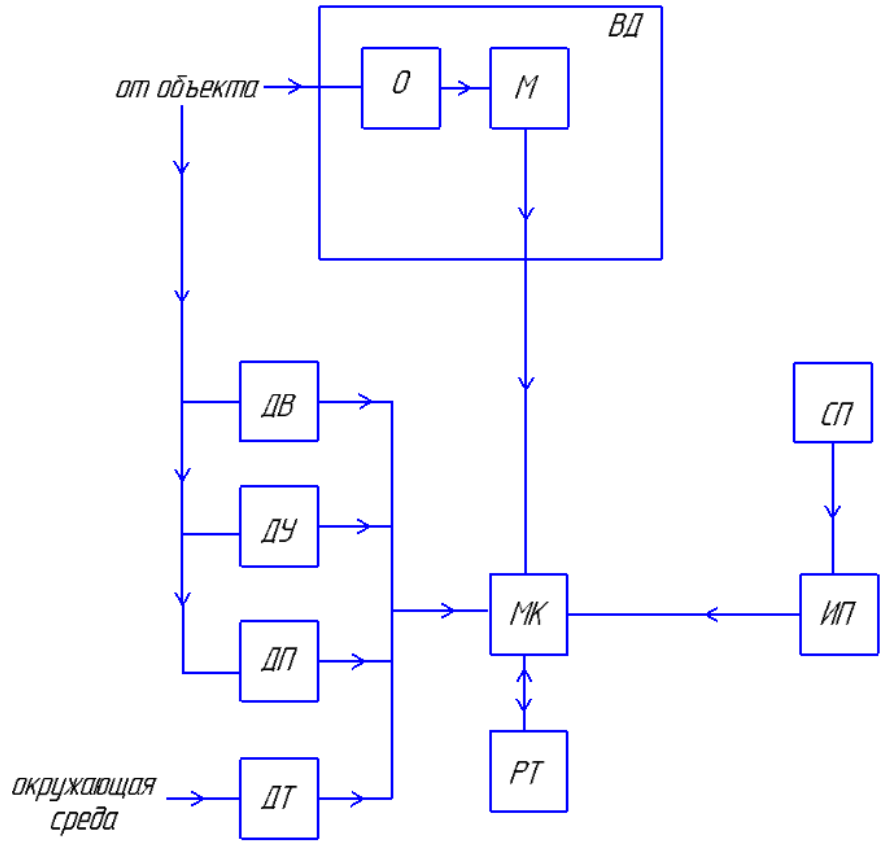


Рис. 1. Структурная схема многофункционального датчика: ВД – видеодатчик; ДВ – датчик вибрации; ДП – датчик положения; ДТ – датчики температуры; ДУ – датчик удара; ИП – источник питания; М – плата с матрицей; МК – микроконтроллер; РТ – радиотрансивер; СП – солнечная пластина

Основными чувствительными элементами являются датчики, работающие по принципу микроэлектромеханических структур. В качестве датчики удара был выбран акселерометр H3LIS331DL от компании «STMicroelectronics», а в качестве датчики положения – акселерометр ADX313 от компании «Analog Devices». Особенностью микроэлектромеханических структур является малое энергопотребление, высокая чувствительность, малые габаритные размеры, низкая стоимость.

На рис. 2 представлен сборочный чертеж многофункционального датчика.

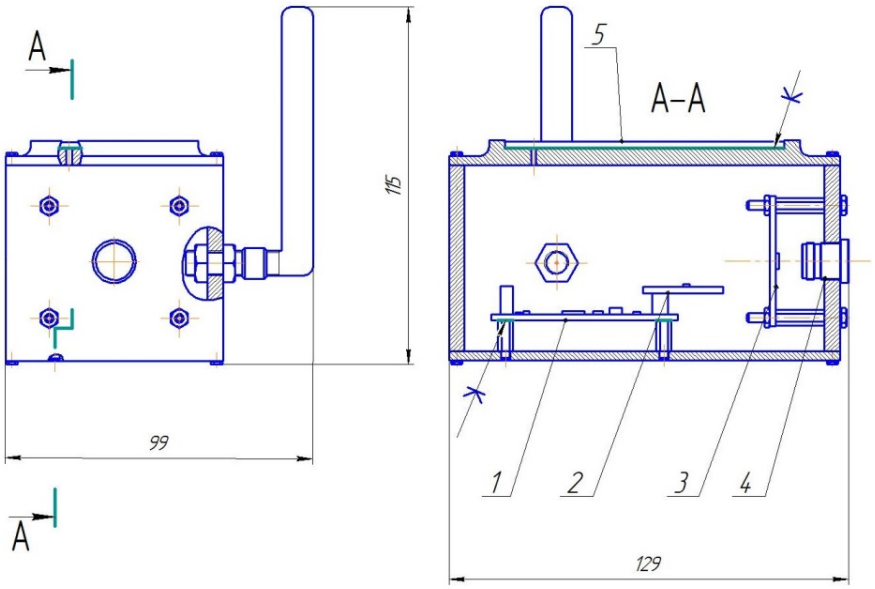


Рис. 2. Сборочный чертеж многофункционального датчика: 1 – плата микроконтроллера; 2 – радиотрансивер; 3 – плата с матрицей; 4 – объектив; 5 – солнечная пластина

В ходе данной работы был решен ряд задач, в том числе проведен аналитический обзор существующих систем мониторинга, и подробно изучен наиболее перспективный проект от компании «Geobrugg», реализованный по принципу беспроводных сенсорных сетей.

На основе аналитического обзора была разработана структурная схема многофункционального датчика. Был выполнен проверочный габаритно-энергетический расчет, который показал, что выбранная матрица ICX659AL от компании «SONY» отлично подходит в качестве приемника оптического излучения как в дневное, так и в ночное время суток совместно с дополнительным освещением в виде светодиодного прожектора, мощностью 10 Вт. Также был выбран объектив 36518-3MAS от компании «Daiwoon» [2].

Был проведен расчет разрешающей способности многофункционального датчика, в ходе которого удалось установить, что камень, величиной 10 см, который может создать преграду для железнодорожных путей, будет различим оптической системой датчика.

Была разработана конструкция многофункционального датчика и схема подключения чувствительных элементов к микроконтроллеру по протоколу SPI.

Постановка задач для дальнейших исследований:

- накопление базы чувствительных элементов;
- создание макета многофункционального датчика;
- проведение первичных испытаний;
- разработка программного обеспечения для соответствующих чувствительных элементов.

Литература

1. Бураков А.В., Сафин А.А. Исследование принципов организации сенсорных сетей в системах мониторинга сооружений защиты от скально-обвальных явлений // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2015. – Т. 1. – С. 89–91.
2. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 277 с.

Серова Алиса Игоревна
Год рождения: 1993
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3450
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: aliceinwobderland25@gmail.com

УДК 004.932.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЙ С УЧЕТОМ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫХ ФОТОКАМЕР

А.И. Серова
Научный руководитель – к.т.н., ассистент И.В. Сорокин

В настоящее время в различных сферах человеческой деятельности все более широкое применение находят информационные технологии, связанные с массовой компьютеризацией. В связи с этим возникает все больше способов мошенничества. Современные фотоаппараты и снимки, созданные с их помощью, наряду с компьютерами и другими компьютерными устройствами, являются носителями криминалистически значимой компьютерной информации [1]. Очень важно уметь различать оригинальную фотографию от измененной автоматически, например, методами машинного обучения. Эта проблема является актуальной в области информационной безопасности.

Целью работы являлась разработка модели для распознавания правдоподобности JPEG-изображения и определение его источника (фотокамера или графический редактор) при помощи методов машинного обучения. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: подготовка выборки, состоящей из примеров фотоснимков, сделанных с помощью различных моделей фотокамер; подготовка выборки, состоящей из изображений, отредактированных в различных графических редакторах; выделение основных характеристик JPEG-изображений; применение различных методов машинного обучения для классификации изображений.

Согласно спецификации T.81 [2] формат JPEG состоит из упорядоченного набора параметров и маркеров, описывающих сжатые данные. Маркеры служат для идентификации различных структурных частей формата JPEG. Все существующие маркеры условно можно разделить на три группы: основные, второстепенные и остальные. Отдельного внимания заслуживают два маркера: DQT и DHT, они относятся к первой группе. Их значения определяются производителями цифровых фотокамер на основании характеристик устройства и записываются заранее.

Существующие методы определения подлинности изображений либо устарели (визуальный метод, определение по метаданным EXIF), либо сложны в реализации, подвержены к переобучению и, как правило, разрабатываются на определение какого-то конкретного способа редактирования изображения (анализ на уровне пикселей) [3].

В ходе изучения спецификации формата JPEG автором была предложена инновационная идея, использовать особенности структуры таких файлов в качестве признаков классификации, а именно: последовательность, количество маркеров и их длину секции. Для классификации были использованы сначала 43 признака (кол-во всех маркеров, тип и количество маркеров, выбранных автором). Далее количество характеристик было расширено до 299, где 43 – признаки, используемые ранее, а 256 – вектор, показывающий встречаемость каждого байта в первой таблице квантования (маркер DQT).

Выборка оригинальных изображений была получена путем скачивания с сайта www.steves-digicams.com. Здесь представлены различные модели фотоаппаратов вместе с примерами оригинальных фотографий. С помощью специальной библиотеки httplib2 для Python было скачано 12518 фотографий. Изначально было 22 марки и около 200 моделей. После предобработки количество изображений сократилось до 11431 фотографий и 10 классов марок: Canon, Casio, Fujifilm, Kodak, Nikon, Olympus, Panasonic, Pentax, Samsung, Sony.

В качестве классов редакторов изображений были выбраны следующие программы: Adobe Photoshop CC 2015, Open CV2, Fotor, Pixlr, GIMP, ImageMagick, PIL, XnConvert. Также как отдельный класс были взяты изображения, сохраненные из социальных сетей (Facebook, Instagram, Vkontakte, Twitter, Telegram), и сгенерированные изображения в редакторе Open CV2. Выборка отредактированных изображений была получена из исходной выборки с помощью следующего алгоритма:

1. генерация массива из 1000 случайных оригинальных фотографий;
2. применение функций редактора с различными параметрами;
3. сохранение отредактированных изображений. Класс Social Media был получен путем скачивания изображений из социальных сетей – Facebook, Twitter, Instagram, Vkontakte, Telegram.

Для обучения модели необходимо обработать полученную выборку. Алгоритм обработки изображения включает в себя поиск заданных маркеров в байтовом представлении файла и преобразование полученной информации в нужный вид. Далее нужно протестировать различные методы машинного обучения для классификации изображений. Автором были выбраны следующие методы: логистическая регрессия, наивный байессовский классификатор, *k*-ближайших соседей [4], дерево решений, random forest [5] и svm. Самыми лучшими методами оказались дерево решений и random forest.

Полученная точность угадывания марок фотокамер на тестовой выборке составила более 94%, а классы Fujifilm, Kodak и Panasonic имеют максимальную точность – 100%. А точность угадывания редакторов составила более 95%, с максимальной точностью у таких классов, как Fotor, OpenCV2, OpenCV2(generate), PIL, Pixlr, Social Media. Полученные результаты говорят, во-первых, о том, что данные хорошо разделимы, а, во-вторых, о том, что метод, предложенный автором, может быть успешно применен на практике.

Заключение. В результате проделанной работы была получена модель, позволяющая определять правдоподобность изображений с вероятностью 98,47%, а также марки фотокамер с вероятностью 95,15%. Такой результат позволяет найти практическое применение в области информационной безопасности и криминалистике. Данный метод имеет дальнейшие пути развития и улучшения

результатов. Например, пополнение базы данных оригинальных фотографий, расширение количества классов как марок, так и редакторов, поиск новых характеристик для классификации.

Литература

1. Хатунцев Н.А., Лизоркин А.М., Черячукина Е.А. Метод доказывания неизменности фотоизображений в рамках компьютерно-технической экспертизы // Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки: сб. ст. по мат. XX междунар. студ. науч.-практ. конф. – 2014. – № 5(20). – С. 504–511.
2. Recommendation T.81. Information technology – digital compression and coding of continuous-tone still images requirements and guidelines. – The International telegraph and telephone consultative committee, 1993. – 186 p.
3. FourAndSix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fourandsix.com/fourmatch, своб.
4. Введение в машинное обучение с помощью Python и Scikit-Learn [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/company/mlclass/blog/247751, своб.
5. Классификация и регрессия с помощью деревьев принятия решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/116385, своб.

Смоленцев Алексей Юрьевич
Год рождения: 1995
Естественнонаучный факультет, кафедра высшей математики, группа № А3400
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: smolentcev@gmail.com

УДК 532.5.032

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕКАНИЯ ТОНКОГО СЛОЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТЕНКИ

А.Ю. Смоленцев
Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст.н.с., доцент С.А. Чивилихин

Одно из глобальных направлений промышленности, связанных с вязкими жидкостями – это стекольная промышленность. В ее контексте вязкой жидкостью является жидкое стекло. В работе [1] автор рассмотрел ряд методов и технологий, распространенных в стекольной промышленности. В настоящей работе рассмотрен процесс стекания вязкой жидкости с вертикальной стенки. Это можно интерпретировать как процесс стекания жидкого стекла во время его формования. Главной **целью работы** являлось получение формы свободной поверхности стекающей жидкости [2, 3].

При решении задачи рассмотрена модель, изображенная на рис. 1.

Прочие обозначения, которые будут использованы в дальнейшем: x – координата по оси X; y – координата по оси Y; V_x – скорость стекания жидкости по оси X; V_y – скорость стекания жидкости по оси Y; P – давление жидкости; μ – коэффициент вязкости жидкости.

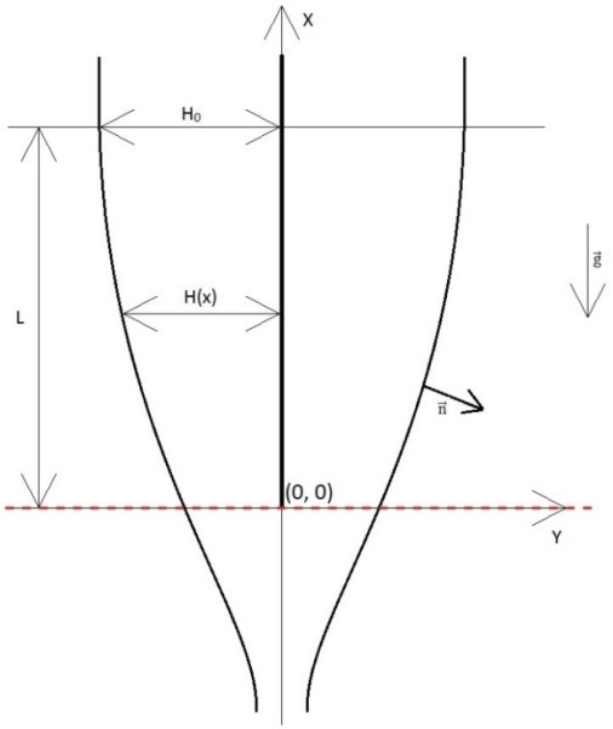


Рис. 1. Рассматриваемая модель: H_0 – начальная ширина слоя вязкой жидкости; $H(x)$ – ширина слоя вязкой жидкости в зависимости от координаты X; L – физическая длина стенки; $\vec{g}$ – ускорение свободного падения; $\vec{n}$ – нормаль к свободной границе

Задача будет решаться методом теории малых возмущений. Сначала рассматривается система уравнений Стокса, вводятся необходимые граничные условия. После этого система обезразмеривается. Для этого вводятся безразмерные величины: $\overline{V_x} = \frac{V_x}{\upsilon_x}$ – безразмерная скорость стекания жидкости по оси X, $\overline{V_y} = \frac{V_y}{\upsilon_y}$ – безразмерная скорость стекания жидкости по оси Y, $\overline{x} = \frac{x}{L}$ – безразмерная координата по оси X, $\overline{y} = \frac{y}{H_0}$ – безразмерная координата по оси Y, $\overline{P} = \frac{P}{P_0}$ – безразмерное давление жидкости, $\overline{H} = \frac{H}{H_0}$ – безразмерная ширина слоя жидкости.

Данные величины подставляются в систему, также вводится малый параметр $\varepsilon = \frac{H_0}{L}$:

$$\begin{cases} \varepsilon^2 \frac{\partial^2 \overline{V_x}}{\partial \overline{x}^2} + \frac{\partial^2 \overline{V_x}}{\partial \overline{y}^2} = \varepsilon \frac{\partial \overline{P}}{\partial \overline{x}} - \overline{g} \\ \varepsilon^3 \frac{\partial^2 \overline{V_y}}{\partial \overline{x}^2} + \varepsilon \frac{\partial^2 \overline{V_y}}{\partial \overline{y}^2} = \frac{\partial \overline{P}}{\partial \overline{y}} \\ \frac{\partial \overline{V_x}}{\partial \overline{x}} + \frac{\partial \overline{V_y}}{\partial \overline{y}} = 0 \\ \left(\varepsilon \overline{PH}' - 2\varepsilon^2 \frac{\partial \overline{V_x}}{\partial \overline{x}} \overline{H}' + \frac{\partial \overline{V_x}}{\partial \overline{y}} + \varepsilon^2 \frac{\partial \overline{V_y}}{\partial \overline{x}}\right)\Big|_{\overline{y}=\overline{H}(\overline{x})} = 0. \\ \left(\varepsilon \frac{\partial \overline{V_x}}{\partial \overline{y}} \overline{H}' + \varepsilon^3 \frac{\partial \overline{V_y}}{\partial \overline{x}} \overline{H}' + \overline{P} - 2\varepsilon \frac{\partial \overline{V_y}}{\partial \overline{y}}\right)\Big|_{\overline{y}=\overline{H}(\overline{x})} = 0 \\ \left(-\overline{V_x} \overline{H}' + \overline{V_y}\right)\Big|_{\overline{y}=\overline{H}(\overline{x})} = 0 \\ \overline{V_x}\big|_{\overline{y}=0} = \overline{V_y}\big|_{\overline{y}=0} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Система (1) решается в нулевом, первом и втором приближении.

$$\begin{cases} \overline{P} = -\varepsilon \overline{g}\overline{H}'\left(\overline{y}+\overline{H}\right) \\ \overline{V_x} = \left(\begin{array}{c} -\frac{\overline{g}\overline{y}^2}{2}+\overline{g}\overline{H}\overline{y}+ \\ +\varepsilon^2\left(5\overline{g}\overline{y}\overline{H}\left(\overline{H}'\right)^2+\frac{5\overline{g}\overline{y}\overline{H}^2\overline{H}''}{2}-\frac{\overline{g}\overline{y}^3\overline{H}''}{3}-\frac{\overline{g}\overline{y}^2\overline{H}\overline{H}''}{2}-\frac{\overline{g}\overline{y}^2\left(\overline{H}'\right)^2}{2}\right) \end{array} \right) \\ \overline{V_y} = \left(\begin{array}{c} -\frac{\overline{g}\overline{y}^2\overline{H}'}{2}+\varepsilon^2\left(-\frac{5\overline{g}\overline{y}^2\left(\overline{H}'\right)^3}{2}-\frac{15\overline{g}\overline{y}^2\overline{H}\overline{H}'\overline{H}''}{2}\right)+ \\ +\varepsilon^2\left(-\frac{5\overline{g}\overline{y}^2\overline{H}^2\overline{H}'''}{4}+\frac{\overline{g}\overline{y}^4\overline{H}'''}{12}+\frac{\overline{g}\overline{y}^3\overline{H}'\overline{H}''}{2}+\frac{\overline{g}\overline{y}^3\overline{H}\overline{H}'''}{6}\right) \end{array} \right) \\ 3\overline{H}^2\overline{H}''' + 16\overline{H}\overline{H}'\overline{H}'' - 6\left(\overline{H}'\right)^3 = 0 \end{cases}.$$

Во втором приближении было получено уравнение на форму свободной границы. Как видно – это дифференциальное уравнение третьего порядка. Кратко описан ход решения данного уравнения: сначала порядок уравнения понижается до второго; затем уравнение приводится к более удобному виду; после этого путем замены переменной уравнение сводится к общему уравнению Риккати; далее решается полученное общее уравнение Риккати и делается обратная замена переменной. Решение уравнения получается в виде зависимости $\overline{H}'$ от $\overline{H}$. Далее получается зависимость $\overline{x}$ от $\overline{H}$.

$$\overline{x} = \frac{6B\overline{H}^{\frac{16}{3}-\frac{\sqrt{313}}{6}}}{32-\sqrt{313}} F\left[\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}+\frac{16}{\sqrt{313}}, \frac{1}{2}+\frac{16}{\sqrt{313}}, \overline{H}^{\frac{\sqrt{313}}{3}}\right] - C. \qquad (2)$$

Выражение (2) – уравнение, по которому можно построить форму свободной поверхности. Как видно, в выражении есть два свободных параметра B и C. Параметр C отвечает за трансляционную инвариантность решения. Исследуем графическим методом влияние на форму свободной границы параметра B (рис. 2).

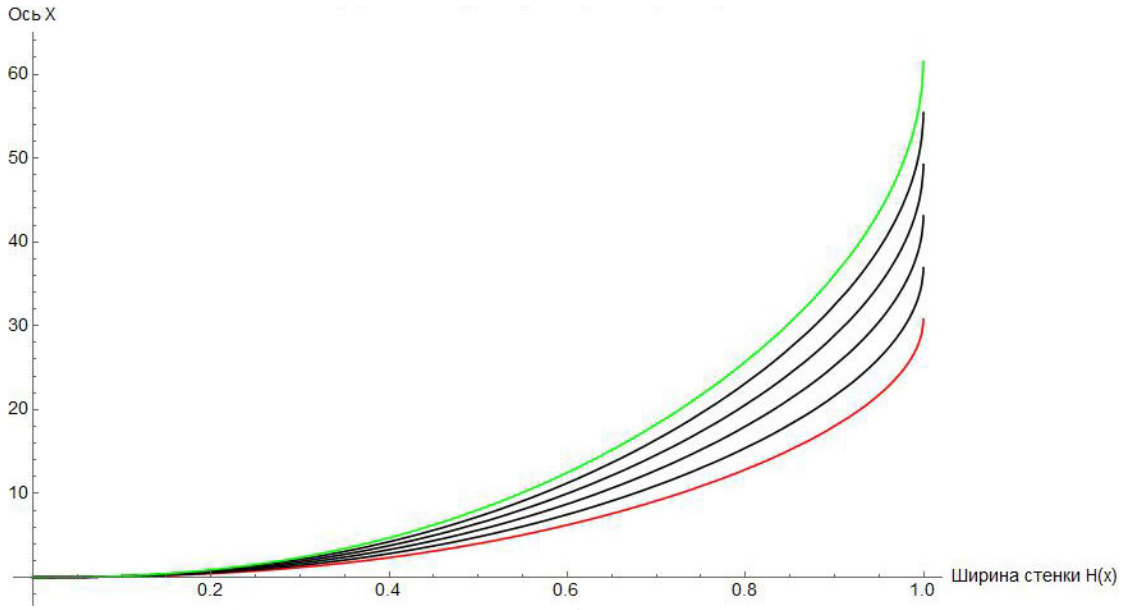


Рис. 2. Зависимость формы свободной границы от параметра B

На рис. 2: нижний график – график при $B = 50$; верхний график – график при $B = 100$. Шаг параметра между каждым из графиков равен 10. Как видно из рис. 2, при увеличении параметра B происходит изменение значения производной $\overline{H}$.

В ходе работы методом теории малых возмущений рассчитаны поля скоростей и давления в слое вязкой жидкости, стекающем с вертикальной стенки, в нулевом, первом и втором приближениях. Во втором порядке теории малых возмущений выведено дифференциальное уравнение, описывающее конфигурацию свободной поверхности слоя вязкой жидкости, стекающего с вертикальной стенки. С помощью пакета Wolfram Mathematica 10 получено и исследовано точное решение этого уравнения. В дальнейшем планируется решить задачу о вытяжке (ниже пунктирной линии на рис. 1) и сшить ее решение с изложенным решением.

Литература

1. Howell P.D. Extensional Thin Layer Flows [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eprints.maths.ox.ac.uk/25/1/howell.pdf, своб.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
3. Зайцев Ф.В., Полянин А.Д. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Физматлит, 2001. – 576 с.

Солонин Артем Алексеевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: tema.solonin@yandex.ru

УДК 004.522

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ В ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ

А.А. Солонин
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

Речь является естественным средством коммуникации между людьми. Это самый быстрый и эффективный способ донести до другого человека информацию или указания. Несмотря на это, на рынке до сих пор отсутствует командная система распознавания речи, которую можно установить на микроконтроллер.

Целью работы являлась интеграция, программная и аппаратная доработка и сравнительный анализ систем распознавания речи, применяемых в информационно-управляющих системах.

Исходя из определения информационно-управляющей системы (ИУС) были выбраны следующие системы – CMU Sphinx, Microsoft Speech Recognition, uSpeech. uSpeech – единственная система распознавания речи с открытым кодом, которую можно установить непосредственно на микроконтроллер, поэтому ее анализу было уделено наибольшее внимание.

Для корректного использования микроконтроллера был разработан усилитель сигнала на биполярном транзисторе [1, 2]. Работа схемы была смоделирована в среде LTSpice и собрана на макетной плате. Экспериментально были подтверждены теоретические характеристики. Пример представлен на рис. 1.

После этого на микроконтроллер была установлена система uSpeech, в основе работы которой лежит величина complexity. Она определяется, как:

$$complexity = \frac{\sum f'(x)}{\sum \int f(x)}, \quad (1)$$

где $f(x)$ – значения на выходе аналого-цифрового преобразователя (АЦП), записанные в буфер. С физической точки зрения это означает, что звук, содержащий в себе низкие частоты с высокой амплитудой, будет иметь меньшее значение complexity. Таким образом complexity является упрощенным преобразованием Фурье, так как показывает, какие частоты в сигнале имеют бо́льшую амплитуду.

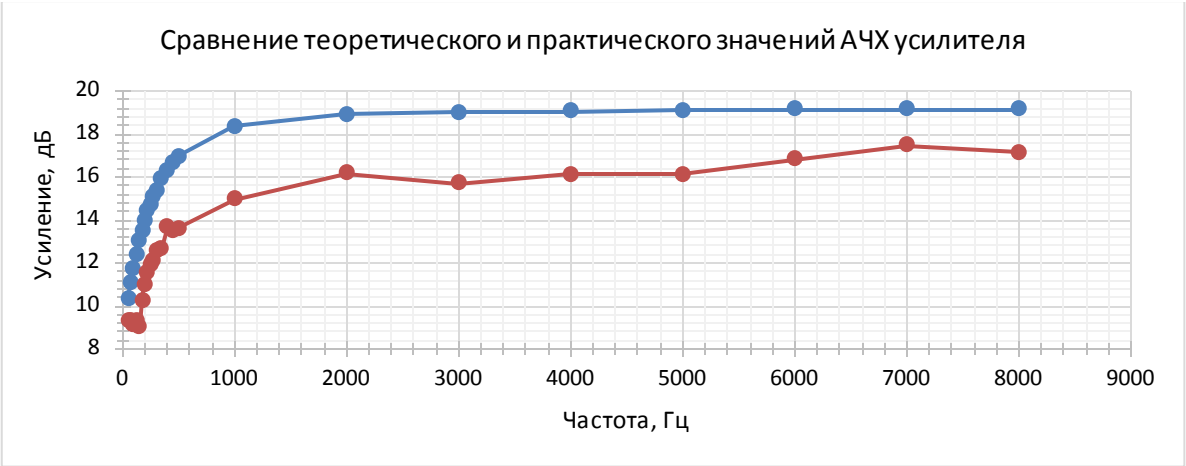


Рис. 1. Сравнение теоретического и практического значений амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) усилителя

Новые разработанные алгоритмы требуют больше вычислительных ресурсов, поэтому необходимо было провести оценку их вычислительной сложности. Для этого была проведена оценка длительности произношения различных фонем в разных словах с помощью спектрограмм (рис. 2).

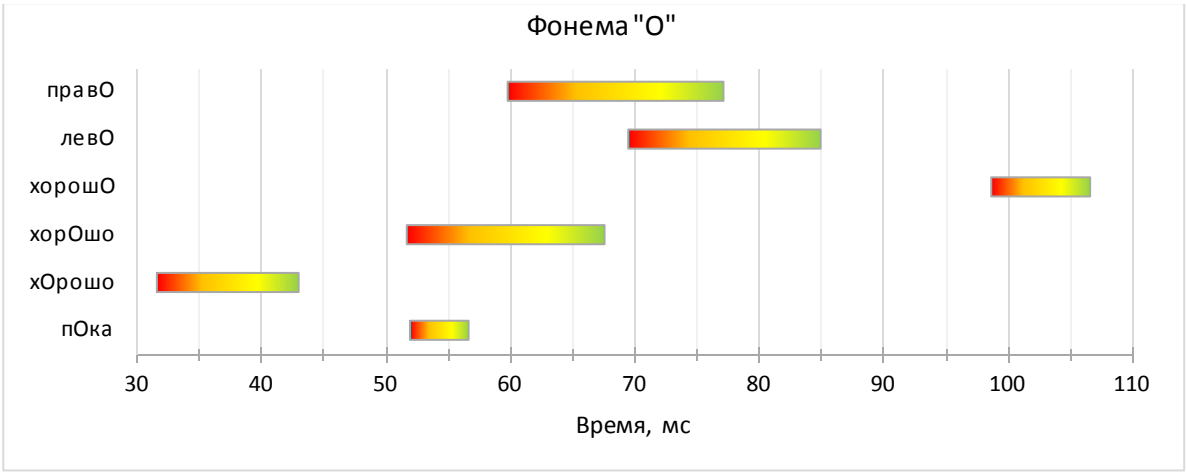


Рис. 2. Доверительные интервалы времени произношения для фонемы «О» в различных словах

Исходя из вышеуказанных вычислений получено, что у устройства имеется только 40 мс для определения произнесенной фонемы. Как видно на рис. 3 complexity не дает однозначного ответа на то, какая фонема была произнесена. Для более точной классификации необходимо использовать другие акустические параметры, такие как энергия, продолжительность звучания [3].

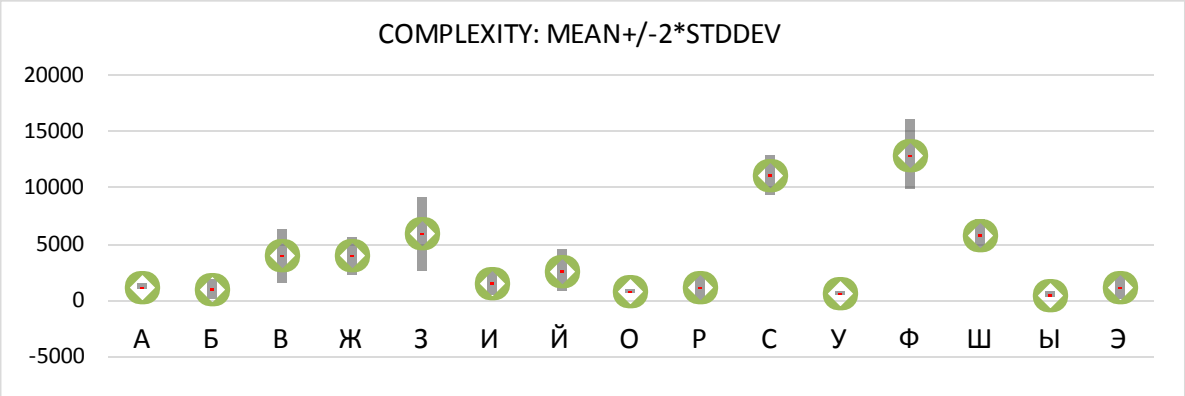


Рис. 3. Зависимость значения complexity от произнесенной фонемы (оставшиеся фонемы)

Вследствие несовершенства алгоритмов, uSpeech теряла работоспособность спустя несколько минут работы. Для решения этих проблем было решено произвести модификации [4].

За определение начала и конца произношения слова отвечают такие метрики, как EMA и динамические каналы. Принцип работы системы был определен следующим образом:

1. значение на выходе АЦП при абсолютной тишине вычисляется динамически:

$$EMA = X_i \frac{2}{T+1} + EMA_{old}\left(1 - \frac{2}{T+1}\right), \quad (2)$$

где EMA – экспоненциальное скользящее среднее; X_i – значение на выходе АЦП; T – период; EMA_{old} – прошлое значение экспоненциального среднего;

2. опытным путем было выявлено, что произношение каких-либо слов будет сопровождаться резким увеличением размаха сигнала (даже при наличии каких-либо фоновых шумов). Потому для определения момента включения процесса распознавания было решено использовать динамические каналы:

$$DynamicChannel_{High} = EMA + K\sqrt{\frac{1}{BuffSize}\sum_{i=1}^{BuffSize}(x_i - \bar{x})^2}, \quad (3)$$

где $DynamicChannel_{High}$ – значение верхней границы канала; EMA – экспоненциальное скользящее среднее; K – коэффициент (равный 2); $BuffSize$ – размер буфера; x_i – i-ое значение сигнала в буфере; $\bar{x}$ – среднее значение сигнала в буфере.

Для определения произнесенной фонемы был разработан алгоритм, не требующий больших вычислительных ресурсов и использующий базовые статистические понятия (табл. 1).

Таблица 1. Пример работы алгоритма выборки слова «ФАЗА» из словаря

			Ф			А			З			А							ФАЗА	УАЗ
			12987			1266			5894			1266						А	0,3333333	0,2724014
СРЕДН.	Фонема	12500	13500	13000	1600	1100	1200	5500	6000	5700	1400	1100	1300				З	0,2258065	0,2150538
1266	А	11234	12234	11734	334	166	66	4234	4734	4434	134	166	34				Р	0,1989247	0,2437276
5894	З	6606	7606	7106	4294	4794	4694	394	106	194	4494	4794	4594				У	0,0887097	0,2365591
1129	Р	11371	12371	11871	471	29	71	4371	4871	4571	271	29	171				Ф	0,1532258	0,0322581
585	У	11915	12915	12415	1015	515	615	4915	5415	5115	815	515	715				КОЭФФ	0,0430108	0,3422939
12987	Ф	487	513	13	11387	11887	11787	7487	6987	7287	11587	11887	11687						
														СУММ	ВЕРОЯТН.			РАЗН.ВЕР	РАЗН.ВЕР
	А	4	4	4	16	8	16	8	8	8	16	8	16	116	0,311828			0,0215054	0,0394265
	З	8	8	8	2	2	2	16	16	16	2	2	2	84	0,225806			0	0,0107527
	Р	2	2	2	8	16	8	4	4	4	8	16	8	82	0,22043			0,0215054	0,0232975
	У	1	1	1	4	4	4	2	2	2	4	4	4	33	0,08871			0	0,1478495
	Ф	16	16	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	57	0,153226			0	0,1209677
													ВСЕГО	372					

Для оценки точности работы систем распознавания речи применялась наиболее распространенная метрика WER (Word error rate) – показатель неправильно распознанных слов и обратная ей метрика WRR (Word recognition rate) [5]. Результаты сравнения разработанной системы с аналогами представлены в табл. 2.

Разработанная система LiteSpeech имеет невысокую точную распознавания по сравнению с CMU Sphinx и Microsoft Speech Recognition. Но необходимо отметить, что алгоритмы, использующиеся в LiteSpeech будут быстро работать практически на любом микроконтроллере. Также стоить отметить, что еще не были внедрены акустические параметры для более точной классификации фонем, такие как энергия и продолжительность звучания – они повысят точность распознавания фонем, что, в свою очередь, увеличит значение метрики WRR. Необходимо также учесть низкие стоимость и энергопотребление аппаратного обеспечения, необходимого для LiteSpeech, что делает алгоритмы LiteSpeech конкурентоспособными на рынке систем распознавания речи для применения в ИУС.

Таблица 2. Сравнительный анализ систем распознавания речи, применимых в информационно-управляющей системе

	uSpeech	LiteSpeech	CMU Sphinx	MS Speech Recognition
Система	ATMega328P	ATMega328P	Raspberry Pi Zero	Intel Atom
Процессор	8-разр. AVR	8-разр. AVR	ARM11, BCM2835	N280×86
Тактовая частота	16 МГц	16 МГц	1 ГГц	0,8 ГГц
ОЗУ	2 КБ	2 КБ	512 МБ	1 ГБ
ОС	–	–	Raspbian	Windows
Энерго-потребление	3,75–1000 мкВт	3,75–1000 мкВт	0,5–0,7 Вт	3 Вт
Стоимость	0,94 $	0,94 $	32,35 $	130,4 $
Словарь	–	10 слов	10 слов	10 слов
Шум	60 дБ	60 дБ	60 дБ	60 дБ
Голос	78 дБ	78 дБ	78 дБ	78 дБ
WRR	–	64+/–4,8%	78+/–3,9%	84+/–4,8%

Литература

1. Сворень Р.А. Электроника шаг за шагом: Практическая энциклопедия юного радиолюбителя. – 4-е. изд., доп. и испр. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001. – 540 с.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – 2-е. изд. – М.: БИНОМ, 2014. – 704 с.
3. Ли У. Методы автоматического распознавания речи: в 2-х книгах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983.
4. Тампель И.Б. Автоматическое распознавание речи – основные этапы за 50 лет // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15. – № 6. – С. 957–968.

5. Кипяткова И.С., Ронжин А.Л., Карпов А.А. Автоматическая обработка разговорной русской речи. – СПб.: Изд-во СПИИРАН, 2013. – 316 с.

Судас Дмитрий Петрович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: dmitriisudas@mail.ru

УДК 535.65

КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДВУХПОЛОСТНОЙ ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ

Д.П. Судас
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Д. Яськов

Применяющиеся в современной колориметрической практике методы основываются на проведении измерений в области длин волн видимого излучения (λ=380–760 нм). На основе спектральных данных могут быть определены цветовые параметры объекта любой из принятых МКО (ISO) колориметрических систем. В большинстве современных колориметрических приборов применяется малогабаритные спектрофотометры, построенные, как правило, на базе вогнутых дифракционных решеток и многоэлементных фотоприемников. Применение спектрофотометрических блоков в составе колориметрических приборов существенно увеличивает их стоимость, а также усложняет конструкцию в целом. Представляет интерес исследование возможности использования в колориметрии RGB-фотодиодов и светодиодов, которые достаточно точно воспроизводят характеристики стандартизованного наблюдателя и излучателя. Стандарты МКО (ISO) предполагают использование в колориметрических приборах для исследования объектов с диффузным отражением и (или) пропусканием света, интегрирующей сферы [1]. Для объектов с опаковыми свойствами может представлять интерес использование двухполостной интегрирующей сферы, которая позволяет измерять одновременно коэффициенты диффузного отражения и пропускания и находить долю рассеянного светового потока, а также теоретическое и экспериментальное исследование метрологических возможностей двухполостной интегрирующей сферы в колориметрии.

Цель работы состояла в теоретическом и экспериментальном исследовании и разработке колориметрического прибора (рис. 1) на основе двухполостной интегрирующей сферы и современных оптоэлектронных компонентов (RGB-светодиода и трехэлементного фотодиода).

В результате теоретических расчетов было установлено, что фотометрическая погрешность прибора определяется только соотношением площадей поверхностей полости интегрирующей сферы и внешних отверстий (портов) для установки исследуемого образца, осветителя и волоконно-оптических жгутов для передачи потока излучения на трехэлементные фотодиоды [2].

В процессе исследований было установлено, что отражение от поверхности полости сферы, изготовленной из алюминиевого сплава Д16, не удовлетворяет закону Ламберта, даже при высокой чистоте обработки поверхности. Исходя из этого, были

экспериментально исследованы различные виды белых диффузных покрытий внутренней поверхности сфер. Было установлено, что покрытие на основе сернокислого бария ($BaSO_4$) и акрилового лака с последующей тонкой шлифовкой покрытия удовлетворяет или даже превосходит требования действующих стандартов [1].

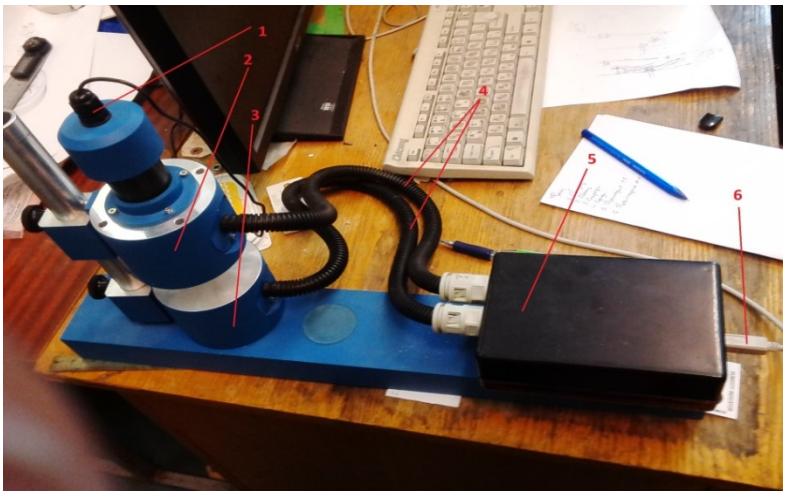


Рис. 1. Внешний вид исследованного прибора: 1 – осветитель; 2 – верхняя интегрирующая сфера; 3 – нижняя интегрирующая сфера; 4 – волоконно-оптический жгут; 5 – блок обработки с фотоприемниками; 6 – кабель подключения к ПК

Далее следовала настройка, всесторонняя калибровка, исследование и изучение технических и эксплуатационных характеристик лабораторного колориметрического прибора на основе двухполостной интегрирующей сферы, а также разработка необходимого для требуемого функционирования прибора программного обеспечения.

Проведены исследования контрольных образцов тестовых образцов материалов, применяющихся в эстетической и восстановительной стоматологии, а также целлюлозно-бумажной промышленности. Результаты проиллюстрированы на рис. 2. Показан допустимый уровень погрешности измерений разрабатываемого прибора [3], удовлетворяющий реальным практическим требованиям.

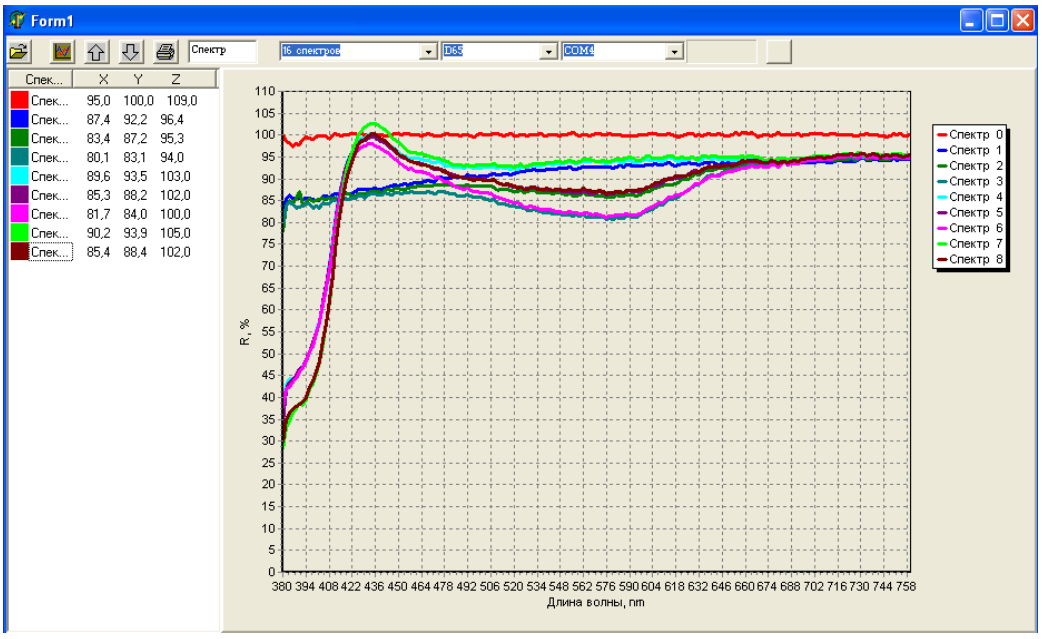


Рис. 2. Спектры диффузного отражения образцов белой бумаги с разным содержанием фотооптического отбеливателя и тонера

По итогам работы были сделаны следующие выводы:

- проведена оптимизация конструкции колориметрического прибора с двухполостной интегрирующей сферой и оптоэлектронными RGB-компонентами, в том числе разработана технология и способ нанесения, диффузно отражающего «белого» покрытия на внутренней поверхности полости интегрирующей сферы;
- выполнены исследования тестовых объектов из реставрационной стоматологии и целлюлозно-бумажной промышленности, подтверждены удовлетворительные технико-эксплуатационные характеристики;
- проиллюстрированы перспективные применения колориметра с двухполостной интегрирующей сферой. Макет прибора передан на кафедру эстетической стоматологии в Санкт-Петербургский медицинский университет им. акад. Павлова.

Литература

1. Тиходеев П.М. Световые измерения в светотехнике. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 465 с.
2. Белов Н.П., Яськов А.Д., Грисимов В.Н. Лабораторный спектрометр для исследования коэффициента отражения и определения параметров цветности диффузно отражающих объектов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53. – № 7. – С. 74–78.
3. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М.: Мир, 1978. – 592 с.

Трифонов Кирилл Владимирович
Год рождения: 1990
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3549
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: Kirilltrif90@gmail.com

УДК 338.45

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫВОДА НОВОГО ТОВАРА НА РЫНОК ТЕЛЕСКОПОВ

К.В. Трифонов
Научный руководитель – к.э.н., доцент Т.Н. Батова

В нестабильной экономической обстановке каждому предприятию необходимо увеличивать уровень своей финансовой безопасности. Одним из путей повышения финансовой безопасности является разработка и выпуск новых товаров.

В работе обоснована целесообразность вывода нового товара на рынок любительских телескопов в рамках предприятия ОАО «Оптика». Основная особенность данного предприятия заключается в том, что основой доход предприятия формируется из единичных проектов. Заказчиками являются различные НИИ, НПО из смежных областей. При этом на предприятии имеется база для массового выпуска продукции (цеха, основное оборудование). Большую часть времени этот ресурс простаивает. Одна из **целей работы** – доказательство целесообразности запуска массового производства любительских телескопов с целью диверсификации источников дохода, что, в свою очередь, повысит устойчивость предприятия к кризисным ситуациям.

В начале работы рассмотрена история развития телескопов от зарождения и до наших дней. На основе анализа истории развития предлагалось спрогнозировать дальнейшее развитие телескопов. Большое внимание уделено конкретно любительским

телескопам и их истории на мировом рынке и рынке России в частности. Технологическое прогнозирование – это процесс предсказания будущих характеристик технологий, их временного распределения и степени изменения технологических параметров и возможностей [1]. Среди существующих методов прогнозирования показателей технических систем заслуживает внимания метод огибающих кривых [2]. Техника прогнозирования методом огибающих кривых проста: надо лишь правильно выбрать показатель, комплексно характеризующий развитие всей технической системы. В данной работе в качестве показателя предлагается использовать интегральный параметр P, который учитывает как проницающую способность, так и разрешающую способность телескопов. В результате анализа истории оптических телескопов было выделено пять этапов развития, переход между этапами осуществляется в виде революционной смены технологий, а развитие внутри этапа происходит за счет наращивания основного параметра. Также стоит отметить, что в целом развитие подчиняется экспоненциальному закону (можно построить огибающую кривую). Полученный прогноз с предсказанием следующего этапа развития оптических телескопов (революционная смена технологий) приведен на рисунке.

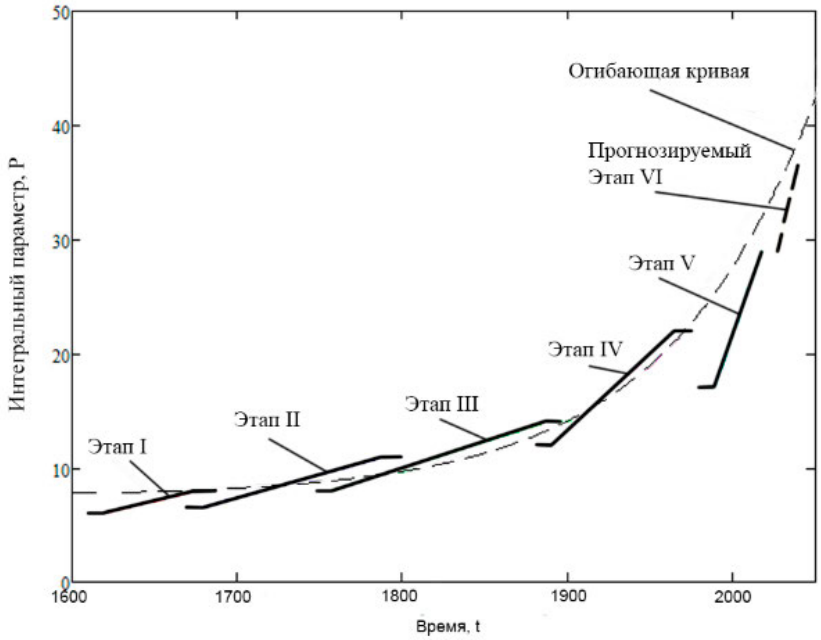


Рисунок. Прогноз развития телескопов до 2050 года

Также представлены основные конкуренты на данном рынке, ассортимент их продукции и цены.

Далее рассмотрены основные характеристики любительских телескопов, проведен анализ товаров конкурентов, выявлена неудовлетворенная в полном объеме потребность в любительских телескопах и сформированы характеристики разрабатываемого товара. Также рассчитана степень новизны разрабатываемого товара и описан целевой сегмент потребителей. Это необходимо для того, чтобы повысить вероятность успеха разрабатываемого товара при выходе на рынок любительских телескопов.

В рамках определения внутренних возможностей рассматриваемого предприятия дано детальное описание предприятия с его структурой, способами распределения доходов, видами деятельности и другими характеристиками.

Далее дана оценка экономической эффективности разработки нового телескопа. Для этого рассчитана сметная стоимость разработки, определена себестоимость изготовления разрабатываемого телескопа, рыночная цена выбиралась по результатам оценки конкурентоспособности изделия, и, в конечном итоге, на основе полученных

данных рассчитан критический объем выпуска разрабатываемого любительского телескопа. На конечном этапе работы даются рекомендации по дальнейшему развитию производственной деятельности предприятия, а также обобщается алгоритм выведения нового товара на рынок [3]. Таким образом, было выявлено, что кадрово-технический и производственный потенциал предприятия позволяет развиваться в двух направлениях:

– горизонтальное. Расширение товарной линии производимых телескопов (расширение целевой аудитории, захват большей доли рынка). К таким товарам могут относиться: детские телескопы, простые подарочные наборы для взрослых, компактные походные телескопы;
– вертикальное. Разработка и выход на рынок с другими видами любительской оптики. К таким товарам можно отнести: микроскопы, бинокли, прицелы для охотничьих ружей. Это возможно благодаря тому, что структура затрат и технологии производства таких приборов достаточно близки к технологии производства телескопов.

Результаты выполненной работы представляют интерес как для внутренних пользователей (высшего руководства компании, собственников), так и для внешних пользователей (инвесторов, заказчиков).

Литература

1. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. – М.: Прогресс, 1977. – 592 с.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Советское радио, 1979. – 116 с.
3. Асаул А.Н., Князь И.П., Коротаева Ю.В. Теория и практика принятия решений по выходу организаций из кризиса. – СПб.: АНО «ИПЭВ», 2007. – 224 с.

Трофимов Владислав Александрович
Год рождения: 1996
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра информационных систем, группа № М3405
Направление подготовки: 09.03.02 – Информационные системы и технологии
e-mail: vladisl.trofimov@gmail.com

УДК 004.457

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНТЕГРИРОВАННОГО РЕШЕНИЯ ПО КОНСОЛИДАЦИИ РЕСУРСОВ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ СЕРИИ EMC VNX НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ

В.А. Трофимов
Научный руководитель – к.п.н., доцент А.В. Маятин

Работа выполнена в рамках договора с фирмой ООО «Санкт-Петербургский Центр разработок EMC» о совместной деятельности по подготовке специалистов.

Консолидация и выделение ресурсов систем хранения данных (СХД) на основе требований к динамическим показателям производительности имеет широкое распространение в современных СХД компании EMC. Бюджетные конфигурации серии EMC VNX, в которых отсутствуют компоненты, осуществляющие автоматическое перераспределение и кэширование нагрузки, оказываемой на их ресурсы, не поддерживают данную концепцию. В связи с этим для реализации

данной концепции для рассматриваемой серии необходимо создание интегрированного решения, объединяющего три различных продукта компании EMC, целью которого является автоматизация создания Virtual Pool, удовлетворяющего требованиям заранее описанного приложения к времени отклика пространства блокового доступа.

Современные системы хранения используются для хранения данных разнообразных приложений: баз данных, почтовых серверов, файловых хранилищ, виртуальных рабочих станций и других. Каждому типу приложений требуются ресурсы с различными параметрами хранения: производительность (пропускная способность, время отклика и др.), надежность (политики репликации, резервного копирования) и доступ (различные протоколы доступа и организация защищенного доступа).

Системы хранения содержат большое количество разнообразных дисков (SATA, NL-SAS, SAS, SSD). Концепция Storage Pool подразумевает объединение дисков в единое хранилище для дальнейшего выделения на нем LUN. При этом объединенные в один Storage Pool диски автоматически конфигурируются в наборы RAID-массивов одинакового уровня, указываемого при создании соответствующего Storage Pool.

Основным ресурсом блокового доступа систем хранения являются LUN, которые, в зависимости от статических (тип дисков, количество дисков, объем дисков и др.) и динамических (утилизация, количество запросов в единицу времени и др.) характеристик Storage Pool, имеют различные показатели производительности. На параметры производительности отдельно взятого LUN влияет не только нагрузка, оказываемая использующим его приложением, а также нагрузка, оказываемая другими приложениями на LUN, выделенные на том же Storage Pool. Учитывая, что динамические показатели производительности Storage Pool постоянно меняются, их рассматривают в совокупности за определенный промежуток времени с представлением в виде конкретной метрики, например, в виде среднего значения за рассматриваемый период.

Для более удобного и быстрого управления ресурсами различных систем хранения компанией EMC была разработана концепция Virtual Pool, которая позволяет консолидировать разнообразные Storage Pool по определенному параметру [1]. Важной особенностью является то, что концепция Virtual Pool поддерживает консолидацию только по статическим параметрам производительности и не поддерживает различные динамические параметры производительности, такие как время отклика.

Целью работы являлось создание прототипа интегрированного решения по консолидации ресурсов систем хранения серии EMC VNX на основе требований приложений к времени отклика используемого пространства блокового доступа. При этом консолидация достигается путем включения подходящих Storage Pool в создаваемый Virtual Pool.

EMC ViPR Controller представляет собой программный продукт для централизованного и унифицированного управления и работы с ресурсами разнообразных СХД [2].

EMC ViPR SRM представляет собой комплексное решение для мониторинга и анализа использования подключенных систем хранения и их ресурсов в реальном времени [3].

EMC VNX Sizer представляет собой настольную утилиту, которая позволяет рассчитывать характеристики систем хранения серии EMC VNX и входящих в них Storage Pool под заданной в различных форматах нагрузкой приложений.

На рисунке зеленым цветом выделены разработанные компоненты и интерфейсы.

В результате выполнения работы был разработан прототип интегрированного решения, реализующего один из вариантов использования концепции выделения ресурсов на основе требований приложений к динамическим параметрам производительности, осуществлено выделение функциональной, системной,

программной архитектур и архитектуры данных для данного прототипа. В дальнейшем планируется интеграция прототипа в продукт ViPR Controller либо целиком, либо с повторным использованием большей части реализованной функциональности.

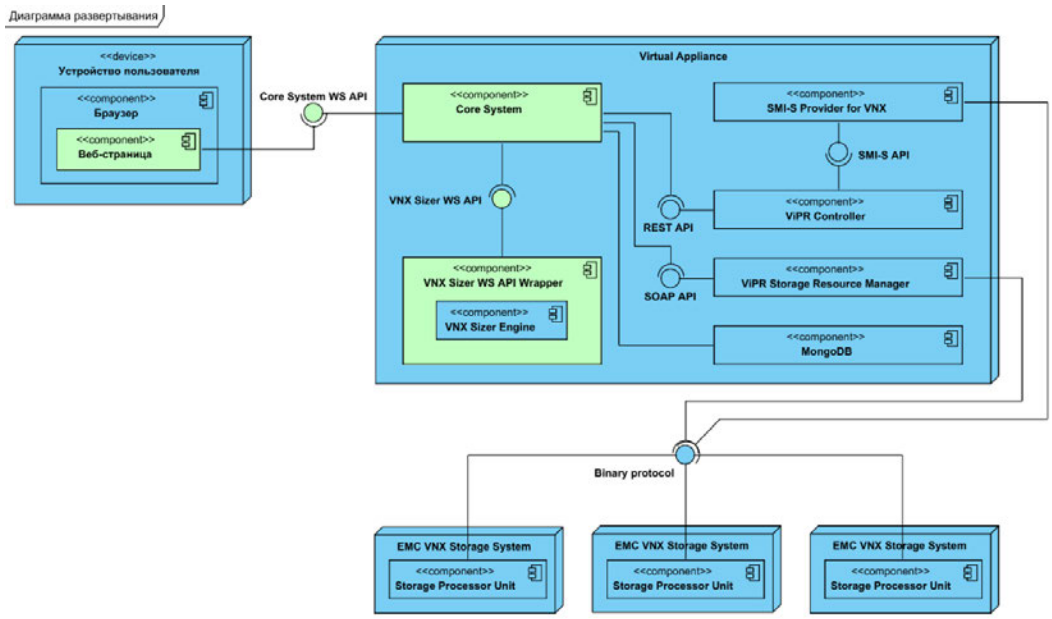


Рисунок. Диаграмма развертывания системы

Литература

1. What is a ViPR Virtual Pool? / EMC Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.emc.com/techpubs/vipr/what_is_virtual_pool-1.htm, своб.
2. ViPR Controller / EMC Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.emc.com/products/storage/software-defined-storage/vipr-controller.htm, своб.
3. ViPR SRM / EMC Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.emc.com/data-center-management/vipr-srm.htm#!resources, своб.

Тхонгла Валерия Пхумивна
Год рождения: 1994
Институт международного бизнеса и права, кафедра таможенного дела и логистики, группа № О5500
Специальность: 38.05.02 – Таможенное дело
e-mail: valeriya.thongla@mail.ru

УДК 334

ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТАМОЖЕННЫХ ПРОЦЕДУР. РЕЗЕРВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТАМОЖЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

В.П. Тхонгла
Научный руководитель – доцент А.Е. Озолинг

Работа посвящена актуальной проблеме совершенствования таможенного администрирования и выявления путей совершенствования системы управления рисками (СУР) и заключалась в том, что многообразие процедур, под которые

помещаются товары, особенности товаров, а также их сложные и специфические свойства требуют эффективного анализа и применение мер таможенного контроля. Исходя из того, что СУР является одной из главных мер таможенного контроля, ее эффективное применение позволяет определить, проанализировать, спрогнозировать и предотвратить нарушения таможенного законодательства, которые носят устойчивый характер, связанные с уклонением от уплаты таможенных пошлин, налогов в значительных размерах, защитой национальной безопасности, жизни и здоровья человека, охране окружающей среды [1–5].

В работе проанализированы аспекты деятельности по организации таможенного контроля в рамках СУР на примере конкретной таможни. Сделан вывод, что «подавляющее количество рисков выявляется на этапе декларирования, потому как именно на данном этапе имеется максимальный объем информации, позволяющий выявить риск».

Определив деятельность таможенных органов в области управления рисками, выявлена технология применения СУР. С целью пресечения нарушений таможенного законодательства в компьютерном программном средстве «Ведение базы данных профилей рисков» разработан целевой профиль риска. Описание риска – вероятность заявления недостоверных сведений о товаре «открытки с музыкальным модулем». Для решения задачи по созданию профиля риска авторами была разработана пояснительная записка в соответствии с Приказом Федеральной таможенной службы России от 24.04.2014 № 778 «Об утверждении Временной инструкции о действиях должностных лиц таможенных органов при реализации системы управления рисками» с указанием таких сведений как характеристика риска, условия возникновения риска, источники информации, анализ которых привел к формированию проекта профиля риска, а также величина потенциальных негативных последствий. В результате определения возможности нарушения таможенного законодательства были предусмотрены меры по минимизации рисков.

С помощью полученного на практике профессионального и ориентированного опыта данные материалы послужили основой при написании данной работы и предоставили возможность автору в последующем не только определить проблемы, но и найти пути решения развития СУР.

На основе проблем и путей совершенствования СУР предложено решение актуальной задачи в рамках субъектно-ориентированного подхода к участникам внешнеэкономической деятельности, в частности, необходимости большей совместимости критериев и индикаторов рисков в условиях трансграничного межтаможенного сотрудничества в рамках Всемирной таможенной организации при одновременном предложении управленческих инновационных решений в соответствии со стандартами Осло в интересах участников международных перевозок. Рассмотрены предложения по разработке модели семантического индикатора относительно направлений контроля таможенной стоимости или в отношении запретов и ограничений.

Сформулированные в работе выводы являются фактологическими и обоснованными. Проект профиля риска может быть использован на практике в таможенных органах, а предложения по разработке модели семантического индикатора являются перспективными с практической точки зрения.

Литература

1. Конвенция системы управления рисками в таможенных службах государств-членов ЕврАзЭС (одобрена Решением Совета руководителей таможенных служб при Интеграционном Комитете государств-членов ЕврАзЭС от 30.06.2004 № 224).

2. Приказ Федеральной таможенной службы России от 29.04.2013 № 851 «Об утверждении Порядка формирования единой базы выявленных рисков».
3. Приказ Федеральной таможенной службы России от 24.04.2014 № 778 «Об утверждении Временной инструкции о действиях должностных лиц таможенных органов при реализации системы управления рисками».
4. Афонин П.Н., Афонин Д.Н. Методология управления рисками: учебное пособие. – СПб.: ИЦ Интермедиа, 2014. – 196 с.
5. Афонин П.Н., Гамидуллаев С.Н. Таможенные риски: интеллектуальный анализ и управление. – СПб.: Изд-во Политехн.ун-та, 2007. – 266 с.

Тюкачев Никита Владиславович
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра сетевых и облачных технологий, группа № К3415
Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
e-mail: nikt12@yandex.ru

УДК 004.415.25

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОТОКОЛА KMIP НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКТА DLM

Н.В. Тюкачев
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Дубаков

Введение. Продукт под названием Disk Library for mainframe (DLm) [1] используется для виртуализации стандартных ленточных накопителей, которые используют для работы мэйнфреймы, и чтения/записи их на системы хранения данных (СХД) в виде обычных файлов, имеющих определенную структуру. Такие файлы, как правило, записываются на жесткие диски СХД, что позволяет избежать некоторые проблемы, связанные с использованием стандартных ленточных накопителей (например, низкая скорость записи, высокая стоимость обслуживания и т.д.) [2].

Корпоративные продукты такого класса должны предоставлять возможность для шифрации/дешифрации записываемых и читаемых файлов «на лету». Сейчас на рынке можно найти множество программных или аппаратных продуктов, позволяющих это сделать. Но проблема состоит в том, что DLm имеет достаточно сложную структуру и уже имеет определенный механизм для осуществления шифрование лент. Это составляло определенную сложность, так как от этого приходилось отталкиваться при выборе новой системы управления ключами и способа взаимодействия с существующими интерфейсами.

На данный момент в DLm существует система, занимающаяся запросами ключей с централизованного сервера управления ключами DPM RSA. Но в 2015 году RSA решила приостановить поддержку данного продукта, поэтому необходимо было заменить существующую систему управления на новую. В связи с этим задачей автора являлась разработка и внедрение новой системы по управлению запросами ключей, которая использовала бы KMIP (Key Management Interoperability Protocol) протокол для взаимодействия с новыми серверами. При этом важным условием было оставление поддержки взаимодействия с сервером DPM RSA.

KMIP – это протокол взаимодействия между клиентом и сервером, который определяет формы управления криптообъектами. Данный протокол определяет разные

сценарии взаимодействия клиента и сервера [3], так как ключи могут быть созданы и с клиента, и с сервера, поддерживаются симметричные и ассиметричные ключи. KMIP также определяет сообщения, которые могут быть использованы для операции шифрования/дешифрования. Использование данного протокола с централизованными системами хранения ключей позволяет избежать многих проблем с внедрением шифрования в корпоративном секторе, например, их громоздкость, так как есть возможность использования KMIP-серверов на всех уровнях (приложений, баз данных, СХД и т.д.).

После проведения анализа технологии KMIP и существующих решений было принято решение использовать KMIP API [4], разработанный компанией EMC. Данный интерфейс предоставляет возможность для взаимодействия с несколькими серверами, поддерживающими KMIP-протокол, и использует описанные в спецификации протокола операции для управления криптообъектами. Также является большим плюсом то, что данный интерфейс поддерживает наиболее распространенные решения (например, IBM SKLM [5]), что позволяет иметь возможность заказчику выбирать нужное решение в зависимости от своих потребностей. Этот интерфейс разработан специальным подразделением CSE компании EMC, в процессе разработки которого автор также принимал участие. Таким образом, задачей автора являлась реализация и внедрение новой функциональности в существующую систему DLm, которая бы позволяла получать и создавать криптообъекты для шифрования/дешифрования лент по требованию с использованием KMIP API. Были определены способы настройки и инициализации подобного сервиса, а также описан механизм работы и взаимодействия с существующей системой по взаимодействию с серверами. Был разработан пользовательский веб-интерфейс для настройки функциональности и обеспечены механизмы репликации и синхронизации файлов лицензий KMIP-серверов.

Результаты. В процессе работы разработана и интегрирована система управления ключами на базе KMIP-протокола в продукт EMC Disk Library for mainframe. Новая система существует в тесном взаимодействии со старой системой управления ключами. Имеется возможность параллельного использования обеих систем сразу. Возможность клиента по взаимодействию с новейшими KMIP-серверами позволит продукту стать более гибким в настройке, а также будет способствовать снижению расходов на владение подобной системой, что может сделать данный продукт куда более привлекательным для покупателей, чем на данный момент. Хотелось бы отметить, что данный опыт создания подобного прототипа может помочь в будущих проектах и продуктах компании, позволяя им использовать уже готовые интерфейсы для взаимодействия с системой.

Литература

1. Технические характеристики EMC Disk Library для мэйнфреймов. – М.: EMC, 2014. – 4 с.
2. Недостатки ленточных накопителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://s21.softloadweb.ru/articles/5888-nedostatki-lentochnyx-nakopitelej.html, своб.
3. Key Management Interoperability Protocol Profiles Version 1.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.oasis-open.org/kmip/profiles/v1.2/os/kmip-profiles-v1.2-os.html, своб.
4. Common Security Engineers, KMIP API specification. – М.: EMC, 2015. – 5 p.
5. IBM Security Key Lifecycle Manager [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www-03.ibm.com/software/products/en/key-lifecycle-manager, своб.

Хавтаси Нино Владимировна
Год рождения: 1993
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3447
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: nishka.93@mail.ru

УДК 2964

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА РАЗВИТИЕ ОБУВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ

Н.В. Хавтаси
Научный руководитель – к.э.н., доцент Е.А. Павлова

В работе было рассмотрено влияние кризиса 2014 года на развитие производственной компании ООО ФДО «Скороход», как пример влияния кризиса на обувную промышленность в России. Автором был проведен анализ рынка [1–5], в ходе которого были выявлены главные изменения на рынке обуви под воздействием кризиса, а именно:

– спад в производстве и розничной торговле обуви;
– сокращение покупательской способности населения на рынке обуви и вообще в целом, что, конечно же, связано с экономическим кризисом и политической нестабильностью в мире. На данный момент преобладает критичный подход к покупке товаров, потребитель делает выбор в сторону качественного товара, чтобы купить его на длительный срок;
– рост цен за счет зависимости от импортных материалов и комплектующих, а также химии, с помощью которой производят отечественные материалы;
– проблема наращивания объемов производств из-за зависимости импортного оборудования;
– возможность ликвидации некоторых компаний с рынка.

В целом рассматривая рынок обуви, необходимо сказать о технологической революции в обувной промышленности. Так как отрасль уходит от ручного труда, на фабриках устанавливаются автоматизированные раскройные и швейные комплексы, что дает возможность существенно снизить себестоимость продукции. Сейчас самый удачный момент для возрождения отечественной обувной отрасли, так как происходит смена технологий, и можно резко оторваться от конкурентов. В России уже сложились четыре центра обувного производства – в Ростовской, Ленинградской, Новосибирской и Челябинской областях. Именно на их основе могут появиться кластеры по производству обуви, а также материалов и комплектующих для ее выпуска. В России есть все условия для того, чтобы производить качественную обувь в среднем ценовом сегменте, не конкурируя с дешевыми производителями Китая и высокой модой Италии. Кроме того, легкая промышленность не сталкивается с такой кадровой проблемой, как в высокотехнологичных производствах. В легкой промышленности на подготовку специалистов уйдет 2–3 года. Если посмотреть на опыт Китая: современную обувную отрасль можно создать с нуля за 15–20 лет. Однако в условиях экономической нестабильности цена на товар для организаций имеет наиболее важное значение. Именно поэтому необходимо проводить ценовую реформу на предприятии и вводить принцип множественности цен на разный ассортимент, учитывая потребительский спрос и затраты на производство. С помощью SWOT-анализа были проанализированы

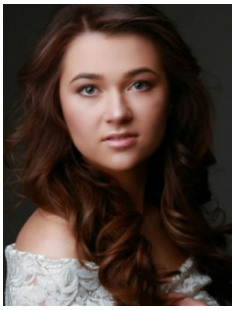
сильные и слабые стороны предприятия «Скороход». Было выявлено, что предприятие зависит от импортного сырья, тем самым есть вероятность потери конкурентоспособности на рынке за счет увеличения издержек на производство. Несмотря на повышенный спрос в данный момент, в случае сильного увеличения цен можно ожидать его потерю. Также важным аспектом является сохранения качества продукции, что так важно для современного покупателя. Кроме того, производство сталкивается с проблемой увеличения производственных мощностей, так как необходимая часть оборудования, для закупки с целью расширения производства, является импортной и имеет высокую стоимость.

Благодаря внешним угрозам и возможностям были разработаны стратегии решения влияния кризиса для компании, а именно выбор программы импортозамещения для основной выпускаемой продукции, с целью сокращения издержек на импортные комплектующие. Однако на данный момент импортозамещение является серьезной проблемой, так как в России всего четыре крупных кожевенных завода, у которых очень узкий ассортимент продукции. Практически не выпускается подкладочных мехов и фурнитур для обуви. Даже качественные нитки, иголки, клей – все это тоже импортное. Хотя развитие кожевенных предприятий набирает обороты, стратегия перехода на импортозамещение имеет долгосрочную перспективу. Исходя из этого, для поддержания бизнеса и своего положения на рынке прямо сейчас автор выбрал стратегию ценообразования на товарный ассортимент, с учетом анализа конкурентных цен, а также применения метода категорийного менеджмента. Результаты анализа, проведенные в работе, показали, что цены компании «Скороход» являются средними либо лидирующими, т.е. наименьшими на рынке, а само предприятие – конкурентоспособное. Также были рассчитаны средние диапазоны возможного увеличения цен по сравнению с конкурентами. Главным решением стало распределение товарного ассортимента на группы по методу Брайна Харриса для определения положения каждого вида обуви в общей картинке производства и проведения ценообразования на каждый вид, с учетом задач компании и особенностей товара: его спроса и объема выпуска. Более того, автором был проведен опрос на лояльность покупателей, с целью определения узнаваемости компании, результаты которого подтверждают положительный имидж компании и доверие покупателя к детской обуви «Скороход». Большинство опрошенных ценят качество обуви и хорошее соотношение с ценой. Следовательно, небольшое повышение цен, не испугает потребителей от покупки именно этой марки, так как на фоне повышения цен на всем рынке «Скороход» будет позиционировать себя как производитель качественного товара с оптимальной ценой.

Литература

1. Балакирев С.В. Категорийный менеджмент в качестве современного подхода к управлению товарным ассортиментом // Менеджмент в России и за рубежом. – 2006. – № 5. – С. 3–12.
2. Балакирев С.В. Управление товарным ассортиментом на основе концепции категорийного менеджмента // Маркетинг PRO. – 2010. – № 4(62).
3. Беляева Н.Ю., Панина О.В., Головинский В.В. Цены и ценообразование Управленческий аспект: учебное пособие. – М.: КноРус, 2004. – 160 с.
4. Васюхин О.В. Внутрифирменное планирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://open.ifmo.ru/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B8%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_

%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_I_(9988555), своб.
5. Голубков Е.П. Антикризисный маркетинг // Маркетинг в России и за рубежом. – 2009. – № 1. – С. 5–17.



Хайруллина Марина Маратовна
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3401
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: marinamarinate92@gmail.com

УДК 681.7

МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБЪЕКТИВА СКАНЕРА

М.М. Хайруллина
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.Н. Балаценко

Сканер – это устройство, которое, анализируя какой-либо объект, создает цифровую копию изображения объекта. Биометрический сканер используется для идентификации личности по индивидуальным признакам.

Среди имеющихся на сегодняшний момент типов идентификации биометрические идентификаторы предпочитаются все чаще, так как превосходят по степени защиты предыдущие иные идентификации [1].

В настоящей работе приведены результаты модернизации исходной системы микрообъектива сканера-аналога, расчета разработанной системы микрообъектива сканера и конструирования полученной системы. Представлены сравнительные таблицы концентрации энергии исходного и разработанного сканеров и графики фокусировочных кривых.

Целью работы являлось моделирование системы микрообъектива сканера.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:
1. обнаружить недостатки и проблемы исходной системы микрообъектива;
2. рассчитать новую систему микрообъектива;
3. сконструировать разработанную систему микрообъектива.

Постановка задачи. В работе требовалось провести модернизацию исходной оптической схемы объектива, так как необходимо увеличить поле зрения в пространстве предметов с 3 мм до 4,6 мм. Фокусное расстояние, числовая апертура и линейное увеличение должны быть сохранены. Рабочее расстояние должно соответствовать 41 мм. Также задано требование по минимальному значению заднего отрезка – расстоянию от последней поверхности линзы до плоскости изображения – 15 мм. Качество изображения должно быть повышено в 2 раза при работе с большим полем зрения. Однако при этом должна быть максимально сохранена конструкция корпуса.

В процессе оптимизации был совершен переход на более тяжелые стекла, с целью сохранения качества изображения в точке на оси при больших весовых коэффициентах на аберрации широких наклонных пучков [2–4]. Со стекла СТК15 был выполнен переход на стекло СТК19, впоследствии – на СТК3.

Избавиться от кривизны изображения не удалось, поэтому было решено добавить в систему линзу Смита [4]. В данном случае, линза Смита была неклассическая, так как был задан задний отрезок – 15 мм для конструктивной возможности присоединения приемника.

После соединения вышеперечисленных способов коррекции изображения была получена новая оптическая система микрообъектива, представленная на рис. 1.

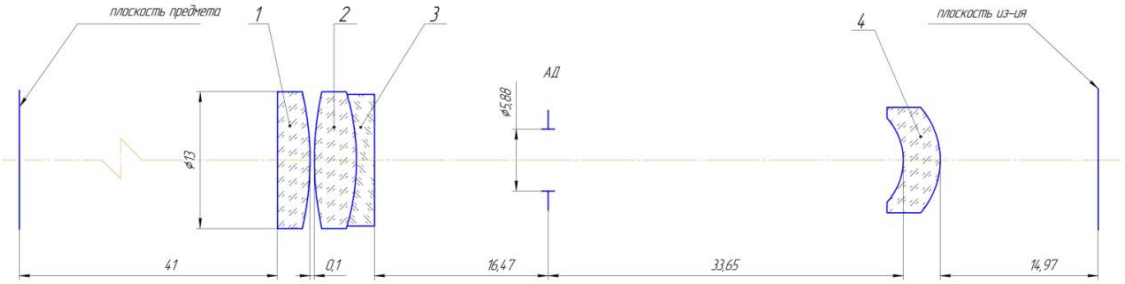


Рис. 1. Оптическая схема микрообъектива

Рассчитанный объектив получился свободным от сферической аберрации и кривизны поверхности; обладает значительно лучшим качеством изображения. Линейное поле объектива было увеличено в полтора раза.

Финальным этапом работы были расчет допусков и разработка оправы микрообъектива (рис. 2), создание сборочного чертежа, на котором можно увидеть разработанный объектив, присоединенный к исходному корпусу [4, 5].

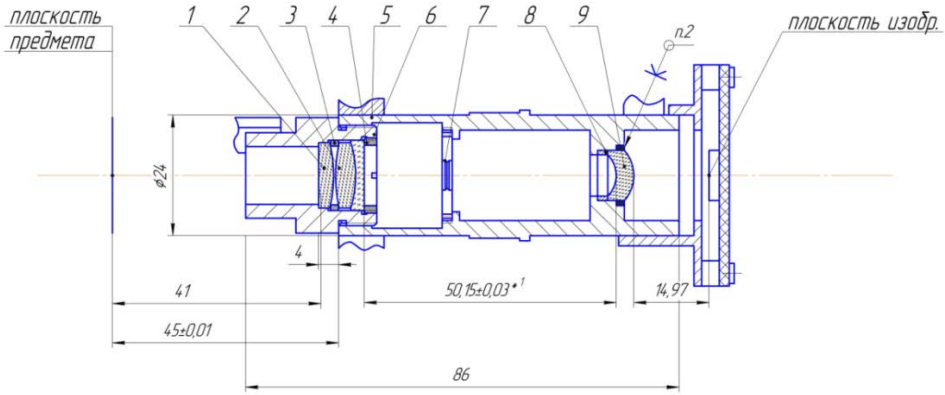


Рис. 2. Сборочный чертеж объектива сканера

В ходе выполнения работы был выполнен поиск и обзор материала по теме сканеров, биометрии, линзы Смита.

Были рассчитаны оптическая система микрообъектива, работающего с большим полем зрения, и допуски на эту систему.

Выполненный сравнительный анализ исходной и полученной системы показал, что система, полученная в работе, обладает лучшим качеством изображения, чем исходная система: объектив обладает в 2 раза лучшим качеством по точке на оси и в 4 раза лучше по краю поля.

Была разработана конструкция рассчитанного объектива в условиях максимального сохранения габаритных размеров существующего корпуса.

Литература

1. Задорожный В.О. Идентификация по отпечаткам пальцев. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bre.ru/security/20994.html, своб.
2. Грамматин А.П. Методы синтеза оптических систем. – СПб.: СПб ГИТМО(ТУ), 2002. – 56 с.

3. Чуриловский В.Н. Теория хроматизма и аберраций третьего порядка. – Л.: Машиностроение, 1968. – 311 с.
4. Латыев С.М. Конструирование точных оптических приборов. – СПб.: Политехника, 2007. – 584 с.
5. Кругер М.Я. Справочник конструктора оптико-механических приборов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 760 с.

Чалова Ксения Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail участника: ksenya_chalova09@mail.ru

УДК 628.921

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ ЗОНЫ ОТДЫХА КАФЕТЕРИЯ

К.С. Чалова
Научный руководитель – ассистент А.Л. Итин

Сфера общественного питания слабо развита в нашей стране, поэтому следует уделить внимание этой области. Жизнь современного человека невозможно представить без искусственного освещения, которое окружает нас повсюду. Цвет и свет являются мощными дизайнерскими инструментами, которые визуально объединяют или разъединяют пространство, а также психологически воздействуют на человека.

Основной **целью работы** являлась разработка и расчет освещенности в кафетерии. Для решения этой цели следовало выполнить следующие задачи: проанализировать основные источники освещения; провести обзор концепции помещения; подобрать соответствующее оборудование; затем произвести светотехнический расчет и для наглядности визуализировать проект.

Гармонично реализованный светотехнический проект должен не только обеспечить освещение, удовлетворяющее нормируемым показателям, но и создать комфортные и безопасные условия, соответствовать выбранным направлениям эстетики и отвечать современным подходам энергоэффективности [1].

По виду использованной энергии освещение делится на естественное и искусственное. Также возможен совмещенный вариант. Освещение помещений может быть трех систем – общее, местное и комбинированное. Общее – это освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или создают акцент на чем-либо (общее локализованное освещение). Местное – это освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах [2].

Прежде чем приступить к проекту освещения, необходимо знать нормативные значения освещенности для различных типов помещений. В России главными документами являются Свод Правил 52.13330.2011 и Санитарные правила и нормы СанПиН 2.21/2.1.1.1278-03. В соответствии с данными документами освещенность рабочей поверхности кафетерия должна составлять не менее 200 лк, в случае кухни – 300 лк. В коридоре достаточно значения 75 лк [3].

При выборе светильников нужно опираться не только на подходящий тип источников, но и учитывать концепцию, дизайн помещения. У данного кафе винтажный дизайн, поэтому заказчик хочет придерживаться этого стиля и в освещении.

В целях наиболее выгодной функциональности и эстетичности освещения, помещение целесообразно разбить на несколько зон и установить в каждой зоне определенное оборудование, соответствующее основным требованиям: зал большой, зал малый, лаунж зона, зона бара, зона кухни и коридор.

Проанализировав основные достоинства и недостатки современных источников освещения, а также приняв во внимание концепцию помещения и желание заказчика, выбраны наиболее оптимальные источники для данного объекта. Стоимость проекта с использованием оригинальных дизайнерских светильников iGuzzini, при замене их российскими аналогами, уменьшится в 10 раз. Тем самым возможно импортозамещение.

В разное время суток требуется разная степень освещенности помещения. Чтобы регулировать расходы электроэнергии, потребляемой светильниками, удобно разбить освещение не только по зонам, но и по времени. В данном помещении большие окна, поэтому в дневное время они дают достаточно большое количество света. Целесообразно будет включить светильники только в тех участках, где не хватает естественного освещения.

Для освещения зала наиболее целесообразны светильники, дающие равномерное распределение света. Приняв во внимание желание заказчика, в качестве основного освещения выбраны ретро лампы накаливания – лампы Эдисона. Они идеально подходят для создания теплой, уютной атмосферы. Для большого зала выбраны светильники: iGuzzini SC55 и SC58. Данные светильники с использованием лампы Эдисона мощностью 60 Вт имеют белый керамический корпус; у SC58 имеется диффузор, который создает более направленный свет.

Для малого зала использованы iGuzzini SC55 и SPITTLER AS27 Track light. Это светильники с галогенной лампой мощностью 35 Вт, направленные на стену. Создают акцентное освещение на картинах, тем самым привлекая внимание посетителей.

В лаунж зоне приглушенный свет интерьера располагает к отдыху и спокойствию, поэтому сюда отлично подойдут лампы Эдисона, используемые в общих залах – SC55 и SC58. С их помощью акцентное освещение располагается на столиках, а в самом зале создается теплая, уютная обстановка «при свечах».

В баре, для того чтобы гости наслаждались непринужденным вечерним общением, важен свет, несущий позитивные эмоции. При этом сотрудники бара должны работать при достаточно высоком уровне освещенности. Полки и витрины должны быть хорошо подсвечены для выгодного выделения товара. Точечные световые эффекты на барных стойках и столах должны создавать атмосферу хорошего настроения. Для барной зоны выбраны светильники SPITTLER AS27 Track light и iGuzzini SC56. Эти светильники с лампой Эдисона располагаются над барной стойкой, подчеркивают дизайн помещения и создают акцент именно на стойке.

Для служебных и технических помещений подойдут недорогие люминесцентные светильники, так как их основная задача – создать комфортный уровень освещенности. На кухне происходят постоянные испарения, поэтому следует выбирать светильники с определенным уровнем защиты от влажности и пыли.

Для кухни выбраны светильники: Световые Технологии ALS.OPL 158 – это люминесцентные лампы мощностью 58 Вт с опаловым рассеивателем и высокой светоотдачей. Имеют степень защиты от влаги и пыли, производят ровный не утомляющий свет, который создает комфортные условия для работы персонала (рисунок).

Данный проект освещения кафетерия был выполнен в соответствии со всеми нормами и правилам. Также важную роль сыграло и желание заказчика. В итоге было подобрано светотехническое оборудование с учетом особенностей типа помещения,

обеспечен требуемый уровень освещенности, создана комфортная световая среда, как для персонала, так и для посетителей (рисунок). Дизайн кафе выполнен в стиле «винтаж», поэтому эстетическая составляющая превалирует над функциональной.

Рисунок. 3D-визуализация Большого зала

Литература

1. Варфоломеев Л.П. Элементарная светотехника. – М.: Световые технологии, 2013. – 295 с.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://polyset.ru/nb/%d0%a1%d0%b0%d0%bd%d0%9f%d0%b8%d0%9d%202.2.1_2.1.1.1278-03.php, своб.
3. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. – Введен 20.05.2011. – М.: Минрегион, 2010. – 70 с.

Широков Олег Игоревич
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3411
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: oleeq2@gmail.com

УДК 004.514.4

МОДУЛЬ ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАБОТКОЙ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

О.И. Широков
Научный руководитель – ассистент Е.А. Цопа

В настоящее время в связи с развитием инфокоммуникационных технологий и, как следствие, постоянным увеличением объема производимой и пересылаемой информации на естественных языках, все более возрастает потребность в системах, способных получать, анализировать и обрабатывать информацию из источников, в которых она представлена на естественных языках. Поскольку такие системы

анализируют именно смыслы, представленные в источниках, зачастую их называют системами семантического анализа.

Обработка больших объемов информации, представленной на естественных языках, требует больших вычислительных ресурсов, что заставляет разработчиков систем, обрабатывающих большие объемы данных, уделять особое внимание вопросам производительности. Очевидной сложностью, возникающей при анализе информации, представленной на естественном языке, является то, что зачастую приходится иметь дело с неструктурированной информацией. Кроме того, при анализе данных, представленных на естественном языке, может потребоваться достаточно много информации о самом языке, его лексемах и т.д.; помимо этого, извлечение и последующая обработка данных требует большого количества процессорного времени.

В связи с этим рациональным решением было бы предоставление конечным пользователям системы удаленного доступа по сети. Кроме очевидных преимуществ – таких, например, как снижение требований производительности к системе, устанавливаемой у конечных пользователей, такой подход дает разработчикам и администраторам дополнительные возможности по обслуживанию программной и аппаратных платформ. Однако этот подход несет в себе и дополнительные сложности, в частности, необходимость проектирования и разработки способа взаимодействия удаленных клиентов с системой, а также создания подсистемы для управления клиентскими соединениями и обработки данных, поступающих с клиентской стороны. Очевидно, что при разработке такой подсистемы нужно в первую очередь стремиться к уменьшению времени обработки сообщения, для обеспечения приемлемого времени отклика системы.

Таким образом, **целью работы** стала организация сетевого взаимодействия удаленных клиентов с системой семантического анализа. Исходя из этого, были поставлены следующие задачи: проектирование архитектуры разрабатываемого модуля, анализ библиотек, необходимых для его разработки, а также разработка модуля, удовлетворяющего требованиям производительности, установленных в техническом задании.

В целях обеспечения высокой производительности при невысоком потреблении вычислительных ресурсов было принято решение использовать асинхронную модель обработки входящих соединений, причем все взаимодействие с сетевой средой (прием соединений, чтение и запись в сокеты) происходит в одном потоке выполнения. Таким образом, большое количество соединений не порождает большое количество процессов или потоков выполнения, как например, в подходе, где для каждого входящего соединения создается отдельный поток выполнения. Взаимодействие с сетью осуществлялось с использованием библиотеки Boost.ASIO [1]. Для того чтобы не приостанавливать поток обработки соединений на длительное время, обработка пользовательских запросов (в том числе и ожидание ответа от ядра системы семантического анализа) производится в отдельном пуле потоков.

Поскольку в техническом задании явно указана необходимость использования формата JSON при передаче данных между модулем и удаленными клиентами, а самостоятельная разработка библиотеки для взаимодействия с данным форматом являлась нецелесообразной, так как требовала выполнения большого объема работ, было принято решение использовать готовую библиотеку для работы с вышеуказанным форматом.

В ходе сравнительного анализа было установлено, что библиотека RapidJSON [2] наилучшим образом подходит для разработки модуля внешнего сетевого интерфейса, поскольку она показывает высокие результаты в тестах производительности среди предложенных библиотек, а также предоставляет высокоуровневый программный

интерфейс, что избавляет разработчика от необходимости прямой работы с памятью, и, как следствие, влечет за собой уменьшение количества ошибок в программном коде.

После разработки модуля было проведено нагрузочное тестирование для подтверждения соответствия модуля требованиям технического задания, касающихся показателей производительности. Для организации нагрузочного тестирования был выбран инструмент JMeter [3]. В задачи нагрузочного тестирования входило исследование зависимости времени обработки одного запроса от количества параллельно обращающихся к системе пользователей. Поскольку в стандартном сценарии взаимодействия модуль обращается к ядру системы семантического анализа для получения результата в соответствии с пользовательским запросом, а тестирование скорости обработки запросов ядром семантической системы не входит в задачи данного тестирования, был добавлен специальный тип пользовательских запросов, а также его обработчик.

В результате тестирования было установлено, что разработанный модуль удовлетворяет требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы был разработан модуль сетевого интерфейса для взаимодействия удаленных клиентов с системой семантического анализа.

Литература

1. Boost C++ Libraries / Boost.Asio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.boost.org/doc/libs/1_61_0/doc/html/boost_asio.html, своб.
2. RapidJSON Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rapidjson.org/index.html, своб.
3. Apache JMeter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://jmeter.apache.org/index.html, своб.

Шустов Илья Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и регулирования,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: ivshustov7394@gmail.com

УДК 681.5.011

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОДСИСТЕМАХ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЛАЗЕРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

И.В. Шустов
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Толмачев

Работа выполнена в рамках совместной опытно-конструкторской работы с АО «Конструкторское бюро специального машиностроения».

Объектом исследования в данной работе являлся цифровой электросиловой привод азимутальной оси опорно-поворотного устройства квантовой оптической станции «Сажень-К». Объектом управления электропривода являлся трехмассовый механизм разветвленного типа азимутальной оси опорно-поворотного устройства, структурная схема которого приведена на рис. 1.

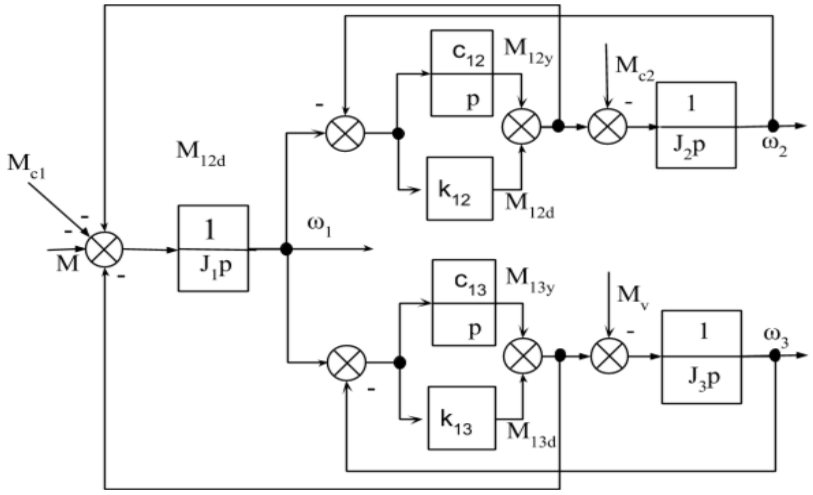


Рис. 1. Структурная схема механизма азимутальной оси опорно-поворотного устройства: J_1 – момент инерции ротора двигателя; J_2 – момент инерции нижнего вала азимутальной оси; J_3 – суммарный момент инерции вилки и трубы телескопа относительно азимутальной оси; C_{12} и K_{12} – крутильная жесткость и коэффициент демпфирования соединения ротора двигателя с валом азимутальной оси; C_{13} и K_{13} – крутильная жесткость и коэффициент демпфирования соединения ротора двигателя с вилкой; M_{c1} и M_{c2} – моменты нагрузки типа «сухого трения», действующие со стороны вилки и со стороны нижней опоры вала соответственно; M_v – момент ветровой нагрузки, действующий со стороны вилки

Особенность данного механизма в том, что он обладает значительным внутренним демпфированием.

Методики синтеза систем управления для электроприводов с нежесткими исполнительными осями известны, например [1, 2], однако, все они предполагают пренебрежение внутренним демпфированием.

Появление механизмов, обладающих значительным внутренним демпфированием, обуславливает необходимость проведения исследований электромеханических процессов в энергетических подсистемах приводов с такими механизмами с целью выбора оптимального структурного решения и определения подхода к синтезу систем управления.

Для выявления характерных особенностей механических процессов было получено и решено характеристическое уравнение механической подсистемы, соответствующей структурной схеме, изображенной на рис. 1.

$$p(p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0) = 0,$$

где коэффициенты a_0, a_1, a_2 и a_3 определяются параметрами механизма и вычисляются по формулам

$$a_3 = \frac{k_{12}}{J_1} + \frac{k_{13}}{J_1} + \frac{k_{12}}{J_2} + \frac{k_{13}}{J_3},$$

$$a_2 = \frac{c_{12}}{J_1} + \frac{c_{13}}{J_1} + \frac{c_{12}}{J_2} + \frac{c_{13}}{J_3} + \frac{k_{12}k_{13}}{J_1J_2} + \frac{k_{12}k_{13}}{J_1J_3} + \frac{k_{12}k_{13}}{J_2J_3},$$

$$a_1 = \frac{c_{12}k_{13}}{J_1J_2} + \frac{c_{13}k_{12}}{J_1J_2} + \frac{c_{12}k_{13}}{J_1J_3} + \frac{c_{13}k_{12}}{J_1J_3} + \frac{c_{12}k_{13}}{J_2J_3} + \frac{c_{13}k_{12}}{J_2J_3},$$

$$a_0 = \frac{c_{12}c_{13}}{J_1J_2} + \frac{c_{12}c_{13}}{J_1J_3} + \frac{c_{12}c_{13}}{J_2J_3}.$$

Мнимые части корней определяют частоты свободных колебаний, а действительные части – затухания свободных колебаний.

Для синтеза системы управления принципиальное значение имеет вид корней характеристического полинома. Так, если действительные части корней пренебрежимо малы, то синтез осуществляется исходя из ограничения полосы пропускания на уровне, определяемом низшей из резонансных частот и коэффициентом соотношения масс [2]. Если корни характеристического полинома комплексно сопряженные и имеют ненулевые и отрицательные вещественные части, то механические переходные процессы будут содержать затухающие колебательные составляющие [3]. При значительных коэффициентах демпфирования процесс затухания колебаний будет быстротечным, что, гипотетически, должно позволить расширить полосу пропускания синтезируемой системы. Еще один частный случай – это случай действительных корней. В этом случае свободных колебаний в системе не возникает.

При заданных параметрах механизма корни получаются действительными. С использованием логарифмических частотных характеристик было доказано, что в этом случае механизм может быть представлен эквивалентным жестким звеном. С учетом этого был произведен синтез системы управления электропривода со структурой, представленной в работе [2], и математическое моделирование типовых режимов его работы. Согласно техническому заданию, среднеквадратическая ошибка во всех режимах не должна превышать одной угловой секунды. Наиболее сложным режимом с этой точки зрения оказался режим слежения за заданием, изменяющимся с постоянным ускорением, при воздействии на трубу телескопа момента ветровой нагрузки. Результаты моделирования процессов в следящем электроприводе, соответствующие этому режиму, приведены на рис. 2, а–г.

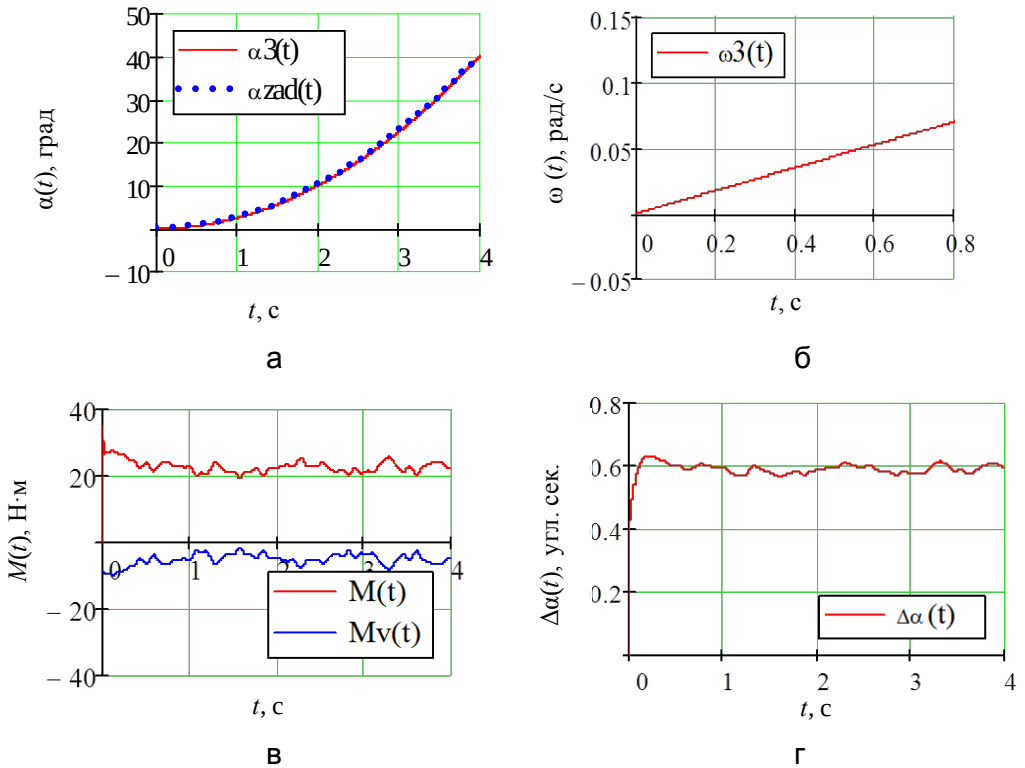


Рис. 2. Результаты моделирования процесса слежения: $\alpha_3(t)$ и $\alpha_{zad}(t)$ – соответственно заданное и истинное значение угла поворота трубы телескопа; $\Delta\alpha(t)$ – ошибка слежения; M(t) и $M_v(t)$ – соответственно электромагнитный момент двигателя и момент ветровой нагрузки; $\omega_3(t)$ – угловая скорость вращения трубы телескопа

Как видно из графика, приведенного на рис. 2, г, максимальная среднеквадратическая ошибка в этот режиме не превышает одной угловой секунды.

Значительное внутреннее демпфирование рассматриваемого механизма определило вещественный характер корней характеристического уравнения механической подсистемы, что позволило при синтезе системы управления считать механизм абсолютно жестким. При меньших значениях коэффициентов внутреннего демпфирования корни характеристического полинома будут комплексно сопряженными. Разработка методики синтеза для этого случая, основанной на взаимосвязи между действительными частями корней, определяющими затухание свободных колебаний, и максимальной полосой пропускания системы, при которой движение исполнительного органа будет удовлетворять заданным требования качества, является актуальной задачей для дальнейших исследований.

Литература

1. Борцов Ю.А., Соколовский Г.Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 288 с.
2. Толмачев В.А., Никитина М.В., Сергеева М.Е. Синтез системы управления электропривода азимутальной оси Алтайского телескопа ТИ-3.12 // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2010. – Т. 10. – № 5. – С. 39–43.
3. Ключев В.И. Теория электропривода: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.

Юдина Дарья Владиславовна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: kanokoayaku@gmail.com

УДК 004.93+57.087.1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАБОТЫ И ЗАЩИЩЕННОСТИ УСТРОЙСТВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

Д.В. Юдина
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.В. Волхонский

Биометрические технологии на сегодняшний день одни из самых развивающихся систем. Преимущества таких технологий очевидны: сложно подделать физиологические особенности человека. В отличие от привычных бумажных документов (паспорт, водительское удостоверение и пр.), от логина и пароля или персонального идентификационного номера (ПИН), биометрические характеристики невозможно забыть или потерять. В основе распознавания биометрическими системами идентификации людей лежат анатомические особенности или поведенческие черты. В последнее время метод идентификации по изображению лица становится все более популярным и динамично развивается.

Целью работы являлось изучение устройств идентификации по изображению лица и анализ защищенности этих устройств от несанкционированных действий нарушителей. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. анализ принципов идентификации и алгоритмы работы устройств идентификации по изображению лица;
2. исследования методов предобработки изображений, используемые для идентификации;
3. поиск возможных способов обмана систем, используемых нарушителями и анализ их возможного влияния на качество идентификации.

В первой главе работы рассматривались системы, работающие в видимом диапазоне (использующие двумерные и трехмерные модели) и системы, работающие в инфракрасном диапазоне (использующие трехмерные модели и термограмма). В ходе исследования было выявлено, что большинство алгоритмов идентификации человека по лицу имеют схожую схему работы:

– обнаружение лица человека;
– выделение лица человека на изображении;
– выделение антропометрических точек на лице;
– создание и обработка образа, включающая в себя приведение лица к стандартному размеру, устранение наклона головы и коррекция цвета лица, освещения;
– вычисление дескриптора (или «описателя») лица;
– сравнение дескрипторов разных лиц;
– принятие решения о результате идентификации.

В рассматриваемых устройствах главных отличием было использование различных способов формирования изображения.

Двумерная система создает двумерную модель с использованием камеры и специальной программы [1].

Трехмерная система видимого диапазона требует установки стереокамер, которые создают трехмерную модель лица человека [2].

Трехмерная система инфракрасного (ИК) диапазона использует световую сетку, проецируемую на лицо в ИК диапазоне. Изображение объекта с нанесенной на него сеткой, снятое видеокамерой, подвергается цифровой обработке, что позволяет получить динамичное трехмерное видео. Кадры трехмерного видео потока используются для построения трехмерной модели лицевой поверхности [3].

В процессе термографической идентификации личности индивидуальный рисунок распределения тепловых областей на лице человека вводится в компьютер с помощью ИК камеры и платы захвата изображения. В это же время к изображению добавляется специально созданная просмотровая таблица [4].

Ошибки в системах идентификации по изображению лица можно условно разделить на вызванные неумышленными и умышленными действиями.

Под умышленными действиями в этой работе подразумеваются те, которые человек вызывает сознательно, воздействуя на систему с целью ее обмануть.

К неумышленным относятся такие, о которых человек может даже и не подозревать, например, изменение ориентации изображения лица (наклона, поворота) и т.д.

Неумышленные ошибки систем обычно устраняются методами предобработки.

Вторая глава работы посвящена анализу методов предобработки получаемых изображений. В главе рассматривались следующие методы: главных компонент, активных моделей внешнего вида и активной модели формы, линейного дискриминантного анализа, гибкого сравнения на графах, когнитрон, неокогнитрон и автокорреляционные нейронные сети Хопфилда.

В третьей и четвертой главах рассматривался анализ возможных ошибок, которые могут иметь место в таких системах.

Было показано, что методами предобработки можно устранить такие ошибки систем, как: изменение масштаба и ориентации изображения, условий освещения,

сдвиг изображения, изменение ракурса, различные помехи, мешающие формированию модели.

Но существуют и такие ошибки, которые не устранить методами предобработки, которые влияют непосредственно на устройства формирования изображения, такие, как: использование прожектора или лазерного луча, акты вандализма, наличие бороды и усов, использование фотографии зарегистрированного пользователя, живописный и объемный грим, солнцезащитные очки и очки с инфракрасными излучателями, которые засвечивают камеру, а также использование специальных масок.

В результате исследования были выявлены основные факторы, препятствующие правильной идентификации, и возможные способы обмана систем идентификации по изображению лица, и были сформированы рекомендации по выбору устройств, с указанием достоинств и недостатков устройств.

Литература

1. Коробков А. Популярные методы обнаружения и распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.secuteck.ru/articles2/videonabl/populyarnye-metody-obnaruzheniya-i-raspoznavaniya-lits/, своб.
2. VOCORD FaceControl 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vocord.ru, своб.
3. Ершаков К. Продвинутые технологии распознавания. Развитие 3D-идентификации и сканирования лица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.secuteck.ru/articles2/sys_ogr_dost/prodvinutye-tehnologii-raspoznavaniya-razvitie-3d-identifikatsii-i-skanirovaniya-litsa/, своб.
4. Соколов А. Защита от компьютерного терроризма. Справочное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 496 с.

Юшковский Артем Викторович
Год рождения: 1994
Факультет информационной безопасности и компьютерных технологий, кафедра безопасных информационных технологий, группа № Р3450
Направление подготовки: 10.03.01 – Информационная безопасность
e-mail: ajuszkowski@ya.ru

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФА СВОЙСТВ КОДА ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА APPLICATIONINSPECTOR.NET

А.В. Юшковский
Научный руководитель – к.т.н., ассистент И.В. Сорокин

В последние годы значительно возрос интерес исследователей и разработчиков к проблеме автоматизации процесса поиска уязвимостей в коде программных продуктов. Важнейшим этапом статического анализа кода является построение внутреннего представления исследуемой программы. Это представление и определяет класс уязвимостей, которые может найти сканер. В результате данной работы был разработан модуль статического анализатора, выполняющий построение графа свойств кода, который может быть использован для проведения Taint-анализа защищенности кода.

Ключевые слова: статический анализ защищенности кода, межпроцедурный анализ, уязвимость кода, Taint-анализ, граф свойств кода, поток управления, поток данных, абстрактное синтаксическое дерево, C#.

Одним из возможных представлений программы является модель процесса выполнения программы в виде потока управления и связанных с ним потоков данных. Такая модель может быть описана с помощью структуры данных графа свойств кода, описанной в работе [1]. Она позволяет находить так называемые taint-уязвимости (дословно – уязвимости «зараженного ввода»), широко распространенные не только в системном программном обеспечении, но и в веб-приложениях (далее – приложение).

Целью работы являлась разработка модуля статического анализатора, осуществляющего построение и визуализацию графа свойств кода по исходному C#-коду.

В ходе работы была построена математическую модель выполнения приложения в виде графа свойств кода, на основе которой был разработан модуль, выполняющий его построение. В ходе разработки было решено множество технических задач, в том числе связанных с редукцией сложных синтаксических инструкций языка C# до упрощенных функциональных эквивалентов (например, превращение цикла foreach в цикл с предусловием, конструкции using – в обрабатываемую с точки зрения потока управления конструкцию try-catch, преобразование LINQ-запросов в вызовы lambda-функций, которые, в свою очередь, преобразуются в вызовы именованных функций, и т.д.). Важной особенностью разработанной программы является возможность кэширования результатов построения графа свойств кода для всех методов кода. На рисунке желтыми ребрами изображены операции вызова пользовательских методов, при которых происходит связывание аргументов и параметров вызываемой функции (построение графов осуществляется с помощью графического пакета graphviz).

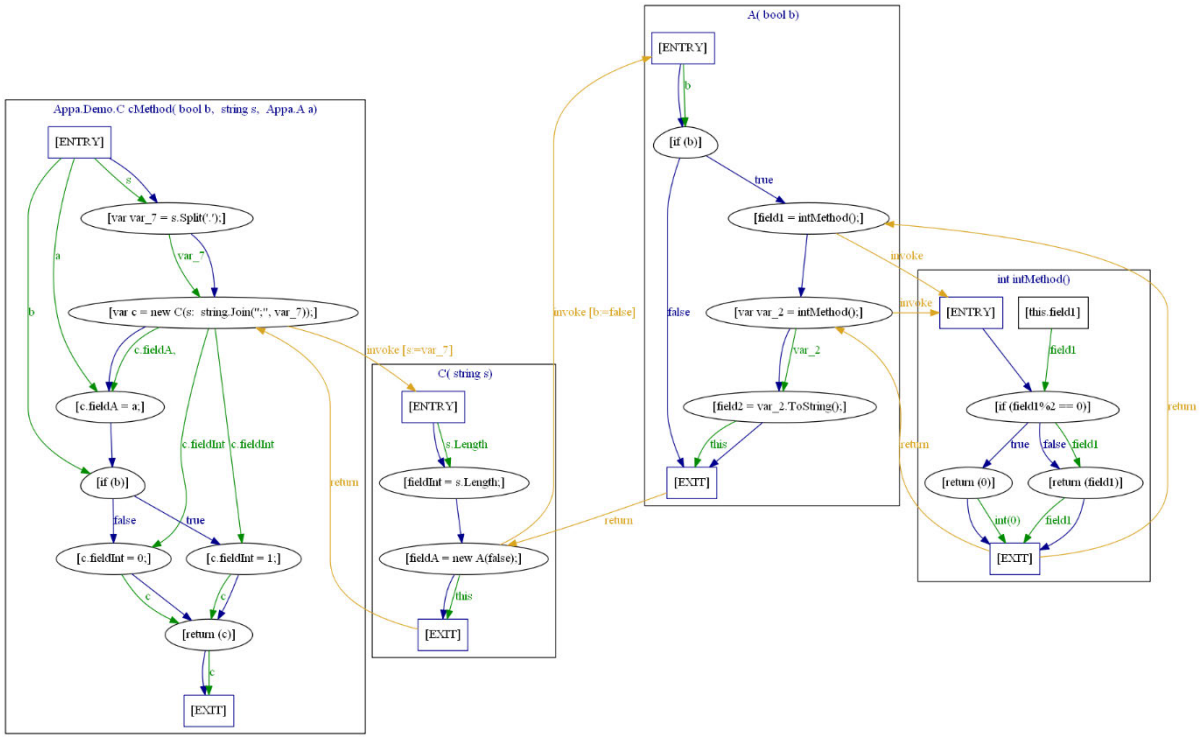


Рисунок. Пример построенного графа свойств кода для нескольких методов

Граф свойств кода (Code Property Graph, CPG) объединяет в себе три основные структуры данных, построенных по коду – абстрактное синтаксическое дерево (Abstract Syntax Tree, AST), граф потока управления (Control Flow Graph, CFG) и граф потока данных (Data Flow Graph, DFG), часто использующиеся оптимизирующими компиляторами [2]. AST – Иерархическая древовидная структура, полностью изоморфная коду, но не имеющая информации о его семантике. CFG дополняет AST информацией о

семантике управляющих конструкций языка программирования и определяет последовательность перехода между инструкциями программы в процессе ее выполнения. DFG определяет порядок взаимного влияния потоков данных в приложении. Поток данных – транзитивное динамическое отношение зависимостей, хранимых в памяти данных. Множество значений всех потоков данных в конкретной точке потока управления определяет состояние приложения. Защищенным состоянием является состояние приложения, в котором для всех потоков данных, проходящих через данную точку, выполняется принцип невмешательства по Деннинг (правила доступа для потоков данных определены в главе 1) [3]. Незащищенное состояние называется уязвимостью.

Описанный класс уязвимостей возникает в коде, если управляемый пользователем ввод без достаточного контроля передается в функцию, выполнение которой может привести к нарушению состояния защищенности любого из потоков вычисления приложения. Применительно к веб-технологиям различают отдельный тип taint-уязвимостей, называемые инъекциями (SQL-инъекции, XPATH-инъекции, инъекции кода, и т.д.). Суть инъекций состоит в том, что недоверенные данные поступают интерпретатору некоторого внешнего языка (называемого «островным языком»), изменяя при этом ожидаемую синтаксическую структуру обращения к окружению 4.

Для формализации Taint-уязвимости все функции в коде необходимо разделить на три класса: класс Source-функций, порождающих поток данных, класс Sink-функций, интерпретирующих поток данных, и класс T-функций, трансформирующих поток данных. Из множества T-функций можно также выделить обезвреживающие T-функции, удаляющие из потока данных опасную с точки зрения грамматики островного интерпретатора последовательность символов. Тогда taint-уязвимость – это путь в графе свойств кода, начинающийся вызовом управляемой извне Source-функции, завершающийся вызовом опасной Sink-функции, и не проходящий ни через одну обезвреживающую T-функцию.

В ходе выполнения работы был разработан модуль автоматического построения графа свойств кода на языке C# для статического анализатора защищенности кода. Он поддерживает объектно-ориентированный подход на уровне архитектуры, имеет возможность работы со специфическими высокоуровневыми абстракциями языка, и в то же время имеет модульную архитектуру, что позволит добавлять поддержку других языков программирования без существенных изменений кода.

Имея информацию о потоках управления и данных, заключенную в графе свойств кода, можно разработать статический анализатор, осуществляющий taint-анализ; также разработанный модуль может быть использован как средство визуализации кода при осуществлении ручного анализа кода. Результаты данной работы используются в компании Positive Technologies.

Литература

1. Yamaguchi F., Goldey N., Arp D. and Rieck K. Modeling and Discovering Vulnerabilities with Code Property Graphs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://user.informatik.uni-goettingen.de/textasciitilde fyamagu/pdfs/2014-oakland.pdf, своб.
2. Ахо А.В., Лам М.С., Сети Р., Ульман Д.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2008. – 1184 с.
3. Denning D.E. A Lattice Model of Secure Information Flow // Communications of the ACM. – 1976. – V. 19. – № 5. – P. 236–243.
4. Козлов Д.Д., Петухов А.А. Методы обнаружения уязвимостей в web-приложениях. // Программные системы и инструменты. Тематический сборник. – 2006. – № 7. – С. 156–166.

Ярошенко Виталий Витальевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра световых технологий и оптоэлектроники, группа № В3432
Направление подготовки: 16.03.01 – Техническая физика
e-mail: yarokha@gmail.com

УДК 532.61

БЕСКОНТАКТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СИЛЫ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

В.В. Ярошенко
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Л. Дмитриев

Целью работы являлось исследование возможностей создание нового метода бесконтактного измерения поверхностного натяжения жидкости и построение на его основе компактного измерительного прибора.

Поверхностным натяжением жидкости называется сила, возникающая на поверхности раздела двух фаз, которая стремится изменить поверхность до минимального значения при условии сохранения исходного объема [1].

Капиллярно-гравитационными волнами называются волны, распространяющиеся по поверхности жидкости под действием сил поверхностного натяжения и силы тяжести [2].

Для длинных волн, когда $g\lambda/2\pi \gg 2\pi\sigma/\rho\lambda$, т.е. $\lambda \gg 2\pi\sqrt{\sigma/\rho g}$ поверхностное натяжение не играет роли:

$$c = \sqrt{g\lambda/2\pi}. \quad (1)$$

В этом случае волны называются гравитационными.

В другом предельном случае, когда $\lambda \ll 2\pi\sqrt{\sigma/\rho g}$, наоборот, силы тяжести несущественны. В этом случае волны называются капиллярными (КВ). Их скорость распространения описывает форму:

$$c = \sqrt{2\pi\sigma/\rho\lambda}. \quad (2)$$

Благодаря КВ можно вычислить поверхностное натяжение жидкости. Для этого на поверхности жидкости с помощью штифта, погруженного в жидкость, возбуждаются круговые КВ. По измеренной частоте и длине волны рассчитывается значение коэффициента поверхностного натяжения жидкости по формуле:

$$\sigma = \rho\lambda^3\nu^2/2\pi. \quad (3)$$

Основой экспериментальной установки является интерферометр Майкельсона и лазерный источник излучения. Картина интерференции отраженного от поверхности жидкости и опорного пучков света регистрируется видеокамерой и подвергается компьютерной постобработке. На рис. 1 представлена схема модифицированного интерферометра Майкельсона.

Интерферометр используется для сканирования поверхности жидкости и вычисления.

Эксперимент был произведен с тремя различными генераторами капиллярной волны:

1. контактный генератор КВ (рис. 2, а);
2. бесконтактный акустический генератор КВ (рис. 2, б);
3. бесконтактный оптико-акустический генератор КВ (рис. 2, в).

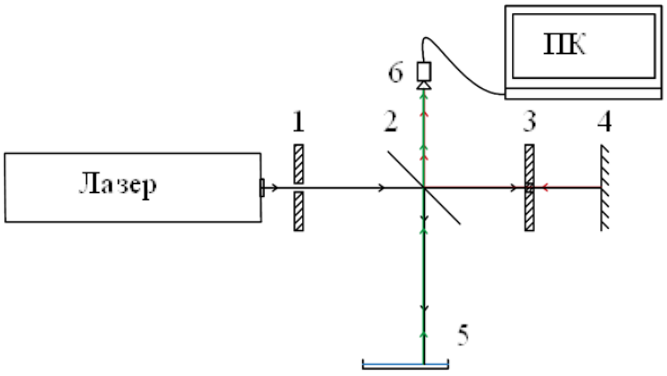


Рис. 1. Схема интерферометра Майкельсона, использованного в эксперименте: 1 – диафрагма; 2 – светоделительная пластина; 3 – поляроид; 4 – зеркало; 5 – кювета с жидкостью; 6 – видеокамера

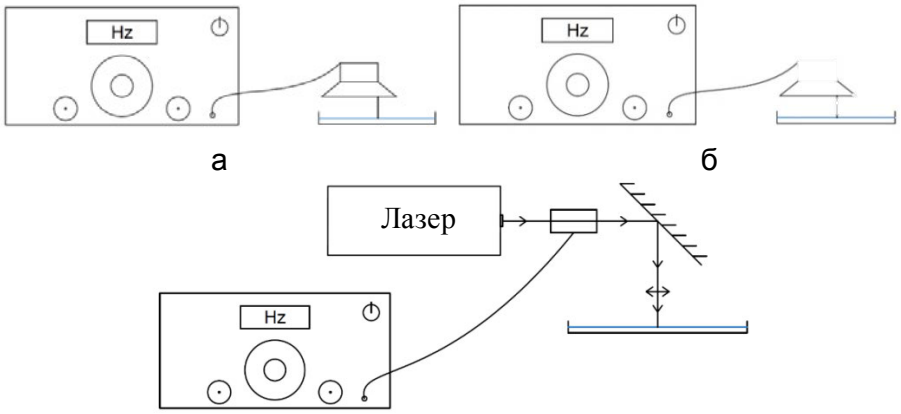


Рис. 2. Схемы генераторов КВ контактный генератор (а); бесконтактный акустический генератор (б); бесконтактный оптико-акустический генератор (в)

Эксперимент с контактным генератором был апробирован и проводился для получения картины интерференции при сложении опорного пучка света и отраженного от поверхности жидкости [3].

Акустический генератор КВ основывается на том, что звуковая волна сопровождается изменением давления по пути ее следования и что переменное звуковое давление создает переменную ударную звуковую волну и заставляет поверхности жидкости пульсировать, тем самым возбуждая круговые капиллярные волны. Для расчета давления звуковой волны используется формула:

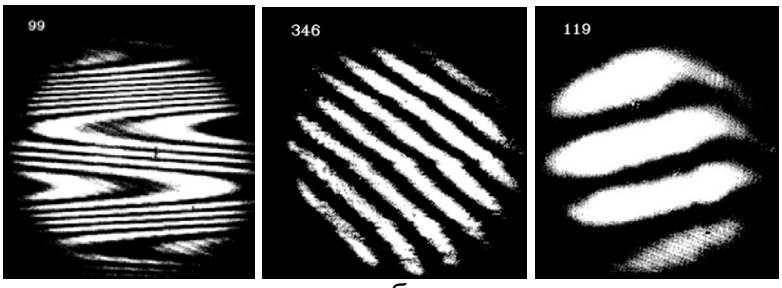
$$P = \sqrt{I\rho v}, \quad (4)$$

где I – интенсивность звука; ρ – плотность среды; v – скорость распространения звука в среде.

Оптико-акустический генератор КВ основывается на использовании светового излучения для возбуждения капиллярной волны, так называемого оптико-акустического эффекта.

Излучение лазера фокусируется строго в одну точку, чтобы вызвать локальный нагрев жидкости. Посредством модулятора мощность излучения лазера периодически изменяется. При термическом воздействии лазерного излучения на поверхностный слой жидкости образуются капиллярные волны.

На рис. 3 представлены серии снимков, полученных при использовании разных генераторов. В эксперименте в качестве исследуемой жидкости используется дизельное масло.



а б в

Рис. 3. Серия снимков интерференции при использовании различных генераторов: контактный генератор при частоте 90 Гц (а); бесконтактный акустический генератор при частоте 230 Гц (б); бесконтактный оптико-акустический генератор (в)

По итогам работы были сделаны следующие выводы:

– отсутствие методов и приборов для бесконтактного измерения поверхностного натяжения жидкости;
– получены интерферограммы для их дальнейшего исследования;
– выявлены причины и возможные решения неэффективности бесконтактного акустического и оптико-акустического метода генерации капиллярных волн.

Литература

1. Терминологический словарь по бетону и железобетону. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство» НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, 2007. – 110 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие. В 5 т. – Т.II. Термодинамика и молекулярная физика. – 5-е изд. – М.: Физматлит, 2005. – 544 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stacks.iop.org/EJP/33/1677, своб.

Ярцева Наталия Анатольевна
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: natella.ri@gmail.com

УДК 004.05

АСПЕКТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.А. Ярцева
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

С начала XXI века развитие системы образования напрямую зависит от использования современных коммуникационных и информационных технологий. Дистанционное обучение (ДО) – это способ обучения людей, который отражает все присущие учебному процессу компоненты, включая ряд особенностей – удаленность обучающихся от источника информации и упор на самостоятельную деятельность [1, 2].

Основным требованием, которое предъявляется к системе образования, является доступность. Исследование таких параметров, как устойчивость и способность выдерживать большие нагрузки является необходимым условием для определения целесообразности внедрения системы дистанционного обучения (СДО). Комплексное тестирование позволяет выявить «узкие места» системы и предупредить ее

пользователей о возможном отказе.

Цель исследования заключалась в определении наилучшей системы дистанционного обучения, внедрение ее на кафедру ВТ Университета ИТМО, а также выявление ее показателей работы в нормальных условиях, определение границы пиковой нагрузки и изучение реакции системы на нее.

Для достижения цели исследования были поставлены и решены следующие задачи:

1. подбор систем и средств ДО и их сравнительный анализ. Выявление оптимальной СДО для ее дальнейшего внедрения на кафедру ВТ;
2. составление сценариев использования системы конечным пользователем. Проведение комплексного тестирования для оценки поведения веб-приложения под заданной ожидаемой нагрузкой и выявления «узких мест» работы системы;
3. исследование надежности системы во время высоких и пиковых нагрузок, анализ поведения системы в такой ситуации, а также при длительной стационарной нагрузке.

В ходе исследования было выявлено, что кафедра ВТ использует СДО AcademicNT и программу для проведения электронных тестов – eTest. Также было принято решение рассмотреть систему Moodle – широко распространенную СДО с открытым исходным кодом.

По итогам сравнительного анализа было выявлено, что системы дистанционного обучения Moodle и AcademicNT практически одинаковы в своих возможностях. Moodle, благодаря широким инструментальным возможностям по созданию и сопровождению курса, бесплатному внедрению, а также открытому исходному коду был развернут на серверах кафедры ВТ.

Комплексное тестирование состоит из большого количества различных аспектов. В данной работе система была исследована по нескольким направлениям производительности: тестирование с ожидаемой нагрузкой; тестирование при пиковых нагрузках и тестирование надежности системы.

Для тестирования производительности были выделены пользовательские сценарии поведения, характерные для данной системы, а именно – прохождение тестов по различным курсам. Для этого в СДО был добавлен курс по предмету «Информатика».

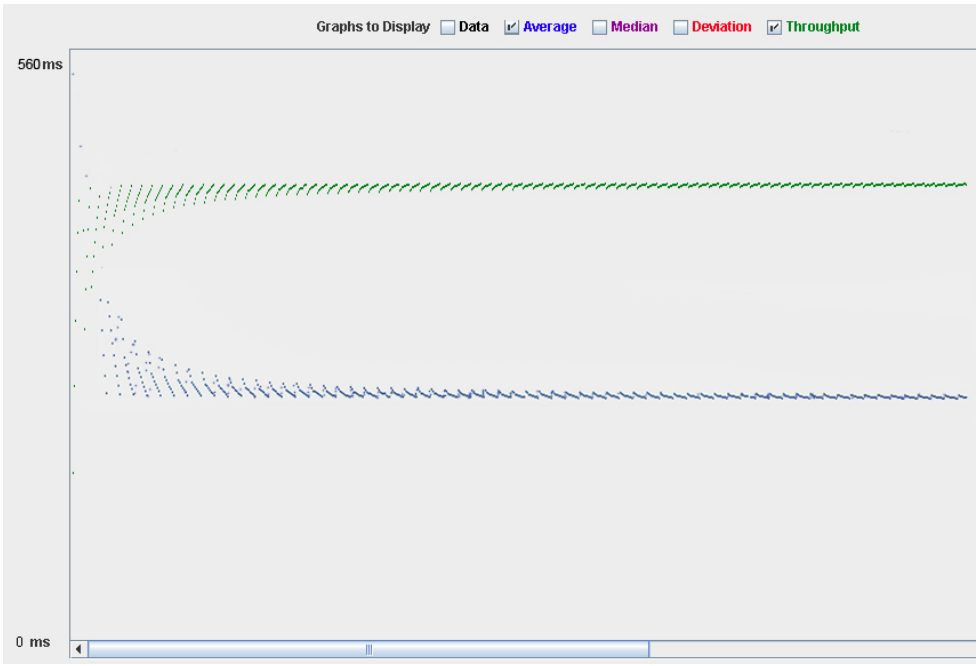


Рис. 1. Результаты нагрузочного тестирования системы

Нагрузочное тестирование проходило по сценарию – прохождение теста по курсу «Информатика» группой из 25 человек. На рис. 1 представлены изменения усредненного времени отклика и пропускной способности системы, которые отображают нагрузку на веб-сервис. Результаты нагрузочного тестирования показали, что система успешно справляется с 25 пользователями и удовлетворяет общим требованиям по времени отклика.

Тестирование надежности системы проводилось в течение суток. На сервере имитировалась средняя нагрузка, и раз в 2 ч снимались показатели использования памяти веб-сервисом. Тестирование показало, что система успешно справляется с ожидаемой нагрузкой и утечек памяти не происходит.

Стресс-тестирование системы проходило на том же сценарии. Количество пользователей при этом постепенно увеличивалось до 250. На графике (рис. 2) видно, что при таком количестве пользователей, время отклика системы превышает пороговое значение в 540 мс, рекомендуемое ведущими производителями СДО.

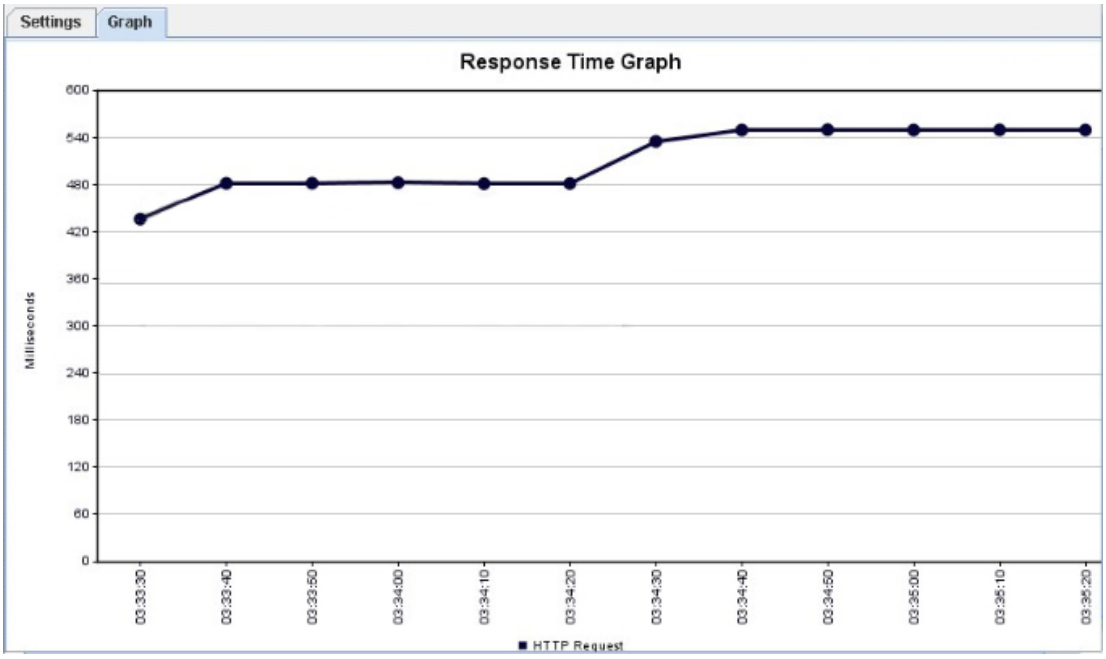


Рис. 2. Результат стресс-тестирования системы

По итогам сравнительного анализа СДО Moodle была выявлена как система, которая имеет наилучшие значения показателей по первоначальным критериям. На основании этого СДО Moodle была развернута на серверах кафедры ВТ. Для тестирования производительности в СДО был добавлен курс по предмету «Информатика». На сценарии, имитирующем прохождения теста студентами, было проведено нагрузочное и стресс-тестирование системы, а также тестирование надежности системы при средней длительной нагрузке.

Литература

1. Агапонов С.В., Джалиашвили З.О., Кречман Д.Л. и др. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 336 с.
2. Аникина М.Н., Балалаева Н.А., Ярцева Н.А., Балакшин П.В., Ивашев А.Ю. Сравнительный анализ систем дистанционного обучения и контроля знаний // Сб. трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. – 2015. – № 6. – С. 25–28.

УЧАСТНИКИ КОНКУРСОВ КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ

Апаршин Евгений Дмитриевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3401
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: aparshin14@gmail.com

УДК 621.383.7

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ ПАТЕНТНО ЧИСТЫХ ВАРИАНТОВ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФУНДУС-КАМЕРЫ

Е.Д. Апаршин
Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.Н. Черкасова

Фундус-камера – оптический офтальмологический прибор, предназначенный для исследования состояния глазного дна методами офтальмоскопии в обратном виде [1]. В настоящее время разработкой и изготовлением фундус-камер занимаются Германия и Япония, Россия временно ушла с мирового рынка. Однако в конце XX века были выпущены три модификации приборов: КФГ-2 [2], КФГ-2-01 (ПО ЗОМЗ) [3], ОФОРТ (ПО КЗ им. С.А. Зверева) и действующий макетный образец КФГ-40 (ГОИ им. С.И. Вавилова) [4]; сохранены значительный научный задел (методики и оптические расчеты на базе пакетов прикладных программ CAPO, OPAL и ZEMAX), соответствующие приборная и экспериментальная базы. Это показывает, что имеются шансы для возвращения России на мировой рынок. Одним из важных условий возобновления производства фундус-камер является возможность проводить научные и экспериментальные исследования. В этих условиях актуальна разработка испытательных стендов.

Целью работы являлась разработка и ввод в эксплуатацию лабораторного стенда для исследований патентно чистых оптических систем фундус-камер. Именно возможность выбора композиции запатентованной схемы прибора, предполагаемого к производству, обеспеченного производственной базой в России, делает его уникальным.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: проверить соответствие современной нормативной базе запатентованных оптических систем; провести сравнительный анализ состояния современного рынка фундус-камер; скомпоновать и ввести в эксплуатацию лабораторный стенд, используя модульный принцип; уточнить направления применения лабораторного стенда в исследованиях и разработках отечественных фундус-камер и его модернизации.

Стандарт не регламентирует композицию оптической системы фундус-камеры. Он разделяет фундус-камеры на две группы по критерию качества изображения, с углом поля не более 30º и более 30º [5]. Остальные медико-технические характеристики идентичны.

Результат сравнения современного рынка фундус-камер показал, что все приборы могут быть отнесены к группе с углом поля более 30º. Оценено соответствие приборов требованию стандарта ISO. Данные последнего столбца (рисунок) подтверждают соответствие технического уровня приборной базы лабораторного стенда отечественного производства стандарту ISO для угла поля более 30º.

Характеристики	Topcon, TRC-NW	Nidek, AFC	Kowa, VX/Nonmyd	Canon, CR/CF	Zeiss, VISUCAM	Лабораторный стенд
Спектральный интервал	Видимый	Видимый	Видимый	Видимый	Видимый	Видимый, ИК
Источник: -лампы импульсная -лампа накаливания	- 	+ 	+ +	+ +	+ +	+ +
Угол поля	50°	45°	50°	50°	50°	40°
Тип приемника: -фотопленка	+ 	+ 	+ 	+ 	+ 	+
Методики: -фотосъемка -флюоресцентная ангиография	+ -	+ -	+ 1 кадр/с	+ +	 1 кадр/с	+ 2 кадр/с
Наблюдательный канал: -окуляр -экран монитора	 + +	 + -	 + +	 + +	 + +	 + +
Расширение зрачка	+	-	+	-	-	+
Соответствие ISO	-	-	+	+	+	+
Другие возможности	ИК-ТВ	Периметр	-	Стереопары	-	ИК-ТВ приставка
	Цифровая матрица					ИК-ТВ
	Канал второго наблюдателя					

Рисунок. Современные фундус-камеры (2016 г.)

В этих условиях актуально разработать лабораторный стенд, в оптической системе которого реализованы три запатентованные схемы. Создание такого стенда оказалось возможным на основе применения модульного принципа.

Выявлены следущие модули: действующий макетный образец КФГ-40, два варианты композиции макета МД-114 и блок питания БШ2.087.123. Первые вариант представляет собой собой компиляцию КФГ-2, КФГ-2-01, установленную на едином координатном столе фундус-камеры КФГ-2. Второй вариант модуля представляет собой эту оптическую систему, установленную на отдельном основании, благодаря вводу оптического жгута осветительный блок снят с единого основания и присоединяется к оптической системе через гибкий волоконный жгут. Оба варианта работают от того же блока питания, что и КФГ-40.

Оказалось целесообразным выбрать второй вариант, так как он обладает большими возможностями при композиции исследования систем. Для него разработана и приведена в настоящей работе оптическая схема с гибким волоконным жгутом с входным и выходным торцами вместо кольцевой дафрагмы, что усиливает ее светотехнические характеристики и сделало ее более гибкой при композиции стенда.

В результате предложена следующая композиция стенда. Он состоит из следующих трех модулей: МД-114 со световолоконным жгутом, действующего макетного образца КФГ-40 и общего блока питания БШ2.087.123. Включение модулей МД-114 и КФГ-40 может производиться поочередно через подключение аналогичных электических разъемов. Контрольное подключение подтвердило работоспособность модулей лабораторного стенда.

На основе экспериментальной базы ГОИ им. С.И. Вавилова скомпонован и введен в эксплуатацию экспериментальный лабораторный стенд. В работе разработаны и приводятся: оптическая схема модуля МД-114, блок-схема лабораторного стенда, техническое описание и инструкция по его эксплуатации. В настоящее время имеются следующие возможности для возвращения отечественных производителей на рынок производства патентно чистых визуальных фундус-камер: теоретическая, расчетная и

патентная базы, а также опыт производства приборов на предприятиях отрасли. Разработанный экспериментальный стенд позволит проводить регулярные исследования по уточнению композиции патентно чистых оптических систем фундус-камер. Например, исследовать фундус-камеры на соответствие требованиям ISO; моделировать и испытывать оптические системы приборов; разрабатывать системы светофильтров; подбирать и оптимизировать отдельные оптические компоненты; расширять функциональные возможности фундус-камер. В планах на дальнейшую работу предполагается модернезировать морально устаревший инфракрасный телевизионный канал на современной базе. Разработать альтернативный видеоканал второго наблюдателя. Также разработать лабораторную работу по курсу оптико-офтальмологические приборы на базе созданного стенда.

Литература

1. Черкасова Д.Н. Оптические офтальмологические приборы. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2003. – 235 с.
2. Исаева И.С., Левинтова Т.Я., Черкасова Д.Н. Фундус-камера. Патент РФ № 2065720 от 27.08.1997.
3. Беленкович В.Ф., Веснин В.Н., Овчинников Б.В., Левинтова Т.Я., Товбин Б.С., Черкасова Д.Н. Фундус-камера. Патент РФ № 2063565 от 10.07.1996.
4. Овчинников Б.В., Черкасова Д.Н. Фундус-камера. Патент РФ №2214152 от 20.10.2003.
5. ГОСТ Р 56673-2015 (ИСО 10940:2009). Приборы офтальмологические. Фундус-камеры. Технические требования. Методы контроля оптических характеристик. – 18 с.

Балалаева Наталья Александровна
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: natalie.balalaeva@gmail.com

УДК 378.14:16

АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.А. Балалаева
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

В современном мире информационных технологий сделана огромная ставка на дистанционное обучение (ДО), концепция которого отвечает всем условиям новой образовательной парадигмы постиндустриального общества. Термин дистанционного образования включает в себя огромную область от простых обучающих курсов узкой направленности, до полноценного высшего образования крупных университетов. Дистанционное обучение – это современная и эффективная технология образования, которая в перспективе позволит существенно снизить затраты на проведение обучения, предоставит возможность получения знаний людям любого социального класса, повысит качество обучения за счет применения современных технологий и создаст единую образовательную базу [1]. Перспективность удаленного обучения и его практическая ценность определяют актуальность темы исследования.

Целью исследования являлось сравнение существующих систем дистанционного обучения (СДО) и внедрение собственной СДО на кафедре ВТ Университете ИТМО.

Самый простой и распространенный способ приобретения и внедрения СДО – это покупка готового программного продукта со всей необходимой документацией. При необходимости ввода СДО в эксплуатацию непосредственно разработчиками системы используется проект по внедрению. Стоимость таких проектов значительно выше, и они менее распространены среди российских компаний. Третий способ – установка свободно-распространяемой СДО собственными силами организации. Такой путь значительно снижает расходы на реализацию проекта внедрения СДО, позволяет настроить и улучшить систему под свои задачи и требования [2]. Особенности внедрения СДО разными способами представлены в табл. 1.

Таблица 1. Достоинства и недостатки при внедрении СДО

Способы приобретения СДО	Достоинства	Недостатки
Готовый коммерческий продукт	Относительно невысокая стоимость	Самостоятельное внедрение, система, возможно, не удовлетворяет всем требованиям заказчика
Проект по внедрению СДО	СДО удовлетворяет всем требованиям заказчика	Высокая стоимость
Свободная система с открытым кодом	Невысокая стоимость внедрения, возможность изменения под свои задачи	Самостоятельное внедрение и техническая поддержка

Большинство свободно-распространяемых систем с открытым кодом являются кроссплатформенным программным обеспечением (ПО), позволяют решать те же задачи, что и коммерческие системы. Кроме того, пользователи имеют возможность дорабатывать и адаптировать такие системы в соответствии со своими требованиями и потребностями. На основе информационных ресурсов Интернета и отзывов на форумах по тематике дистанционного обучения можно сделать вывод, что на сегодняшний день наибольший интерес среди открытых систем представляет Moodle. Отличительная особенность системы Moodle состоит в том, что вокруг нее сформировалось самое активное международное сообщество разработчиков и пользователей, которые делятся опытом использования системы, обсуждают и решают возникшие проблемы, обмениваются планами и результатами дальнейшего развития платформы [3].

В настоящей работе был проведен сравнительный анализ СДО Moodle с другими системами тестирования, используемыми в Университете ИТМО. Критерии для сравнения были выбраны в соответствии с задачами и требованиями, предъявляемыми к СДО. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнение систем дистанционного обучения

№	Критерий	Moodle	Etest	AcademicNT (ЦДО)
1	Хранение базы данных пользователей и вопросов	5, сервер	4, локальная сеть	5, сервер, связь с электронным журналом
2	Простота внедрения	4, необходима предварительная установка ПО	5, установка непосредственно на локальную машину	5, система внедрена

№	Критерий	Moodle	Etest	AcademicNT (ЦДО)
3	Настройка системы преподавателем	5, открытый код, возможность полной настройки системы	5, понятный интерфейс, настройка системы оценивания	3, незначительная, сложность в приведении вопросов к нужному формату
4	Поддержка дополнительных материалов	5, фото, видео, видеочаты	3, фото	4, фото и видео
5	Устойчивость к нагрузкам	5, поддержка большого количества пользователей	5, пользователи независимы	4, поддержка большого количества пользователей, но вероятность сбоя выше
6	Безопасность системы	4, открытый код	4, возможна утечка информации	3, утечка информации
7	Взаимодействие пользователей	5, чаты, система обмена сообщениями	0, не поддерживается	4, система обмена сообщениями
8	Обучение	5, хранение уроков и другого обучающего материала	0, не поддерживается	5, хранение уроков и другого обучающего материала
9	Интерфейс системы	5, современный и настраиваемый интерфейс	4, простой интерфейс	3, минимальный дизайн
10	Возможность просматривать результаты после прохождения тестов	5, подробный анализ результатов	4, процентное отношение правильных ответов, разбитых на группы вопросов	3, итоговая оценка и количество правильных ответов
	Итог	48 из 50	32 из 50	39 из 50

Каждый из 10 критериев принимал значение от нуля при отсутствии свойства, до пяти при его отличных свойствах. Как видно из итоговых результатов, система Moodle набрала максимальный балл – 48 из 50, поэтому была выбрана для дальнейшего внедрения на кафедру [4].

Для функционирования системы Moodle требуется дополнительное ПО. Необходимо предварительно установить веб-сервер, систему управления базами данных и PHP-интерпретатор. На диске должны быть свободными минимум 160 МБ. Кроме того потребуется дополнительное свободное место для хранения учебных материалов. Минимальный объем оперативной памяти – 256 МБ, рекомендуемый – 1 ГБ.

Для функционирования Moodle на кафедральном сервере под управлением операционной системы Ubuntu Server, были установлены пакеты системы управления баз данных PostgreSQL, сервера Apache и PHP. Для загрузки необходимых пакетов использовался пакетный менеджер APT. После предварительной установки и

настройки всех необходимых компонентов была загружена и установлена система Moodle. После установки системы был создан курс «Информатика» и подготовлена база вопросов для проведения тестов.

В результате исследования благодаря детальному раскрытию понятия дистанционного образования, анализу существующих на рынке систем ДО и проблем внедрения СДО, была выбрана система Moodle для проведения сравнительного анализа с системами, используемыми на кафедре ВТ. Moodle, показавшая наилучший результат, была развернута на кафедральном сервере. Внедренная СДО обладает рядом преимуществ, поэтому может стать универсальной площадкой для контроля знаний на кафедре ВТ. Процедура коррекции курсов в системе Moodle более проста и оперативна, следовательно, она лучше всего подходит для узконаправленных специальностей. Были сформулированы практические рекомендации для внедрения СДО Moodle, включающие требования к аппаратному и программному обеспечению кафедр.

Литература

1. Полат Е.С., Буханкина М.Ю., Моисеева М.В. Теория и практика дистанционного обучения. – Академия, 2004. – 416 с.
2. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2010. – 462 с.
3. Гильмутдинов А.Х., Ибрагимов Р.А., Цивильский И.В. Электронное образование на платформе Moodle. – Казань: КГУ, 2008. – 169 с.
4. Аникина М.Н., Балалаева Н.А., Ярцева Н.А., Балакшин П.В., Ивашев А.Ю. Сравнительный анализ систем дистанционного обучения и контроля знаний // Сб. трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. – 2015. – № 6. – С. 25–28.

Битюков Дмитрий Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: nekromantbit@gmail.com

УДК 621.313.8

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ БОЛЕЕ ОДНОГО РОТОРА

Д.В. Битюков
Научный руководитель – мл.н.с. А.В. Егоров

В современном мире в областях, связанных со специализированной узконаправленной техникой, к электродвигателям предъявляются повышенные требования, связанные с ограниченным пространством, ограниченной массой и повышенными требованиями к развиваемому машиной электромагнитному моменту или развиваемой скорости. Такие ограничения приводят к необходимости появления инновационных проектов в сфере электропривода, разработки новых способов расчета и оптимизации электрических машин и новых конструктивных решений, применяемых в них [1–5].

Целью работы являлась разработка двухроторного дискового вентильного двигателя с радиально намагниченными постоянными магнитами.

Мультироторные машины уже разрабатывались и используются в качестве современного привода, в частности, существуют патенты с описанием двухроторных двигателей, но имеющие ряд отличий от рассматриваемой в данной работе машины.

Для реализации цели использованы математические пакеты MATLAB и FEMM. Использование двух пакетов объясняется управлением пакетом FEMM из пакета MATLAB и параметрическим заданием конструкции, что позволяет не только легко вносить правки в геометрические размеры поперечного сечения двигателя, но и оптимизировать расчеты путем параллельного вычисления нескольких положений машины.

Главным критерием оценки в работе является максимальный развиваемый (пусковой) момент машины, вращающейся на низких скоростях. Статорная намотка выполнена сосредоточенной, модульной, двухслойной, число q (число пазов на фазу) выбрано 3/8.

Материалом магнитопровода двигателя выбрана холоднокатанная тонколистовая изотропная электротехническая сталь марки 2112 ГОСТ 21427.2-83, она позволяет иметь индукцию в магнитопроводе не более 1,6 Тл без серьезного увеличения потерь в машине.

Так как к машине в данной работе не предоставлялось серьезных требований по температурному режиму, то в качестве постоянных магнитов были выбраны магниты из сплава Ч36Р (Nd-Fe-B) класса Б, они имеют остаточную индукцию не более 1,1 Тл и обладают бóльшим максимальным энергетическим произведением, меньшей рабочей температурой и более низкой стоимостью, чем самарий-кобальтовые магниты.

На рисунке, а, представлен поперечный разрез исходной конструкции двигателя. В последствии он был доработан для уменьшения насыщения стали и увеличения пускового момента до конструкции, представленной на рисунке, б.

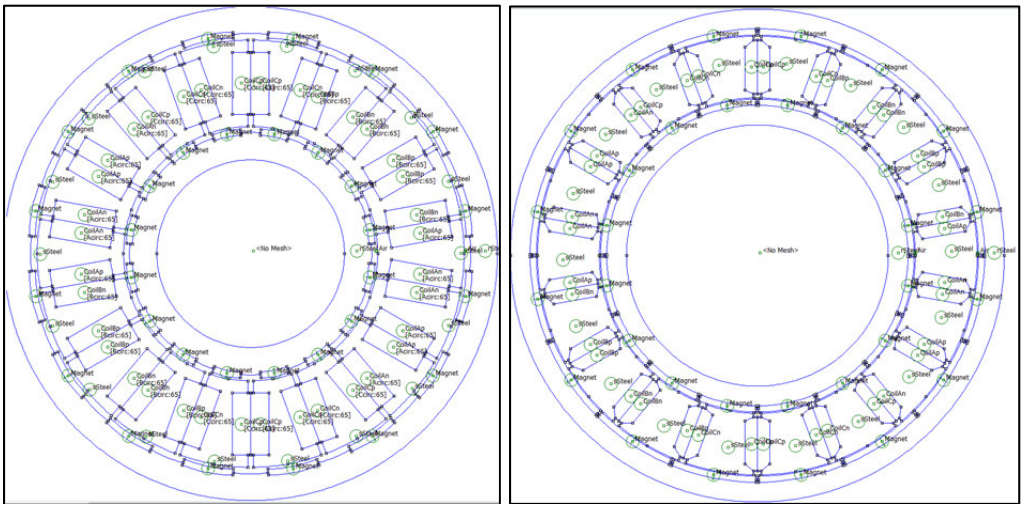


Рисунок. Исходная (а) и оптимизированная (б) конструкция

Суть эксперимента заключалась в том, что в обмотки двигателя подавались три постоянных тока, а ротор двигателя поворачивался с небольшим шагом, что позволило определить пусковой момент как максимум полученного графика при повороте двигателя на 360 электрических градусов.

Эксперимент был повторен для одноротoрного двигателя, полученного путем замены магнитов внутреннего ротора и внутреннего зазора магнитопроводом. Полученные данные двух экспериментов можно увидеть в сравнительной таблице.

Таблица. Сравнение одноротороного и двухроторного двигателей

	Двухроторный двигатель с магнитами Ч36Р класса Б группы 6 (1,1 Тл)	Одноротороный двигатель с магнитами Ч36Р класса Б группы 6 (1,1 Тл)	Двухроторный двигатель с магнитами Ч36Р класса Б группы 3 (0,9 Тл)	Одноротороный двигатель с магнитами Ч36Р класса Б группы 1 (0,7 Тл)
Развиваемый пусковой момент	24 Нм	26 Нм	19 Нм	17 Нм
Максимальная индукция в магнитопроводе	1,91 Тл	1,88 Тл	1,61 Тл	1,57 Тл

В результате видно, что двухроторные двигатели имеют незначительное преимущество в пусковом моменте перед одноротороными при условии отсутствия насыщения стали. Это вкупе со сложностью и ненадежностью двигателя делает его нерентабельным в рассмотренной конструкции.

Литература

1. Усольцев А.А. Электрические машины. Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 415 с.
2. Meier F. Permanent-magnet synchronous machines with non-overlapping concentrated windings for low-speed direct-drive applications. – Stockholm: KTH, 2008. – 165 p.
3. ГОСТ 21427.2-83 Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая. Технические условия. – Введен 01.01.1984. – 14 с.
4. ТУ 6391-002-55177547-2005. Магниты постоянные на основе сплава неодим-железо-бор марки Ч36Р.
5. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П., Токарев Б.Ф. Проектирование электрических машин. Учебник. – М.: Высшая школа, 2005. – 767 с.

Булак Никита Викторович
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: nikita_bulak@mail.ru

УДК 621.314.632

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ВЫПРЯМИТЕЛЕМ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

Н.В. Булак
Научный руководитель – ассистент Н.А. Поляков

В настоящее время воздушно-плазменная резка является наиболее экономичным и универсальным способом раскроя металла. Плазменная резка осуществляется путем интенсивного локального расплавления металла и удаления его из полости реза электрической дугой, горящей в потоке продуваемого вдоль ее

оси газа (воздуха). Классическим вариантом плазменной резки является резка на постоянном токе прямой полярности. Для обеспечения стабильности электрической дуги необходим источник питания, обладающий специальными характеристиками [1–5].

Целью работы являлось исследование электромагнитных процессов в трехфазном тиристорном выпрямителе. Для достижения цели поставлены следующие задачи: создание моделей шести- и двенадцатипульсного выпрямителей; создание систем управления для этих выпрямителей; анализ электромагнитных процессов в данных выпрямителях; разработка рекомендаций по модернизации двенадцатипульсной схемы с целью достижения равномерной токовой нагрузки силовых ключей.

В обзоре рассмотрены существующие схемотехнические решения и выделены их основные недостатки: большой коэффициент пульсаций выпрямленного тока в шестипульсном выпрямителе и наличие переменной составляющей выпрямленного тока в двенадцатипульсном выпрямителе.

Шестипульсный тиристорный выпрямитель построен по трехфазной мостовой схеме Ларионова. За основу взяты параметры установки плазменной резки АПР-404, обладающей такими недостатками, как: большой скачок тока в момент запуска системы и большая статическая ошибка по току.

В системе управления шестипульсным тиристорным выпрямителем сравниваются ток задания и текущий ток нагрузки, ошибка подается на интегральный (И)-регулятор тока, выходной сигнал регулятора преобразуется в угол управления тиристорами. Преобразование необходимо из-за разных диапазонов изменения выходного сигнала регулятора и входного сигнала блока управления тиристорами. Введение задатчика интенсивности в блок тока задания позволяет исключить бросок тока в момент запуска системы.

В реальной системе тиристорный выпрямитель работает на нелинейную нагрузку в виде плазменной дуги. Для создания модели нелинейного сопротивления была принята вольт-амперная характеристика (ВАХ), приведенная на рисунке.

Введение в модель делителя позволяет наблюдать за изменением активного сопротивления дуги.

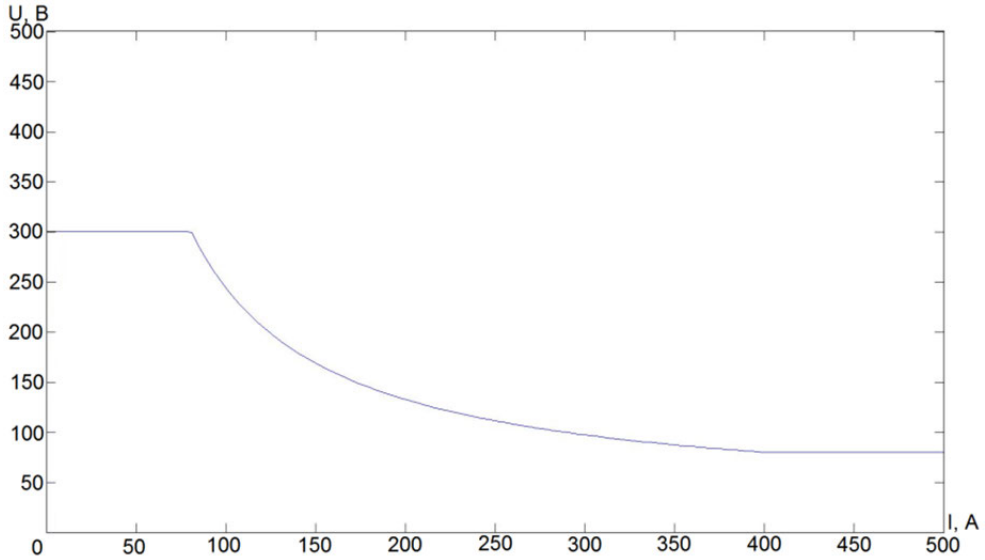


Рисунок. ВАХ плазменной дуги

Изменение активного сопротивления дуги приводит к изменению постоянной времени цепи нагрузки. Для учета изменения постоянной времени в системе управления шестипульсным выпрямителем, работающим на нелинейную нагрузку, И-регулятор заменен на пропорционально-интегральный (ПИ)-регулятор с динамическим коэффициентом. Формула для динамического коэффициента получена эмпирически

$$K_{din} = \frac{K_1}{(I_{16} \cdot K_2)}, \quad (1)$$

где I_{16} – ток задания, представленный в виде шестнадцатибитного числа.

Для вывода формулы производилась настройка регулятора при нескольких значениях тока задания; полученные значения динамического коэффициента аппроксимировались.

Для исключения переменной составляющей выпрямленного тока в двенадцатипульсную схему добавлен уравнительный реактор. Система управления каждым из выпрямительных мостов идентична системе управления шестипульсным выпрямителем. В данной схеме используется один датчик тока и один сглаживающий дроссель, установленные после уравнительного реактора.

Моделирование двенадцатипульсного выпрямителя при токе задания 300 А показало, что каждый из выпрямительных мостов проводит импульсный ток с амплитудой, равной току задания. Для снижения токовой нагрузки на силовые ключи и приближения формы тока к форме тока через силовые ключи в шестипульсной схеме предложена следующая модернизация двенадцатипульсного выпрямителя: датчик тока нагрузки и сглаживающий дроссель, расположенные после уравнительного реактора заменяются сглаживающими дросселями и датчиками тока на выходе каждого из выпрямительных мостов.

При применении в такой схеме системы управления от немодернизированного двенадцатипульсного выпрямителя на выходе И-регуляторов и в выпрямленном токе нагрузки возникают автоколебания. Для устранения этого эффекта И-регуляторы в системе управления заменяются ПИ-регуляторами. В итоге токи через выпрямительные мосты приобретают форму, идентичную форме токов в шестипульсном выпрямителе с амплитудой, равной уже половине тока задания.

Модельные исследования выпрямителей показали, что двенадцатипульсный выпрямитель обеспечивает наименьший коэффициент пульсаций, в то время как модернизированный двенадцатипульсный выпрямитель имеет наименьшее перерегулирование. Шестипульсный выпрямитель, работающий на нелинейную нагрузку, имеет большее значение перерегулирования при неизменном коэффициенте пульсаций.

Литература

1. Ширшов И.Г., Котиков В.Н. Плазменная резка. – Л.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
2. Чаки Ф., Герман И., Ипшич И. и др. Силовая электроника: примеры и расчеты: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 384 с.
3. Лёб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах: Пер. с англ. / Под ред. проф. Н.А. Капцова. – М.: Государственное издательство технико-технической литературы, 1950. – 668 с.
4. Иванов А., Арзамасов В. Определение параметров уравнительного реактора в 12-пульсных преобразователях // Силовая электроника. – 2008. – № 2. – С. 100–102.
5. Борисов П.А., Томасов В.С. Расчет и моделирование выпрямителей. Учебное пособие по курсу «Элементы систем автоматики». Ч. 1. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 169 с.

Бурнаев Дмитрий Владимирович
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
email: dvburnaev@gmail.com

УДК 004.41

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРА ИНТЕРФЕЙСА DVI

Д.В. Бурнаев
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Е. Платунов

В современном мире существует большое количество вычислительной техники, взаимодействующей с различными устройствами визуального отображения информации. Среди различных интерфейсов, обеспечивающих данное взаимодействие, одним из самых распространенных является Digital Visual Interface (DVI). Несмотря на то, что данный интерфейс обладает возможностью передачи изображения в высоком качестве и не облагается никакими сборами за создание, сложно найти готовою реализацию данного интерфейса. Стоит отметить, что только один крупный производитель предоставляет закрытые IP-ядра DVI для собственно выпускаемых программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). В связи с этим становится актуальным создание доступной, свободно распространяемой реализации данного интерфейса.

DVI-стандарт на интерфейс, предназначенный для передачи видеоизображения на цифровые устройства отображения, такие как жидкокристаллические мониторы, телевизоры и проекторы. На вход данного интерфейса подаются: данные изображения (Pixel Data, 24 бита), управляющие сигналы (Control Data, 6 бит), синхронизирующий импульс (clk, 1 бит) и сигнал наличия данных (data enable, 1 бит). Каждая составляющая цвета (синий, красный, зеленый) и два управляющих сигнала попадают в блок, где происходит кодирование 8/10 бит, после чего данные из параллельного вида преобразуются в последовательный и отправляются передатчиком (рис. 1) [1].

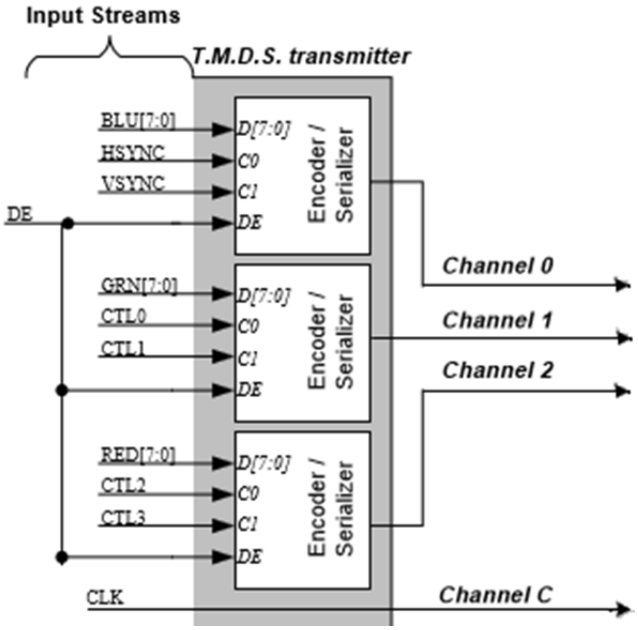


Рис. 1. Схема получения выходных сигналов интерфейса DVI

Контроллер интерфейса DVI было решено реализовать на базе ПЛИС. Данный выбор был сделан, так как в последнее время разработка специализированных аппаратных блоков на ПЛИС находит широкое применение как в обучении основам вычислительной техники, так и в промышленности. В процессе создания системы встал вопрос выбора подходящего метода разработки. К сожалению, по данной тематике наблюдается дефицит информации. По этой причине было решено использовать несколько различных подходов к проектированию на примере интерфейса DVI, выделить их слабые и сильные стороны [2–4].

В процессе выполнения работы рассмотрены следующие методы разработки системы на базе ПЛИС:

1. метод конечных автоматов;
2. метод System to RTL;
3. метод независимых блоков;
4. метод IP-ядер.

Для разработки самого контроллера был выбран метод IP-ядер (рис. 2). При данном подходе во время разработки главной задачей было на концептуальном уровне произвести такое разбиение проекта, чтобы вместо большего количества частей системы можно было использовать готовые IP-блоки. Мотивацией такого решения было то, что зачастую такие блоки имеют хорошие характеристики в отношении производительности и занимаемой площади на кристалле. Очевидно, что использование таких IP-ядер позволило уменьшить количество написанного кода, что ускорило сам процесс разработки системы в целом.

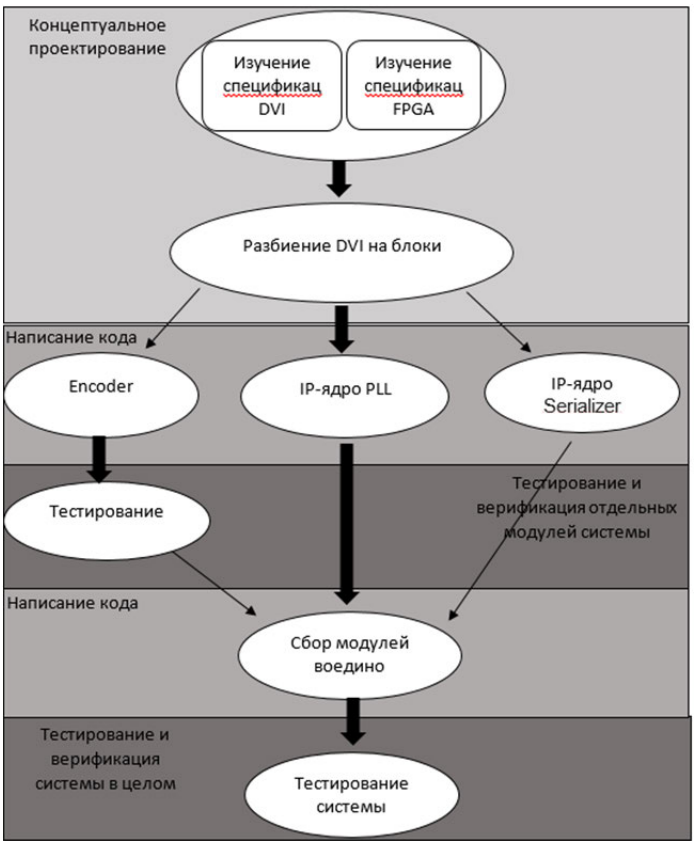


Рис. 2. Метод IP-ядер

В ходе выполнения работы был реализован контроллер DVI с ограниченной функциональностью. В нем отсутствует поддержка протоколов DDC и Hot Plug Detected, передача данных ведется только в цифровом формате с фиксированной частотой

обновления 60 Гц и с разрешением изображения 1024×768. Для изменения каких-либо из этих характеристик существует необходимость перенастройки устройств делителя частоты и преобразования данных в последовательный вид. После чего требуется перекомпиляция и перепрограммирование ПЛИС. В случае необходимости передачи изображения в разрешении и частоте обновления, выходящим за пределы одноканального режима, или желания, изменить глубину цвета с 24 до 48, требуется добавить еще три модуля кодирования и сериализации данных, синхросигнал у всех шести модулей будет общим.

Для блоков сериализатора и делителя частоты были использованы готовые IP-ядра, предоставляемые компанией Altera. При добавлении их в проект они были настроены с помощью встроенного в IDE Quartus средства MegaWizard. Блок кодирования был написан с помощью языка Verilog [5].

Было применено несколько видов тестирования:

1. модульное;
2. интеграционное;
3. системное.

В ходе работы разработан и отлажен контроллер интерфейса DVI, оформленный в виде IP-core для интеграции в проекты систем на кристалле.

Литература

1. Digital Visual Interface. – Revision 1.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cs.unc.edu/~stc/FAQs/Video/dvi_spec-V1_0.pdf, своб.
2. Рабаи Ж.М., Чандракасан А., Николич Б. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.
3. Паттерсон Д., Хеннеси Дж. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 784 с.
4. Sass R., Schmidt A.G. Embedded Systems Design with Platform FPGAs: Principles and Practices. – Morgan Kaufmann, 2010. – 408 p.
5. Sutherland S. The Verilog PLI Handbook – A User's Guide and Comprehensive Reference on the Verilog Programming Language Interface. – 2 ed. – Springer, 2002. – 808 p.

Бутова Дарья Владимировна
Год рождения: 1995
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3401
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: dashabutova13@gmail.com

УДК 681.7-1/-9

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.В. Бутова
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Толстоба

Работа инициирована АО «ГОИ им. С.И. Вавилова».

Для повышения качества телескопической системы требуется увеличение входной апертуры, ведущее к непомерному увеличению габаритов и массы прибора. Преодолеть эти недостатки позволяет использование зеркальных систем, что и наблюдается в построении современных космических телескопов. Для предотвращения

искажений оптической поверхности, которые не должны превышать сотые доли микрометра, зеркало изготавливается с отношением толщины к диаметру от 1:6 до 1:10. Масса таких зеркал становится большой. Даже традиционными методами облегчения зеркал не всегда удается достичь желаемого облегчения. С появлением такого материала как карбид кремния, по тепловым характеристикам сравнимым с традиционными оптическими материалами, а по жесткостным – с прочным бериллием, стало возможным еще большее облегчение зеркал [1, 2].

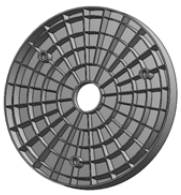
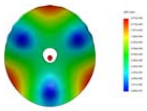
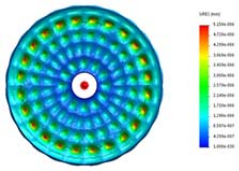
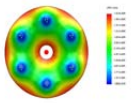
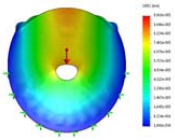
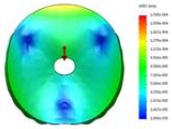
Целью работы являлось облегчение заданного зеркала, выполненного из карбида кремния традиционным методом облегчения: радиально-кольцевым.

Параметры исходного зеркала: реберно-кольцевая конструкция облегчения; толщина чаши: 8 мм; толщина колец и ребер: 6 мм; диаметр зеркала: 1200 мм; отношение толщины зеркала по краю к диаметру: 1:10; масса: 69,4 кг (облегчение 77% от монолитной конфигурации зеркала).

При расчетах деформаций оптической поверхности использовалась программа SolidWorks. Результаты подтвердились программами ANSYS и OOfelie.

Первым шагом было исследование поведения зеркальной поверхности исходной конструкции при разных способах опоры зеркала (табл. 1). Различные опоры применяются на разных этапах изготовления зеркала: формировании поверхности, напылении покрытий, контроле, установке в прибор. Опоры на тыльную сторону и три точки в работе рассматриваются чаще остальных, так как могут применяться на разных этапах производства.

Таблица 1. Исходная структура массой 69,4 кг и деформации отражательной поверхности этой структуры при разных способах опоры

	На три точки. 0,96 мкм 	На тыльную плоскость. 0,005 мкм 
На шесть точек. 0,16 мкм 	На ленту. 0,09 мкм 	На три точки при горизонтальной оси. 0,17 мкм 

Первым решением снижения массы зеркала стало сокращение толщины исходной детали по оси при сохранении той же структуры облегчения. Ограничением является размер стрелки сферической поверхности. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнение кольцевой структуры с реберно-кольцевой в случаях исходной и уменьшенной толщины зеркала

Опора	Исходная (120 мм), 1:10, 69,5 кг – 0%	Уменьшенной высоты (75 мм), 1:16, 47,3 кг – 32%	Исходная без ребер, 1:10, 56,5 кг – 19%	Уменьшенная без ребер, 1:16, 41,7 кг – 40%
Тыльная сторона	0,005 мкм	0,003 мкм	0,01 мкм	0,008 мкм
Три точки	0,95 мкм	2,7 мкм	3,1 мкм	3,9 мкм

Далее выяснилось, что в реберно-кольцевой структуре выгоднее оставлять зоны с одинаковыми площадями, а в кольцевой структуре: с одинаковыми расстояниями между кольцами. Исходя из этого, следующим шагом стало рассмотрение кольцевой структуры как последовательности тавровых сечений, где элемент кольца представляет собой вертикальную, а чаша – горизонтальную стойку тавра. Удаление ребер из конструкции может привести к облегчению около 65% (до 22 кг). Прогибы при опоре на тыльную сторону при этом допустимы, а при опоре на три точки растут в 5 раз. График на рисунке отражает поведение поверхности при разных параметрах кольцевой структуры: промежутков между кольцами, толщины чаши. Также можно заметить, что зеркала с меньшей толщиной чаши и более плотным размещением колец обладают меньшими деформациями оптической поверхности.

Анализируя все полученные конструкции, приходим к выводу о том, что наличие структуры облегчения утяжеляет зеркало, решает только технологическую задачу: опоры зеркальной поверхности на плоскую поверхность тыльной стороной, а на орбите наличие структуры ненужно. В связи с этим следующим шагом были обсчитаны деформации самой чаши, опирающейся на внешний обод. При изменении толщины чаши от 2 до 20 мм кривая прогибов всей поверхности зеркала меняется от 0,5 до 0,7 мкм. Исходя из этого, в таком положении можно устанавливать зеркало массой от 7 до 70 кг в прибор и иметь прогибы зеркальной поверхности меньше почти в 2 раза, чем при опоре на 3 точки самой удачной конструкции с облегчением (исходной).

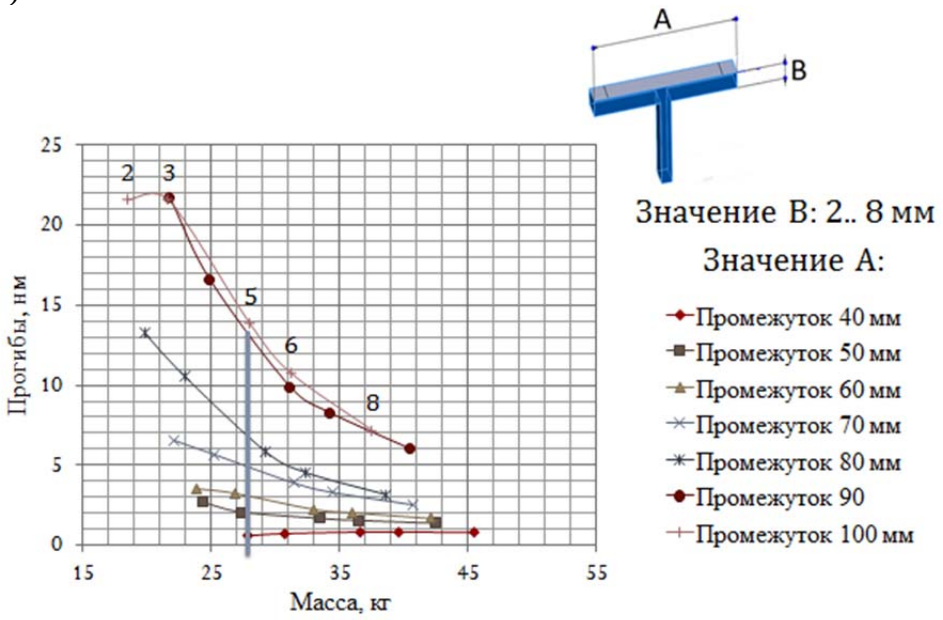


Рисунок. Параметры таврового сечения и зависимость деформаций оптической поверхности от его параметров

Следует отметить, что все исследованные конструкции зеркал, в том числе и «чаша», успешно прошли нагрузки 10*g*, которым подвергнется зеркало при старте, возникающие напряжения не превысили предел прочности материала.

В результате проделанной работы получены следующие результаты:

– достигнуто отношение толщины к диаметру зеркала 1:16 и облегчение исходной детали дополнительно на 65%;
– обнаружена возможность радикального уменьшения массы крупных зеркал орбитальных телескопов путем изготовления их из карбида кремния в форме самонесущей чаши. Рассчитано, что при этом можно добиться отношения толщины к диаметру 1:300 и облегчения исходной структуры 80%.

Литература

1. Abdula P.A., Neutov M.Y., Tolstoba N.D. Simulation and analysis of lightweight space mirror design // Proceedings of SPIE. – 2015. – V. 9526. – P. 95261N.
2. Sein E., Toulemont Y., Safa F., Duran M., Deny P., de Chambure D., Passvogel T., Pilbratt G.L. A 3.5m diameter Sic telescope for Herschel mission / Proc. SPIE, IR Space Telescopes and Instruments. – 2003. – V. 4850. – P. 606–618.

Быков Владимир Сергеевич
Год рождения: 1993
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: vladimirbykov08@gmail.com

УДК 004.934

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

В.С. Быков
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

Данная работа посвящена применению систем распознавания речи в различных областях. Проблема удобного, естественного и быстрого взаимодействия человека с компьютеризированными устройствами по-прежнему требует решения. Выбор готовых программно-технических решений во многом зависит от области применения. В связи с этим была поставлена и решена задача провести сравнение существующих систем распознавания речи на основе некоторых внутренних параметров и экспериментальных оценок, соответствующих требованиям заданных областей применения [1, С. 82].

Целью исследования являлось определение областей применения существующих систем распознавания речи, критериев их эффективности, полученных на основе экспериментальных оценок.

Для исследования были взяты современные наиболее распространенные системы распознавания речи как с закрытым, так и с открытым исходным кодом: Siri, Google Now, Yandex SpeechKit, Dragon Naturally Speaking, Voice attack, VoxCommando, Simon, Kaldi, CMU Sphinx, Julius, HTK. Рассмотрены следующие области применения: голосовой поиск, идентификация и верификация по голосу, диктовка текста, голосовое управление, синхронный перевод, стенография в медицине, работа телефонных служб поддержки клиентов [2].

Были определены критерии сравнения: точность распознавания, скорость распознавания, стоимость программного обеспечения, поддержка языков, наличие бесплатных пробных версий, поддержка распознавания слитной речи, обучаемость, размер словаря, открытый исходный код, простота установки и настройки систем.

Для сравнения исследуемых систем по точности распознавания речи было проведено тестирование для получения экспериментальных оценок WER (Word Error Rate) [2]. WER может быть посчитан согласно формуле

$$WER = \frac{S+D+I}{T}, \quad (1)$$

где S – число операций ручной замены для преобразования первой строки во вторую; D – удаления; I – вставки; T – число слов в распознаваемой фразе.

Тестирование систем с открытым исходным кодом проводилось на корпусе Vermobil 1. Обучение составляет 30,5 ч, 12590 выражений. Тесты проходили 1,5 ч на 631 выражении [3, С. 10]. Тестирование проводилось на английском языке, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Экспериментальные оценки систем распознавания речи

Система [4]	WER
Kaldi	12,7%±0,24
HTK	22,9%±0,29
CMU Sphinx	24,9%±0,39
Julius	27,2%±0,38
Simon	29,3%±0,27

Тестирование проприетарных систем проводилось с разным уровнем шума. Для него были взятые популярные современные системы. В ходе исследования обычных шумов было решено, что их спектр достаточно близок к спектру белого шума. Результаты тестирования на английском языке сведены в табл. 2. Согласно полученным экспериментальным оценкам были посчитаны доверительные интервалы [5].

Система от Google лучшая на английском языке. Siri с показателем WER=2,9% является лидером на русском языке.

Таблица 2. Экспериментальные оценки проприетарных систем

Уровень шума	Система		
	Google	Siri	Dragon
	WER	WER	WER
37 дБ	4,8%±4,06	11,9%±5,62	12,5%±5,92
45 дБ	6,7%±6,47	12,1%±10,51	16,9%±9,97
65 дБ	7,9%±7,18	13%±10,23	25,5%±14,25
74 дБ	8,1%±7,46	18,4%±13,97	42,9%±10,18

Вторым главным критерием сравнения является скорость распознавания. Она находится с помощью метрики RT (Real Time). Показатель реального времени считается по формуле

$$\mathrm{RT} = \frac{T_{\text{обр}}}{T}, \qquad (2)$$

где $T_{\text{обр}}$ – общее время обработки аудиосигнала; T – длительность.

Kaldi способна обрабатывать запросы в реальном времени, так как обладает показателем RT меньше 1. Все исследуемые проприетарные системы обрабатывают поставленные задачи в реальном времени. Требуется проанализировать результаты тестирований и критериев, не требующих получения экспериментальных оценок.

С помощью информации, представленной в табл. 3 и 4 пользователи и разработчики могут выбрать по заданным требованиям рекомендуемые системы распознавания речи для интересующих их областей применения.

Таблица 3. Связь областей применения и систем (для пользователей)

Область применения	Система (английский язык)	Система (русский язык)
Голосовой поиск	Google, Siri	Siri, Yandex
Диктовка текста	Google, Dragon	Siri, Yandex
Голосовое управление	Siri, Google	Siri, Yandex
Синхронный перевод	Google, Yandex	Yandex, Google

Таблица 4. Связь областей применения и систем (для разработчиков)

Область применения	Система (для английского языка)
Голосовой поиск	Google (API)
Идентификация / Верификация	Kaldi, CMU Sphinx
Диктовка текста	Kaldi, Google (API)
Голосовое управление	Simon
Синхронный перевод	Kaldi, Google (API)
Стенография в медицине	Kaldi, HTK
Работа колл-центров	Kaldi, CMU Sphinx, Google (API)

В рамках работы получены численные метрики указанных систем распознавания речи. На основе данных метрик и выбранных критериев эффективности был произведен сравнительный анализ, определяющий соответствие систем распознавания речи выбранным областям применения.

Литература

1. Балакшин П.В. Алгоритмические и программные средства распознавания речи на основе скрытых марковских моделей для телефонных служб поддержки клиентов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.11. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 127 с.
2. Балакшин П.В., Петров Г.Ю. Некоторые аспекты исследования систем распознавания речи в телефонных службах поддержки // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 1. – С. 71–76.
3. Карпов А.А., Кипяткова И.С. Методология оценивания работы систем автоматического распознавания речи // Изв. вузов. Приборостроение. – 2012. – Т. 55. – № 11. – С. 38–42.
4. Gaida C. et al. Comparing open-source speech recognition toolkits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://suendermann.com/su/pdf/oasis2014.pdf, своб.
5. Доверительный интервал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sernam.ru/book_tp.php?id=75, своб.

Васина Варвара Александровна
Год рождения: 1995
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3445
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: varyav17@gmail.com

УДК 2964

ВЛИЯНИЕ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

В.А. Васина
Научный руководитель – д.э.н., профессор С.Б. Смирнов

Усиление регионального аспекта в экономической науке в последние несколько лет определяет методологический акцент в исследовании основ, формирующих воспроизводственный режим каждой территориальной экономической системы, в том

числе, стратегии развития различных отраслей [1]. В современных условиях вопросы обеспечения жизнедеятельности любой отрасли и экономики в целом должны решаться за счет инновационных механизмов развития, в том числе основанных на оценке научного потенциала [2].

Целью работы являлась комплексная оценка влияния научной деятельности на промышленное производство в Центральном федеральном округе (ЦФО). Периодом исследования стали 2000–2014 гг.

Научный комплекс ЦФО оценивался на основе интегрального метода, где было задействовано девять основных индикаторов результативной составляющей научного потенциала. ЦФО занимает первое место по значению интегрального индекса научного потенциала за весь исследуемый период. Его индекс варьировался от 0,9704 до 1. В целом в округе сосредоточено более 70% научного потенциала страны.

Среди регионов лидирующие места по интегральному индексу научного потенциала занимают: г. Москва – 1, Московская – 0,2248, Воронежская – 0,0411, Ярославская – 0,0262, Тверская –0,0180, Калужская – 0,0176 и Владимирская – 0,0173 области.

У более половины регионов ЦФО недостаточно развита или полностью отсутствует база для научно-исследовательской среды. Так, например, за весь период главными аутсайдерами стали Костромская, Смоленская, Ивановская, Липецкая и Брянская области. В данных регионах наблюдались самые низкие показатели индикаторов научного потенциала. Данная ситуация в первую очередь обусловлена неравномерностью финансирования в научную деятельность регионов. Основные денежные потоки направлены в г. Москву (66,7%), Московскую (23,2%), Калужскую (2,3%), Воронежскую (1,4%), и Ярославскую (1,2%) области [3]. В остальных регионах доля затрат на науку в среднем составила (0,4%).

Вследствие этого было выявлено, что эффективной формой территориальной организации научного потенциала региона является развитие наукоградов как городов науки и высоких технологий.

Также был полностью проанализирован промышленный комплекс ЦФО с помощью метода сравнения со среднероссийским значением.

В структуре промышленности округа по объему выпуска промышленной продукции первое место занимают обрабатывающие производства – 77,84%, далее идет добыча полезных ископаемых – 11,41%, производство и распределение электроэнергии и газа – 10,75%.

В отраслевой структуре промышленного производства ЦФО преобладают следующие отрасли: машиностроение – 27,2%, металлообработка – 20,15%, химическое и нефтехимическое производство – 32,17%, пищевая промышленность – 39,13%, легкая промышленность – 51,64% [4].

Среднегодовая численность занятых в промышленном комплексе ЦФО имела тенденцию к увеличению за весь исследуемый период. В ЦФО в среднем занято 25,8% от общей численности занятых в экономике Российской Федерации (РФ) и свыше 35% работающих в основных отраслях материального производства.

Степень износа основных фондов в ЦФО в среднем за исследуемый период составила 38–39%. Данный показатель является высоким для округа, так как степень износа оборудования в промышленных секторах достаточно высока и в скором времени может превысить среднее значение по РФ (40,1%) [5].

Что касается структуры инвестиций, то основной поток инвестиций направлен в два основных фонда: «машины, оборудование, транспортные средства» – 35,3% и здания (кроме жилых) и сооружения – 42,1%. Доля направляемых инвестиций на промышленное производство в среднем за 15 лет

составила 23%. Округ занимает шестое место по притоку инвестиций. Недостаток инвестиций в ЦФО – одно из главных препятствий на пути модернизации производств и внедрении инноваций.

Через корреляционную матрицу были построены модели взаимодействия научной деятельности и промышленного производства. Основным мостом между наукой и промышленность являются технологии, создаваемые за счет инновационной деятельности. На промышленное развитие наиболее сильно повлияли: объем инновационных товаров и услуг, фондоотдача, затраты на технологические инновации, выданные патенты, а также используемые передовые технологии. Теснота связи между данными показателями по шкале Чеддока классифицировалась как функциональная.

Прогноз влияния научного потенциала на промышленное развитие был построен на основе трехфакторной модели с периодом упреждения равным пяти годам. Для прогноза автором было выбрано три фактора: инвестиции, используемые производственные технологии и производительность труда. С помощью регрессионного анализа были определены основные коэффициенты факторов-аргументов:

$$Y=-229{,}46+2{,}48x_1+0{,}77x_2+0{,}011x_3.$$

Про прогнозным данным объем промышленной продукции увеличится на 17% к 2019 г. и составит 15373,0 млрд руб.

В перспективе промышленность ЦФО сохранит свое значение в качестве одного из ведущих в стране производителей прогрессивной наукоемкой конкурентоспособной продукции машиностроения и металлообработки, химической и нефтехимической, легкой промышленности. Реструктуризация промышленности района должна быть преимущественно направлена на перепрофилирование, реконструкцию и техническое перевооружение предприятий, прекращение производства продукции, не отвечающей современным требованиям, выпуск новых конкурентоспособных изделий, ориентированных на успешную реализацию на внутреннем и внешнем рынках. При этом следует иметь в виду особенности региона – отсутствие месторождений эффективных топливно-энергетических ресурсов и металлического сырья, сравнительная ограниченность водных ресурсов, высокая насыщенность развитой промышленностью и сложность экологической ситуации.

Литература

1. Золотухина А.В. Проблемы инновационного и устойчивого развития регионов. – М.: КРАСАНД, 2010. – 240 с.
2. Багров Н.М., Трофимов Г.А., Счастливцев Д.Ф. Экономические основы технологического развития. – СПб.: ИЭО САУ, 2011. – 338 с.
3. Гохберг М.Я., Котляр Э.А. Центральный федеральный округ: экономика и инновационный потенциал. – М.: ИНЭК, 2007. – 284 с.
4. Новоселова И.А., Панарин А.А. Социально-экономическое развитие и оценка конкурентоспособности регионов: Центральный федеральный округ. – Калуга: Ваш Домъ, 2013. – 200 с.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru, своб.

Востриков Евгений Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра световодной фотоники, группа № К3405
Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
e-mail: vostrikov-e@mail.ru

УДК 621.3.072.1

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОСТАБИЛЬНОЙ СХЕМЫ ТОКОВОЙ НАКАЧКИ ЛАЗЕРНОГО ДИОДА

Е.В. Востриков
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Алейник

На сегодняшний день большое распространение получили волоконные эрбиевые источники оптического излучения (ВЭИОИ), которые используются во многих областях науки и техники. Приборы, построенные на основе ВЭИОИ, находят широкое применение в телекоммуникациях, медицине, рефлектометрии, при построении различных волоконно-оптических датчиков. Для построения точных приборов на основе ВЭИОИ необходима временная и температурная стабильность его параметров, которая обеспечивается за счет стабильного излучения накачки [1]. Увеличение стабильности излучения накачки как по длине волны, так и по мощности достигается за счет построения системы регулирования на основе схемы с обратной связью с помощью блока контроля и управления, который основываясь на данных коллекторного тока, принимает решение о повышении или уменьшении тока диода накачки. Для диодов накачки на 980 нм без стабилизации внешней волоконной решеткой Брэгга изменение тока в схеме накачки на 0,1 мА приводит к смещению спектра источника оптического излучения порядка 0,001 нм, что является недопустимым в прецизионных приборах. Если необходимы модули лазерных диодов, излучающие на длинах волна 980 нм и 1480 нм, которые обладают оптической мощностью порядка 300 мВт, то для поддержания заданной оптической мощности необходимо создать схему токовой накачки, обладающую выходным током в диапазоне 1–2 А [2]. Таким образом, **целью работы** являлось создание высокостабильной схемы токовой накачки лазерного диода, обладающей размахом токовых шумов менее 100 мкА, обеспечивающей выходной ток до 2 А.

В ходе произведенного обзора схемотехнических решений было установлено, что для обеспечения необходимой оптической мощности выбранных модулей лазерных диодов источник тока должен быть построен с использованием двух каскадов усиления. Совершенный анализ механизмов возникновения шумов биполярных и полевых транзисторов позволил определить наиболее низкошумящий тип транзистора [3]. На основе выбора данного типа транзистора был осуществлен подбор низкошумящих моделей и произведена оценка уровня токовых шумов в широком диапазоне частот [4]. Так как составной транзистор способен обеспечить низкий уровень токовых шумов только в среднем диапазоне частот (100 кГц $\leq f \leq$ 1 МГц), было принято решения использовать схему обратной связи на основе инструментального усилителя DA1 и операционного усилителя DA2 (рис. 1), способную уменьшить уровень токовых шумов в полосе частот менее 100 кГц [5]. Использование катушки индуктивности позволяет подавить токовые пульсации на частотах более 1 МГц.

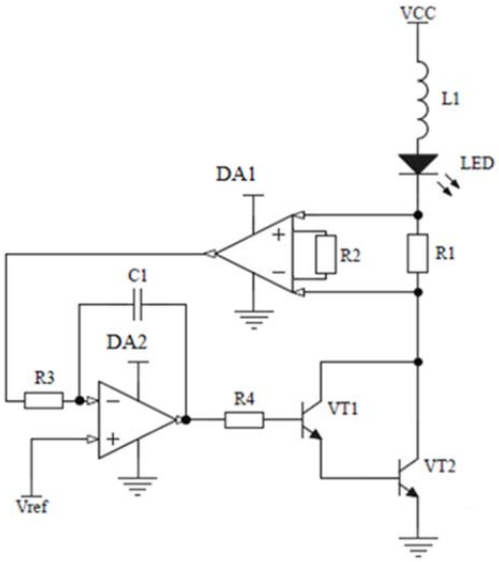


Рис. 1. Высокостабильная схема драйвера лазерного диода

В результате произведенной оценки уровня токовых шумов составных частей схемы, был осуществлен подбор наиболее низкошумящих компонентов, благодаря которому удалось добиться низкого уровня токовых шумов созданной схемы в широком диапазоне частот. На рис. 2 представлены графики зависимости спектральной плотности шумового тока схемы Дарлингтона и спектральной плотности шумового тока схемы обратной связи от частоты. Подобранные низкошумящие операционные усилители обладают меньшей спектральной плотностью токовых шумов, поэтому подходят для осуществления процесса регулирования флуктуаций коллекторного тока в диапазоне низких частот (менее 100 кГц) (рис. 2, а); также представлена зависимость спектральной плотности шумового тока составного транзистора от частоты при использовании катушки индуктивности (рис. 2, б), благодаря которой удалось снизить пульсации шумового тока в диапазоне частот более 1 МГц. Также была произведена оценка температурной стабильности схемы, которая для выбранных компонентов и коллекторном токе 1 А равна 30 ppm/ºС.

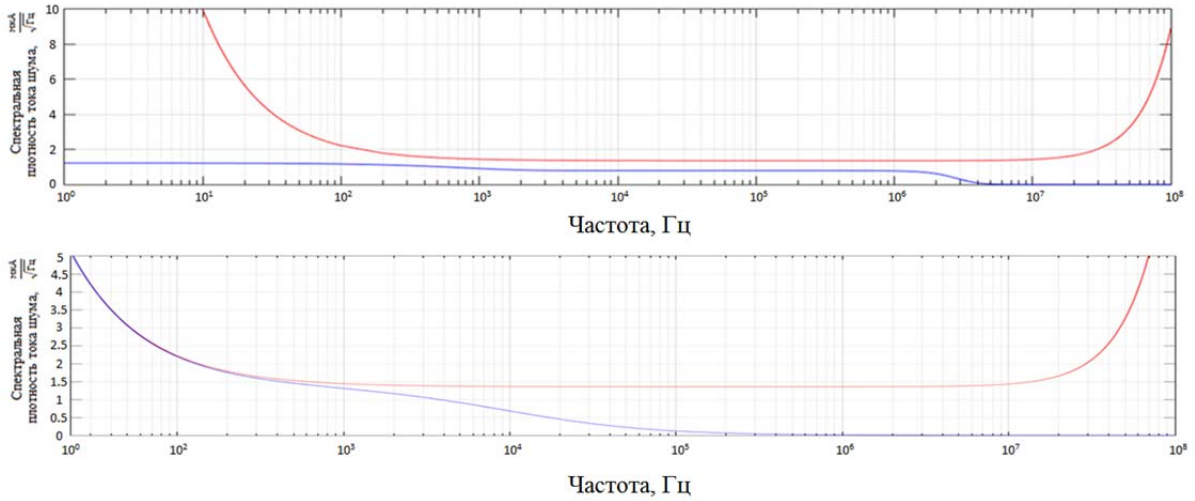


Рис. 2. Подавление токовых шумов на частотах <100 кГц (а); подавление токовых шумов на частотах >1 МГц (б)

Результатом проведенной работы является модель схемы токовой накачки лазерного диода, которая обладает размахом токового шума менее 69,9 мкА в диапазоне частот до 1 МГц и способна обеспечить выходной ток до 2 А. Полученное

решение позволяет увеличить точность и надежность прецизионных приборов на основе ВЭИОИ.

Также были определены направления дальнейшей работы:
– экспериментальное исследование работы созданной схемы;
– исследование работы схемы в составе с эрбиевым источником оптического излучения.

Литература

1. Lefevre H.C. The fiber-optic gyroscope: Challenges to become the ultimate rotation-sensing technology // Optical Fiber Technology. – 2013. – V. 19. – № 6. – Part B. – P. 828–832.
2. Wysocki P.F., Digonnet M.J.F., Kim B.Y., Shaw H.J. Characteristics of Erbium-Doped Superfluorescent Fiber Sources for Interferometric Sensor Applications // Journal of Lightwave Technology. – 1994. – V. 12. – № 3. – P. 550–567.
3. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 399 с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – 12-е изд. – Т. I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.
5. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех: Пер. с англ. А.Н. Рабодзея. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 544 с.

Добровидов Федор Федорович
Год рождения: 1988
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: dobrovidoff@gmail.com

УДК 681.511

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА БУМАГОПИТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РУЛОННОЙ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ

Ф.Ф. Добровидов
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Абдуллин

В последние два десятилетия в печатной индустрии наблюдается существенное повышение качества печати и производительности машин. Это стало следствием конкуренции и результата прогресса в улучшении основных агрегатов печатных машин, активного применения высокоточного электропривода с высокими динамическими характеристиками, современных датчиков и продвинутых интеллектуальных систем управления [1].

Вследствие вышесказанного, исследование и разработка систем управления прецизионного электропривода является одним из важнейших направлений в дальнейшем развитии типографского оборудования.

Целью работы являлась разработка системы управления электропривода бумагопитающего устройства рулонной печатной машины. Для этого были

исследованы принципы работы этого устройства, разработана его математическая модель и система управления.

Главная функция бумагопитающего устройства рулонной печатной машины – размотка бумажной ленты и подача ее в печатную секцию машины с постоянным натяжением и скоростью, что имеет критическое значение для качества печати. Принципиальная схема этого устройства представлена на рис. 1.

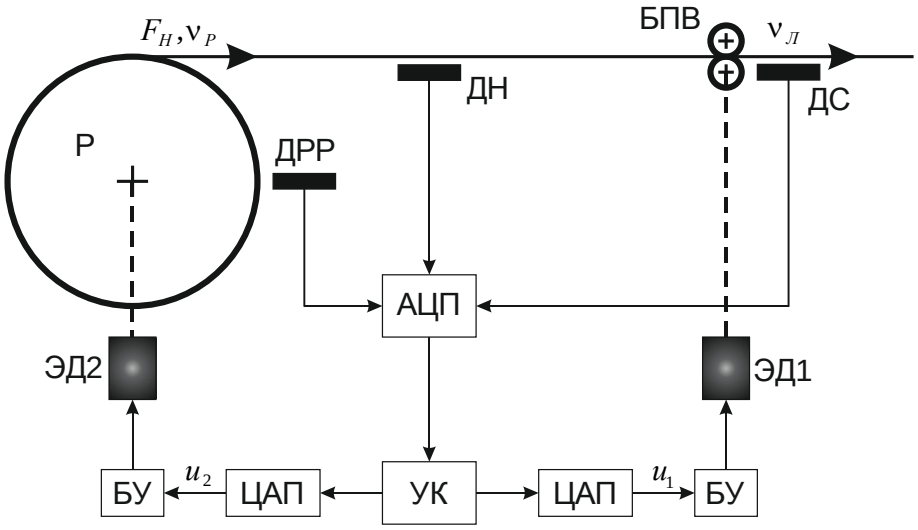


Рис. 1. Схема бумагопитающего устройства

Бумажная лента подается с рабочего рулона (Р) на бумагопроводящие валики (БПВ), которые приводятся в движение двигателем ЭД1 и осуществляют непосредственное движение бумажного полотна. Для возможности вращения рулона в процессе разматывания с него ленты, он устанавливается на шпинделе, который сообщается с валом электродвигателя ЭД2, что обеспечивает возможность управления скоростью вращения рулона.

Двигатель ЭД1 БПВ обеспечивает движение с постоянной заданной скоростью, а двигатель ЭД2, на валу которого установлен рулон, вращается с несколько меньшей скоростью для обеспечения натяжения.

Для описанной системы была разработана математическая модель в виде нелинейных дифференциальных уравнений на основании третьего закона Ньютона и уравнения движения бумажной ленты в соответствии с [2].

$$\begin{cases} \dfrac{dv_P}{dt} = \dfrac{1,5\delta}{\pi\rho^2} v_P^2 + \dfrac{2}{\pi b\gamma\rho^2} F_H - \dfrac{2k_{T1}}{\pi b\gamma\rho^3} u_2 + \dfrac{2k_{T2}}{\pi b\gamma\rho^4} v_p, \\ \dfrac{dF_H}{dt} = -\dfrac{1}{L} v_P F_H - \dfrac{b\delta E}{L} v_P + \dfrac{b\delta E}{L} v_Л, \\ \dfrac{dv_Л}{dt} = \dfrac{k_1 r_В}{2J_В} u_1 - \dfrac{k_2}{2J_В} v_Л - \dfrac{r_В^2}{2J_В} F_H, \end{cases}$$

где b – ширина рулона; ρ – его радиус; δ – толщина бумаги; γ – ее плотность; E – модуль упругости бумаги; L – длина бумажного полотна; $r_В$ – радиус бумагопроводящего валика; $J_В$ – его момент инерции; k_1, k_2 – коэффициенты двигателя ЭД1; k_{T1}, k_{T2} – коэффициенты двигателя рулона ЭД2.

Далее нелинейная математическая модель аппроксимируется системой линейных уравнений методом касательной линеаризации для упрощения дальнейшего исследования.

После этого была синтезирована линейная система управления с внутренней модель внешнего воздействия по методу модального управления. Ее структурная схема представлена на рис. 2.

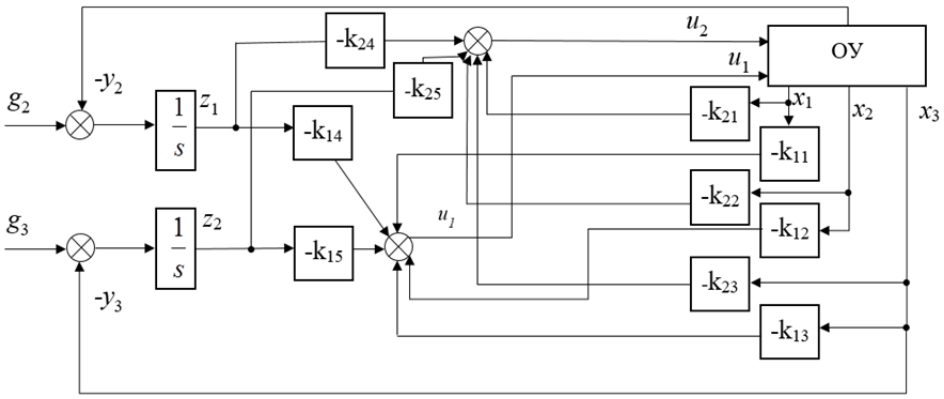


Рис. 2. Структурная схема системы управления

Данная система управления и объект управления, представленный в нелинейном виде, были смоделированы в пакете MATLAB/Simulink. Для учета нестационарности объекта управления (радиус рулона уменьшается со временем) был применен метод замороженных коэффициентов. Результат моделирования размотки рулона от номинального радиуса до радиуса втулки, на которую он намотан, представлен на рис. 3.

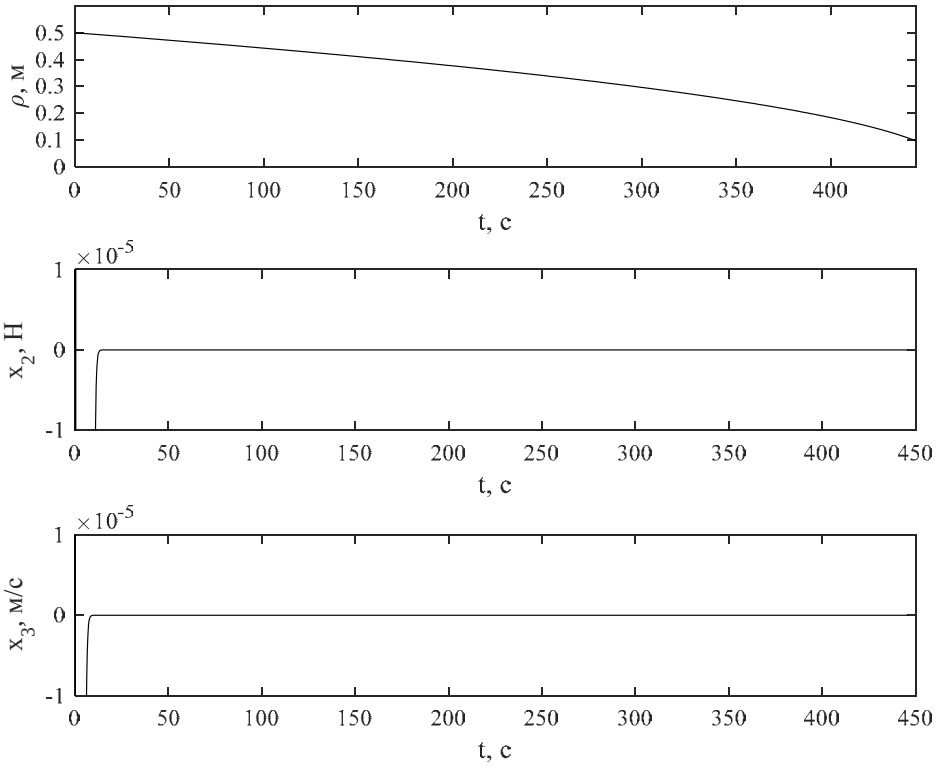


Рис. 3. Моделирование работы бумагопитающего устройства

Графики на рис. 3 показывают, что величины отклонений x_2 и x_3 (от заданного натяжения и скорости движения бумажной ленты соответственно) не превышают 0,00001.

Таким образом, спроектированная в данной работе система управления обеспечивает все требуемые точностные и скоростные характеристики, указанные в техническом задании.

В качестве дальнейшего исследования следует рассмотреть применение систем управления с переменной структурой для решения проблемы пуска и уточнить математическую модель устройства.

Литература

1. Аль-Шайбани М.А. Автоматизация управления рулонной ротационной полиграфической машиной: автореф. дисс. канд. техн. наук. – Тверь: ТвГТУ, 2006. – 19 с.
2. Дроздов В.Н., Никифоров В.О., Бендюговский А.Е. Теория автоматического управления. Учебное пособие. – Ч. 1. – М.: МГАП «Мир книги», 1994. – 82 с.

Дубровская Алина Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3402
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: alinafinic94@gmail.com

УДК 535.317

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ДЛЯ МЕТОДА ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ

А.С. Дубровская
Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.А. Цыганок

Метод эндоскопической оптической когерентной томографии (ЭОКТ) предоставляет возможность бесконтактной диагностики органа, без провокации и повреждений эпителиального слоя. Он позволяет в сканирующем режиме исследовать структуру покровного эпителия слизистой оболочки на глубину до 2 мм, выявить повреждения, дифференцировать преинвазивный и микроинвазивный ранний рак. Согласно вышеизложенному, метод ЭОКТ является актуальным и развиваемым направлением современной медицинской диагностики [1–5].

Целью работы являлись исследование и определение параметров компонентов схемы для метода ЭОКТ, расчет оптического зонда. Для достижения поставленной цели требуется решение некоторых задач, а именно:

1. изучение метода ЭОКТ. Сравнение данного метода с альтернативными методами медицинской диагностики желудочно-кишечного тракта;
2. обзор и сравнительный анализ опубликованных схем метода ЭОКТ;
3. определение функциональных единиц и расчет схемы метода ЭОКТ;
4. определение параметров функциональных единиц схемы согласно медицинским стандартам эндоскопии (ГОСТ 23496-89). Выбор длины волны излучения, исходя из воздействия на биологические ткани. Выбор источника и приемника излучения;
5. выбор материалов и расчет эндоскопического зонда;

6. моделирование работы системы в программах для расчета оптических систем CAPO, ZEMAX. Анализ аберраций и влияния конструктивных параметров на качества изображения. Анализ бликовой засветки;
7. моделирование прохождения излучения через сердцевину оптоволокна в программе для расчета оптических систем ZEMAX;
8. расчет световых потерь оптоволокна и энергетического баланса.

Оптическая схема представлена на рисунке. Схема базируется на интерферометре Майкельсона. Излучение генерируется суперлюминисцирующим диодом (СЛД), проходит через линзу 2, попадает на светоделитель 3. Часть излучения проходит через линзу 4, направляясь в оптоволокно 5, попадает через зонд 6 на выходе из которого – исследуемая биологическая ткань. После отражения от биологической ткани излучение проходит через оптический зонд 6, оптоволокно 5 попадает на светоделитель 3, линзу 8, на приемник излучения 9. Вторая часть отражается от системы зеркал 7, проходит сквозь светоделитель 3, попадает в объектив 8, а затем на приемник изображения 9. Равенства ветвей интерферометра добиваются расстоянием до системы зеркал 7. При больших расстояниях возможно введение и намотка оптоволокна в верхней ветви. В качестве источника излучения были рассмотрены СЛД, генерирующие излучение в инфракрасном (ИК) диапазоне, работающие с одномодовым волокном, однако, только модель ЛМ2-1300 отвечает требуемой длине волны. Приемником излучения выбран коротковолновый регистратор Cheetah-640CL, имеющий большую частоту кадров и разрешение. В связи с проблемами, возникающими при вводе излучения в оптическое волокно, были проанализированы реальные функциональные компоненты схемы метода ЭОКТ. Схема дополняется соединителем источника и циркулятора, который будет служить охлаждающим элементом для входного торца циркулятора, так как длина волны излучения находится в ИК диапазоне.

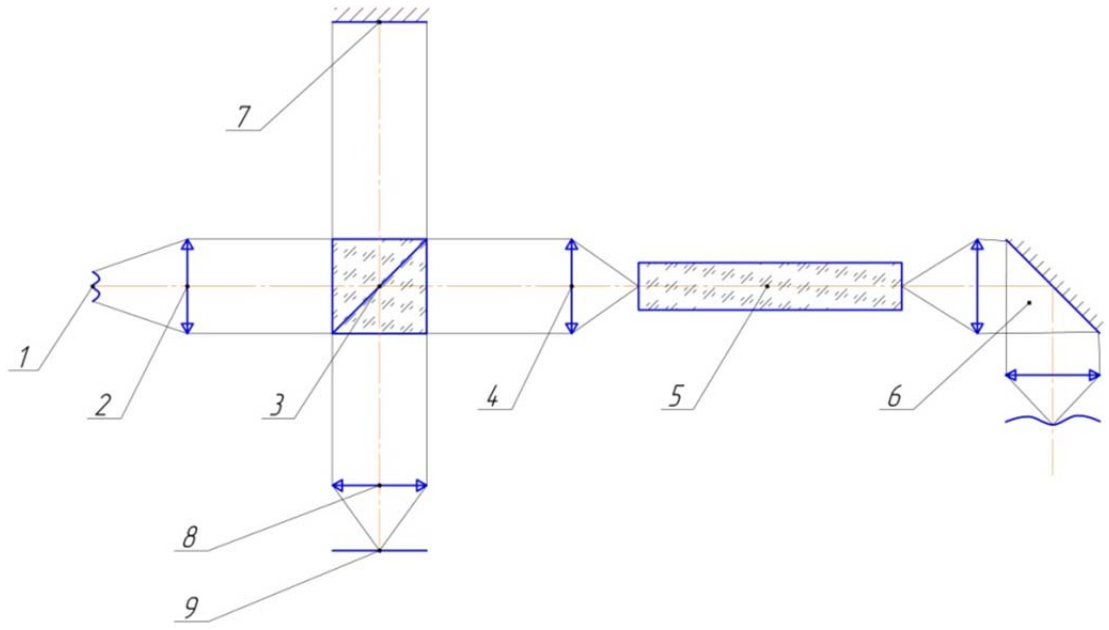


Рисунок. Схема метода ЭОКТ: 1 – источник света; 2, 4, 8 – линзы; 3 – светоделитель; 5 – оптоволокно; 6 – зонд; 7 – система зеркал; 9 – приемник изображения (2, 3, 4 – циркулятор)

Оптический зонд представляет собой микрообъектив, состоящий из двух линз и качающегося зеркала. Между компонентами реализуется параллельный ход апертурного луча. Микрообъектив находится в защитной оболочке, излучение к тканям

проходит через покровное стекло из лейкосапфира. Сканирование ткани осуществляется качением зеркала на один градус от базового положения 45º. Ограничение по высоте: до 16 мм, согласно действующему стандарту ГОСТ 23496-89. Материал, из которого будут изготовлены линзы зонда, должен быть прозрачным для длины волны излучения 1300 нм, соответствовать 1-2 группе устойчивости к воздействию кислоты и дистиллированной воды на случай пробоя защитной оболочки прибора. Под данные критерии подходит стекло К8.

Для достижения минимального значения волновой аберрации на первую поверхность допустимо нанесение асферики, чтобы не увеличивать количество элементов зонда, которые в дальнейшем могут привести к бликовой засветке, увеличить световые потери при отражении от поверхностей, увеличить габаритные размеры. Аберрации данной системы удовлетворительны: волновая аберрация не превышает четверть длины волны, максимальное отступление от условия неизопланатизма составляет 0,01%. Анализ влияния изменения конструктивных параметров системы на качество изображения показал, что допуски на изготовления оптического зонда не будут жесткими. Бликовая засветка анализировалась от всех поверхностей на мнимой поверхности, имитирующей биоткань. Интенсивность бликов для осевого и внеосевого пучков мала, так как при расчете бликов не принималось во внимание применение оптических покрытий на поверхностях оптической системы. Исходя из этого, требования, предъявляемые к покрытиям, не будут являться строгими.

С целью определения величины потерь в оптоволокне на приемнике изображения была замерена интенсивность излучения в двух вариантах: источник света – приемник излучения и источник света – оптоволокно – приемник излучения. Разность показаний приемника излучения для двух вариантов различаются незначительно, потери в оптоволокне невелики. Потери на затухание для выбранного оптического волокна CorningSMF-28e, используемое для метода ЭОКТ, составляют 0,000648 дБ.

Энергетический баланс ветви производился для того, чтобы проверить работоспособность схемы с выбранными компонентами: источником оптического излучения, оптоволокном и приемником оптического излучения. Поскольку энергетический потенциал положителен, выбранные компоненты обеспечивают работоспособность схемы. Таким образом, все поставленные задачи были выполнены и достигнута цель работы.

Литература

1. Берзон Л.Э., Богомолова Л.Е. и др. Применение метода оптической когерентной томографии в эндоскопии // Оптический журнал. – 2009. – № 76. – С. 63–70.
2. Хацевич Т.Н., Михайлов И.О. Эндоскопы: учебное пособие. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 196 с.
3. ГОСТ 23496-89. Эндоскопы медицинские. Общие технические требования и методы испытаний. – Введен 01.01.1991. – Изд-во стандартов, 1989. – 25 с.
4. ГОСТ 26599-85. Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения. – Введен 01.07.1986. – 15 с.
5. Kirtane T.S. and Wagh M.S. Endoscopic Optical Coherence Tomography (OCT): Advances in Gastrointestinal Imaging // Gastroenterology Research and Practice. – 2014. – V. 2014. – 7 p.

Еникеев Руслан Ревенарьевич
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3400
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: rus14nenikeev@gmail.com

УДК 681.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ОПТИКИ

Р.Р. Еникеев
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Вознесенская

Элементы осветительной оптики применяются в различных устройствах, и их проектирование – это трудоемкий процесс. В настоящей работе рассмотрен метод проектирования осветительной оптики, известный как Simultaneous Multiple Surface (SMS) метод. Применяется он, например, для проектирования таких осветительных устройств как концентраторы для солнечных батарей, автомобильные фары и другие устройства неизображающей оптики, где позволяет добиться наибольшей эффективности перераспределения световой энергии, при меньших габаритах системы [1, 2].

Он разработан испанскими учеными Пабло Бенитесом и Хуаном Минано. Называется он simultaneous multiple surface потому, что позволяет одновременное проектирование нескольких оптических поверхностей. Суть метода SMS заключается в том, что он конструирует две freeform поверхности, которые преобразуют два заданных исходящих волновых фронта в два заданных выходящих волновых фронта, с помощью сочетания преломления или отражения в этих поверхностях. Таким образом, этот метод позволяет гораздо лучше контролировать свет, излучаемый протяженным источником.

На этом этапе может быть определен набор точек на двух поверхностях (Si и So), а также единичные вектора нормали к поверхностям. Этот набор точек и единичных векторов будет называться SMS-цепочкой.

Рассмотрим порядок трассировки лучей (рис. 1). Пусть луч 0 будет лучом первого входящего волнового фронта W_{i1}, проходящим через точку $\mathbf{P}_0$. Так как нормаль $\mathbf{N}_0$ известна, можно построить луч 01 после преломления на первой поверхности S_i (по закону Снеллиуса). Теперь можно вычислить точку $\mathbf{P}_1$ на второй поверхности S_0 так, что длина оптического пути от первого входящего волнового фронта W_{i1} к первому выходящему волновому фронту W_{01} будет L_1.

После того как $\mathbf{P}_1$ была рассчитана, находим нормаль N_1 ко второй поверхности S_0 в точке $\mathbf{P}_1$. Для этого используем луч 1 первого выходящего волнового фронта W_{01}, проходящей через $\mathbf{P}_1$. $\mathbf{N}_1$ – это нормаль, относительно которой луч 01 отклоняется в луч 1.

Как только $\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{N}_1$ рассчитаны, процесс повторяется с точки $\mathbf{P}_1$ построением луча из второго выходящего волнового фронта W_{02}, проходящего через $\mathbf{P}_1$.

Также можем начать в $\mathbf{P}_0$ с луча из второго входящего волнового фронта W_{i2}, проходящего через $\mathbf{P}_0$. Таким образом, получаем точки и нормали $\mathbf{P}_{-1}$, $\mathbf{P}_{-2}$, $\mathbf{P}_{-3}$, …, $\mathbf{N}_{-1}$, $\mathbf{N}_{-2}$, $\mathbf{N}_{-3}$. Процесс повторяется дальше до достижения нужного результата [2, 3].

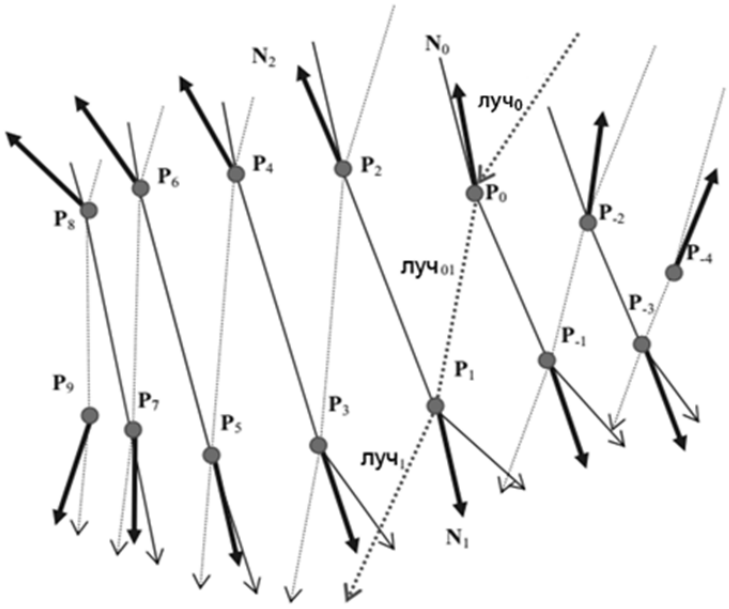


Рис. 1. SMS-цепочка

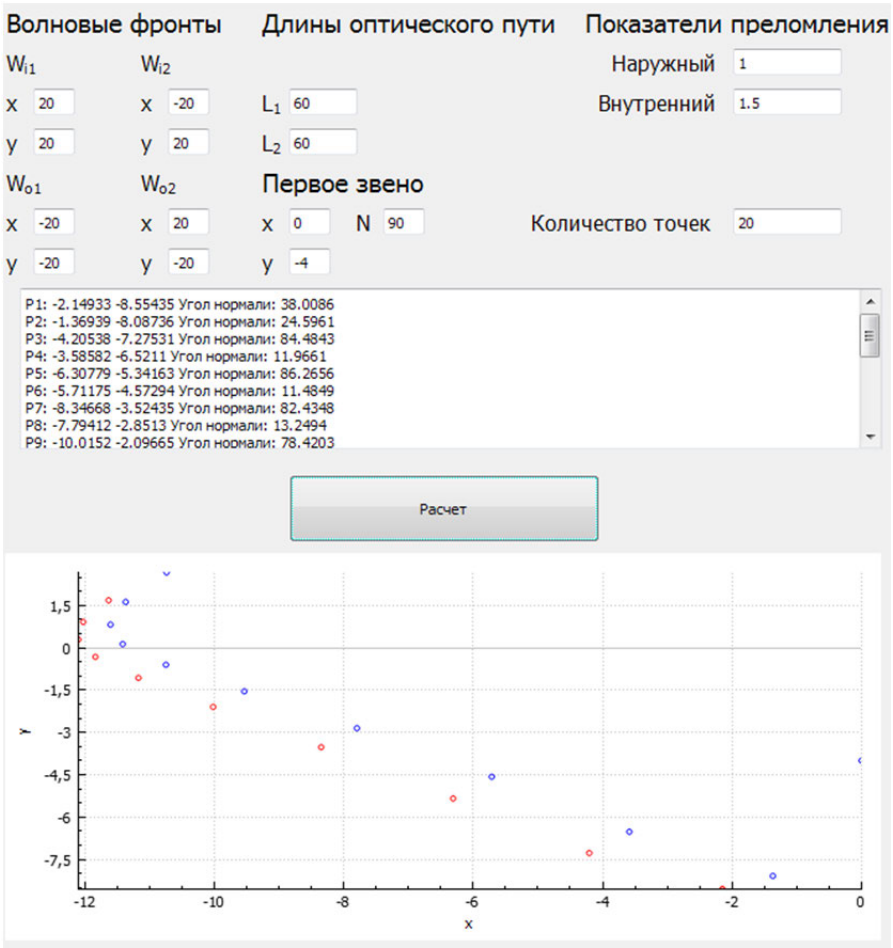


Рис. 2. Интерфейс программы

На рис. 2 представлен интерфейс разработанной программы. В данном окне расположены поля для ввода исходных данных и поля для вывода результатов. Исходными данными являются два входящих волновых фронта, два выходящих волновых фронта, длины оптического пути между волновыми фронтами, показатели

преломления сред, количество точек для расчета, а также первое, так называемое, звено SMS-цепочки. Звеном в данном методе называют координаты точки на преломляющей поверхности и направление единичного вектора нормали в ней. Вывод данных представляется как в текстовом, так и в графическом виде. Текстовый отображение результатов осуществляется выводом координат всех полученных точек, а также направлений нормалей в них. В поле графических результатов программа строит все точки по их координатам, наглядно показывая, как будет выглядеть поверхность. Это важно, так как не все комбинации исходных данных будут приводить к построению SMS-цепочки. Координаты точек разных поверхностей обозначаются разными цветами. Так на слайде первая поверхность S_i обозначена точками синего цвета, а вторая поверхность S_0 – точками красного цвета.

В результате данной работы был проведен анализ литературы, разработан алгоритм определения формы преломляющей поверхности для систем осветительной оптики, а также компьютерное приложение для моделирования метода SMS2D. В дальнейшем на основе полученных алгоритмов планируется реализации метода SMS3D, позволяющего моделировать трехмерные профили freeform элементов осветительной оптики.

Литература

1. Chaves J. Introduction to Nonimaging Optics. – Second Edition. – CRC Press Reference, 2015. – 786 p.
2. Winston R., Minano J.C., Benitez P.G. Nonimaging Optics 1st Edition. – Academic Press, 2005. – 512 p.
3. Benítez P., Miñano J.C. et al. Simultaneous multiple surface optical design method in three dimensions // Opt. Eng. – 2004. – V. 43(7). – P. 1489–1502.

Захаров Владислав Алексеевич
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № P3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: zakharov.vad@gmail.com

УДК 004

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО И АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

В.А. Захаров
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

Развитие техники и технологий сегодня предоставляет возможность создания всевозможных беспилотных летательных аппаратов, которые используются во всех сферах человеческой жизни – от ведения скрытого слежения, военной разведки, аэрографической съемки местности и поиска людей в труднодоступных местах, до доставки посылок и развлечений, например, фото- и видеосъемки с различных ракурсов. Размеры и мощности современной вычислительной техники позволяют выполнять решения сложных задач непосредственно на борту беспилотного

летательного аппарата (БПЛА), что делает возможным создание универсальных многоцелевых летательных аппаратов [1–5].

Преимущества использование БПЛА очевидны: в случае использования в спасательных и поисковых целях зачастую посредством использование БПЛА расширяются возможные зоны поиска, в силу небольших размеров и стоимости, в сравнении с летательными аппаратами, пилотируемыми человеком на борту, поиск становится дешевле, и уменьшаются человеческие риски.

С учетом вышесказанного, а также в силу развития вычислительной техники, уменьшения ее размеров и роста производительности, можно с уверенностью утверждать, что беспилотные летательные аппараты будут и дальше внедрятся в различные сферы человеческой жизни и использоваться чаще и обширней, войдут в привычный образ жизни людей и будут помогать нам меньше расходовать человеческие ресурсы.

Важным вопросом в реализации БПЛА является организация средств связи с наземной станцией. Разнообразие областей использования беспилотных аппаратов ведет и к разнообразию требований, предъявляемых к организации связи.

В настоящей работе авторы организовали средство связи для малого многофункционального аппарата, работающего на расстояниях около 100–200 м. Рассмотрены критерии, по которым выполнено сравнение средств связи:

1. возможная дальность полета БПЛА с использованием определенного средства связи. БПЛА может выполнять летное задание при полном отсутствии связи с наземным пунктом управления, однако будем рассматривать именно максимальное расстояние, на котором возможна передача данных между бортом летательного аппарата и наземной станцией;
2. скорость обмена данными между бортом БПЛА и наземным пунктом управления;
3. питание к БПЛА поступает от аккумуляторов. Отсюда можно сделать вывод, что следующим немаловажным фактором при сравнении средств организации связи является энергопотребление приемопередающих модулей;
4. устройство, которое будет использоваться в гражданских целях, однако, и в данном устройстве присутствуют риски: управления БПЛА может быть перехвачено и аппарат будет утерян. Вышесказанное означает, что следующим важным критерием оценки возможных способов связи с ЛА будет защищенность передаваемых данных, например, использование методов шифрования;
5. организация связи – для некоторых стандартов поддерживаются драйвера и библиотеки, а для некоторых все это необходимо реализовать, в том числе и кодирование данных. Это влечет за собой большие временные затраты на реализацию данного способа, а это, в свою очередь, увеличивает стоимость конечного продукта;
6. совместимость с различными устройствами, такими как планшеты, ноутбуки, смартфоны также имеет значение, поскольку в таком случае связь с БПЛА может быть установлена с использованием этих самых устройств, что позволяет управлять и получать данные непосредственно на это устройство.

В работе выполнен обзор различных решений для организации беспроводной связи, предоставляемых ведущими производителями микроэлектронной техники для выявления решений, удовлетворяющих заданным требованиям. После происходит сравнение выбранных устройств с целью выявления наиболее подходящего заданным условиям.

Для реализации были использованы Wi-Fi-микроконтроллер ESP8266, а также отладочная плата STM32F4DISCOVERY. Поскольку будет использован Wi-Fi для организации связи с БПЛА, то в качестве наземной управляющей станции использован ноутбук.

Программное обеспечение средства связи на стороне летального аппарата выполнено на STM32 и состоит из:

1. UART-драйвера для STM32, который реализует обмен данными между ESP8266 и STM32;
2. Wi-Fi-драйвера;
3. основной программы, обрабатывающей данные с датчиков и передающей их по Wi-Fi;
4. TCP-клиента на ESP8266.

В ходе выполнения работы был определен список требований, предъявляемых к средству связи, произведен анализ устройств с беспроводной передачей данных, предлагаемых производителями микроэлектроники, такими как Atmel, Texas Instruments, STMicroelectronics и другими. С учетом выдвинутых требований было принято решение использовать Wi-Fi-микроконтроллер ESP8266 в силу ряда его преимуществ. А также реализовано программное обеспечение для организации связи.

Литература

1. Решение государственной комиссии по радиочастотам от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия».
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.
3. Рошан П., Лиэри Д. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. – М.: Вильямс, 2004. – С. 304.
4. Алиев Т.И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 400 с.
5. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования С. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2009. – 292 с.

Злобина Диана Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3424
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: Diana.zlobina@mail.ru

УДК 338.984

ПЛАНИРОВАНИЕ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Д.С. Злобина
Научный руководитель – ст. преподаватель Е.И. Алексашкина

Деятельность предприятий в сложившихся на данный момент сложных экономических условиях предполагает реструктурирование и модернизацию всех функциональных сфер деятельности хозяйствующих субъектов, но, главным образом, это касается сбытовой деятельности предприятия [1–4].

При существующей жесткой конкуренции на рынке главная задача системы управления сбытом – обеспечить завоевание и сохранение организацией желаемой доли рынка и превзойти конкурентов.

Актуальность рассмотрения особенностей сбытовой деятельности предприятия и выбор темы исследования обуславливает тот факт, что организация и планирование

реализации продукции являются одним из наиболее важных элементов системы взаимодействия предприятия и потребителя, как субъектов экономических отношений.

Цель работы – исследовать и оценить организацию сбытовой деятельности на примере предприятия ЗАО «Микояновский мясокомбинат» и предложить пути совершенствования организации сбыта продукции предприятия.

Планируя и совершенствуя сбытовую политику на предприятии, важно решить ряд вопросов, касающихся выбора каналов распределения продукции, политики охвата рынка, стратегии и методов стимулирования сбыта. Принимать решения о сбытовой политики, нацеленные на выполнение поставленных целей и задач, таких как максимизация прибыли и освоение нового сегмента рынка, следует только после тщательного анализа существующей экономической ситуации.

Планирование сбытовой деятельности включает: изучение внешних и внутренних условий; установка целей; исследование и прогноз конъюнктуры рынка и спроса; прогнозирование объемов реализации товаров; планирование поставок готовой продукции; выбор каналов распределения продукции; планирование рекламной деятельности; составление сметы расходов на управление сбытом и распределением, планирование доходности.

Организация сбытовой деятельности включает: информацию о спросе; заключение договоров с партнерами на поставку продукции; выбор стратегии реализации готовой продукции, выбор способов доставки готовой продукции до потребителя; подготовка отгрузки продукции; организация диспетчерской службы; выбор методов стимулирования спроса и рекламной деятельности.

Сбытовая политика ЗАО «Микояновский мясокомбинат» направлена на расширение круга покупателей и на увеличение объемов продаж. Основными конкурентами ЗАО «Микояновский мясокомбинат» являются:

– ОАО Группа «Черкизово»;
– ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат» (ОАО «ОМПК»);
– ОАО «Царицыно»;
– Компания «Дымов».

Факторы конкурентоспособности ЗАО «Микояновский мясокомбинат»:

– высококачественная продукция;
– мощная технико-производственная база;
– широкий ассортимент выпускаемой продукции;
– высококвалифицированный персонал.

Для оценки сбытовой деятельности были задействованы и проанализированы следующие показатели: выручка от продаж, объем реализации продукции в натуральном выражении, себестоимость продукции, запасы и чистая прибыль. Оценена динамика изменения данных показателей за 4 года деятельности предприятия и произведен расчет следующих коэффициентов: коэффициент оборачиваемости запасов, норма чистой прибыли и показатель эффективности предприятия.

В целом сбытовая деятельность за анализируемые периоды считается удовлетворительной, так как, даже с учетом непростой сложившейся экономической ситуации в стране, предприятие ЗАО «Микояновский мясокомбинат» с каждым годом развивается, модернизирует производство, расширяет ассортимент выпускаемой продукции, усиливает свои позиции на рынке, а в особенности в сетевых каналах распределения.

При проведении анализа сбытовой деятельности были выявлены следующие отрицательные моменты:

– сокращение объема реализации продукции в натуральном выражении, а именно в тоннах, в связи с чем отмечается недовыполнение планов реализации продукции;
– увеличение себестоимости по всем видам продукции;

– по итогам оценки коэффициента оборачиваемости запасов отмечено затоваривание склада за определенные анализируемые периоды, а именно с 2012–2014 годы.

На основе проведенной оценки сбытовой деятельности и выявленных проблем предложены следующие пути по совершенствованию сбытовой деятельности:

– открытие дополнительных фирменных магазинов на территории Москвы и Санкт-Петербурга;
– импортозамещение сырья;
– расширение ассортимента продукции;
– импортозамещение зарубежной готовой продукции;
– заключение партнерского договора с HoReCa.

Предложенные пути совершенствования сбытовой деятельности способны устранить выявленные отрицательные моменты и послужить хорошей основой для развития компании «Микоян» в целом.

Литература

1. Айрапетов О.Р. Тенденции развития сбытовой деятельности на предприятии // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 222.
2. Гиляровская Л.Т., Вехорева А.А. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческого предприятия. – СПб.: Питер, 2012. – 230 с.
3. Официальный сайт ЗАО «Микояновский мясокомбинат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mikoyan.ru, своб.
4. Катаева Н.Н. Оценка эффективности каналов распределения продукции и выявление возможностей увеличения объемов сбыта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nauka-rastudent.ru/12/2264/, своб.

Кислицина Елена Андреевна
Год рождения: 1993
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра информационно-навигационных систем, группа № Р3430
Направление подготовки: 24.03.02 – Системы управления движением и навигация
e-mail: keasunrise@gmail.com

УДК 004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ МОДЕЛИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Е.А. Кислицина
Научный руководитель – аспирант Е.В. Драницына

Работа выполнена в рамках инициативных работ научно-исследовательского характера, содержащих решение проблем, не предусмотренных учебной деятельностью.

Выработка требований к инерциальным датчикам: датчикам угловой скорости (ДУС) и акселерометрам – является одним из важнейших аспектов, как при проектировании самих датчиков, так и при проектировании бесплатформенных

инерциальных навигационных систем (БИНС) на их основе. На практике при проектировании БИНС во многих случаях ограничиваются упрощенными моделями погрешностей чувствительных элементов (ЧЭ), что неизбежно сказывается на точности вырабатываемых БИНС параметров, так как в данном случае, в отличие от случая с инерциальными навигационными системами платформенного типа, требования к погрешностям значительно выше [1–4].

На современном этапе одним из путей повышения уровня точности БИНС является детальное описание модели погрешностей ЧЭ и тщательный анализ влияния составляющих этой модели на точность вырабатываемых БИНС параметров, что и стало **целью работы**. Подробный анализ можно осуществить при имитационном моделировании работы БИНС.

Была разработана модель погрешностей, учитывающая дрейфы ДУС (волоконно-оптических гироскопов (ВОГ)) и акселерометров. Такая модель может быть аппроксимирована в виде суммы нескольких составляющих.

Погрешность определения кажущегося ускорения δα:

$$\delta a = \Delta a_0 + \Delta a_M + \Delta a_C + \Delta a_\tau + \Delta a_{size} + \eta_a .$$

Погрешность определения угловой скорости δω:

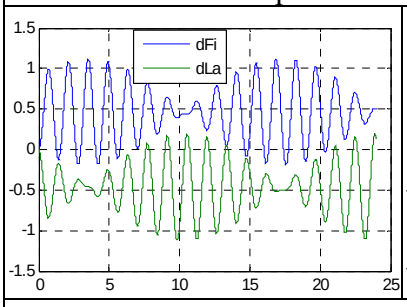
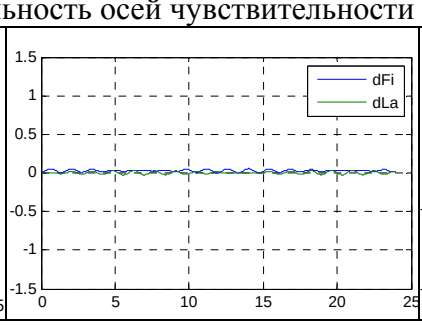
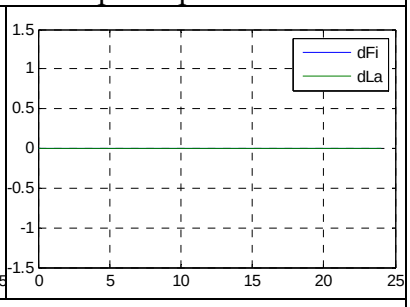
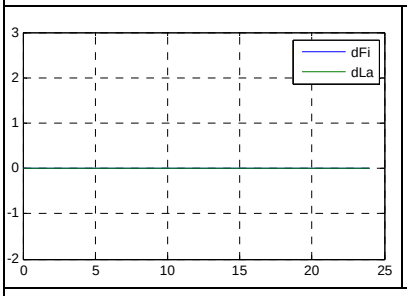
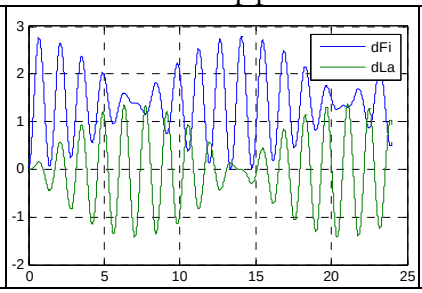
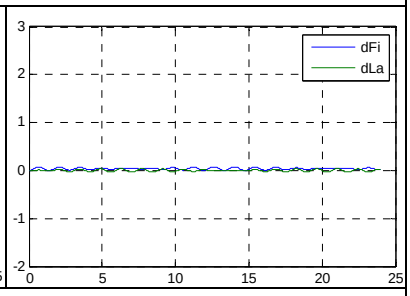
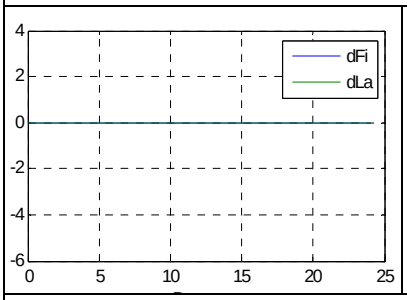
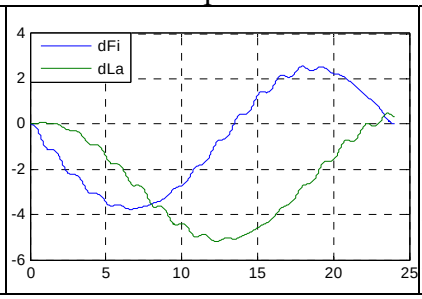
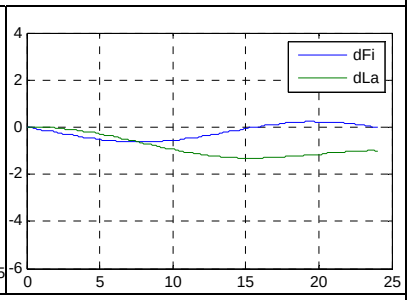
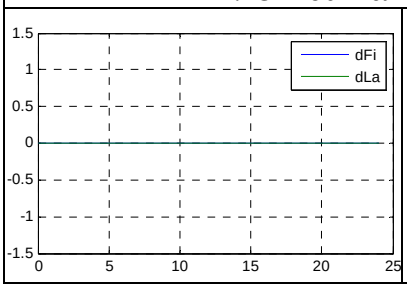
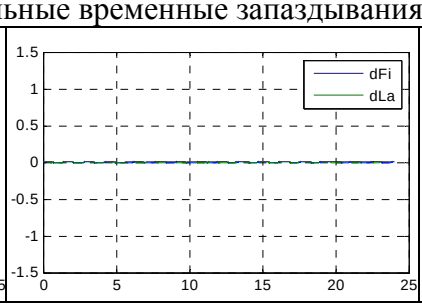
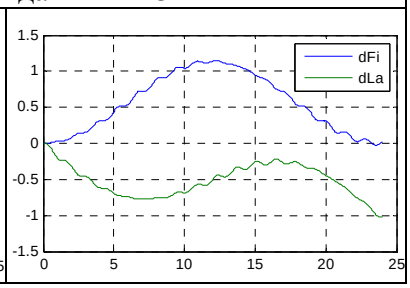
$$\delta\omega = \Delta\omega_0 + \Delta\omega_M + \Delta\omega_C + \Delta\omega_A + \Delta\omega_\tau + \eta_\omega .$$

Приведенная модель погрешностей включают следующие компоненты: Δi_0 – начальное смещение нуля и его нестабильность в пуске; $\Delta i_{\text{M}} = \begin{bmatrix} \Delta M_{ix} & 0 & 0 \\ 0 & \Delta M_{iy} & 0 \\ 0 & 0 & \Delta M_{iz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_X \\ i_Y \\ i_Z \end{bmatrix}$ – составляющая, обусловленная погрешностью определения и нестабильностью в пуске масштабный коэффициент (МК); $\Delta\omega_A$ – скорость неучтенного дрейфа, вызванная асимметрией МК ВОГ; Δi_τ – погрешность, обусловленная несинхронностью съема данных; η_i – шумовая составляющая; Δa_{size} – погрешность, вызванная size-эффектом; $\Delta a_{\text{C}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -A_{yz} & 0 & 0 \\ A_{zy} & -A_{zx} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_X \\ a_Y \\ a_Z \end{bmatrix}$ – составляющая, обусловленная неортогональностью осей связанной системы координат (ССК); $\Delta\omega_{\text{C}} = \begin{bmatrix} 0 & G_{xz} & -G_{xy} \\ -G_{yz} & 0 & G_{yx} \\ G_{zy} & -G_{zx} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_X \\ \omega_Y \\ \omega_Z \end{bmatrix}$ – составляющая, обусловленная отклонением измерительных осей блока гироскопов от ССК.

Далее в таблице показаны результаты моделирования работы БИНС в графической среде MATLAB Simulink при различных видах динамического движениях объекта. Приводятся графики неточностей определения координат при воздействии тех составляющих модели погрешностей, которые часто не включаются в применяемые на практике модели, однако в проведенном исследовании вносят значимый вклад в погрешность определения широты и долготы.

Погрешности определения долготы изображены зеленым цветом, широты – синим. Время моделирования (ч) отображено на оси абсцисс, погрешности определения географических координат места (км) – на оси ординат.

Таблица. Влияние составляющих модели погрешностей ЧЭ на точность БИНС

Неподвижное основание	Трехосная качка	Конусное движение
1. Неортогональность осей чувствительности акселерометров		
		
2. Size-эффект		
		
3. Асимметрия МК ВОГ		
		
4. Относительные временные запаздывания данных ВОГ		
		

Обобщая результаты моделирования, можно заключить, что неточность определения координат, вызванная некоторыми составляющими модели погрешностей ЧЭ в случае выбранных начальных параметров моделирования достигают 3 км за 24 ч и даже 7 км, что сравнимо с влиянием смещения нуля, которое имеет доминирующее воздействие на погрешность вырабатываемых БИНС координат (при выбранных параметрах достигает 15 км за сутки). Результаты свидетельствуют о том, что величина вызываемого дрейфа, как правило, зависит от динамики движения и угловых скоростей объекта, лишь в случае влияния неортогональностей осей акселерометров большая динамика гармонической качки сводит погрешность координат к нулю.

Таким образом, для обеспечения требуемой точности вырабатываемых БИНС параметров в динамических условиях движения нельзя пренебрегать рассмотренными в

работе составляющими модели погрешности ЧЭ. Для полноты информации о влиянии тех или иных факторов на точность БИНС, следует провести дополнительный ряд исследований с рассмотрением еще более полной модели погрешностей и с различными первичными параметрами моделирования.

Используя описанный подход (модель погрешностей ЧЭ БИНС и моделирование работы БИНС), можно вырабатывать требования к инерциальным датчикам, задаваясь точностью системы и динамикой движения.

Литература

1. Слюсарь В.М. О влиянии инструментальных факторов на скорость углового дрейфа БИНС // Гироскопия и навигация. – 2007. – № 1. – С. 47–61.
2. Климкович Б.В., Толочко А.М. Учет size-эффекта при калибровке БИНС // Гироскопия и навигация. – 2015. – № 1(88). – С. 81–92.
3. Анучин О.Н., Емельянцев Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. – 2-е изд., доп. – СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 2003. – 390 с.
4. Волынский Д.В., Драницына Е.В., Одинцов А.А., Унтилов А.А. Калибровка волоконно-оптических гироскопов в составе бескарданных инерциальных измерительных модулей // Гироскопия и навигация. – 2012. – № 2(77). – С. 56–68.

Кузин Алексей Юрьевич
Год рождения: 1994
Факультет систем управления и робототехники,
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем, группа № Р3445
Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
e-mail: cuzinaleksey@yandex.ru

УДК 681.532

СИНТЕЗ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

А.Ю. Кузин
Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.В. Лукичев

Большинство современных систем управления используют регуляторы, задачей которых является формирование управляющего сигнала для придания системе определенных характеристик. Типовыми устройствами для таких задач являются пропорционально-интегрально-дифференциальные регуляторы (ПИД-регуляторы). Настройка их параметров осуществляется большим количеством методов. Однако высокая сложность, нелинейность, изменение параметров объекта вызывают затруднения при их настройке и использовании. Наличие таких проблем привело к развитию методов, основанных на нечеткой логике и нейронных сетях. Достоинством нечеткой логики является возможность «экспертного» управления объектом, математическое описание которого неизвестно, а преимущество нейронных сетей – в возможности к самообучению и идентификации объекта. Совместное использование таких технологий позволяет регулировать процессы сложных объектов управления.

Целью работы являлся синтез нейро-нечетких регуляторов и анализ их работы на примере системы управления скоростью двигателя постоянного тока.

В обзоре приведены достоинства и недостатки использования нечетких (НР) и нейро-нечетких регуляторов (ННР) в различных системах управления. Использование НР в системе управления газотурбинной установкой позволило снизить перерегулирование, а при изменении нагрузки такая система не потребовала перенастройки, в отличие от системы с ПИД-регулятором [1]. Использование адаптивного нейро-нечеткого ПИ-регулятора позволило снизить перерегулирование и время переходного процесса в системе управления сложным многорежимным объектом [2]. Также применение адаптивного ННР обеспечивает лучшее быстродействие в системе регулирования скорости вращения асинхронного двигателя по сравнению с применением ПИ-регулятора [3].

Для сравнения результатов работы с традиционной системой управления были произведены синтез системы управления двигателем постоянного тока и настройка такой системы на технический оптимум (ТО) с ПИ-регулятором [4]. Современные системы используют микроконтроллеры, поэтому регулятор был представлен в цифровом виде. Для ограничения ускорения был построен задатчик интенсивности (формирователь) входного сигнала.

ННР базируется на нейро-нечеткой сети, поэтому, прежде всего, определяется ее структура: определяются формы функций принадлежности, их количество, коэффициенты нормализации и денормализации, определяется массив эталонных данных, проводится кластеризация и обучение сети. Изначально, в качестве эталонной модели для получения обучающего массива данных использовалась система управления с ПИ-регулятором. Для обучения использовались ступенчатый и синусоидальный сигналы. Результаты моделирования показали, что система с регулятором, обученным на синусоидальном сигнале (ННР1) лучше аппроксимирует работу эталонной системы, чем система с регулятором, обученным на ступенчатом (ННР2), однако, не было получено значительных преимуществ по сравнению с использованием традиционного ПИ-регулятора. Исходя из этого, было решено в качестве эталонной модели использовать систему управления с НР, как наиболее близкую к нейро-нечеткой системе.

Для определения регулятора, обеспечивающего лучшие характеристики, рассмотрены системы с нечетким, комбинированным и адаптивным регуляторами [5]. Анализ их работы показал, что система с адаптивным НР обладает наилучшими динамическими характеристиками. Потому ННР обучался по выборке, полученной в системе с адаптивным регулятором.

Обучение при синусоидальном входном сигнале не показало каких-либо преимуществ. Однако переходные процессы в системах с адаптивным и нейро-нечетким регулятором (ННР3) совпадают, что говорит о хорошей аппроксимации заложенного в сеть алгоритма. Обучение ННР при ступенчатом входном сигнале (ННР4) показало наилучшие динамические показатели: снизились перерегулирование относительно системы автоматического регулирования (САР) с адаптивным регулятором, уменьшилось время переходного процесса. Такие же результаты получены и при параметрическом возмущении в виде увеличенного момента инерции (рисунок). Параметры систем сведены в таблицу.

Таким образом, в процессе работы синтезирована одноконтурная система управления скоростью двигателя, настроенная на ТО. Построен формирователь входного сигнала и цифровой ПИ-регулятор.

Синтезирован нейро-нечеткий регулятор, обученный по эталонной системе с ПИ-регулятором. Доказано, что ННР аппроксимирует заданный алгоритм.

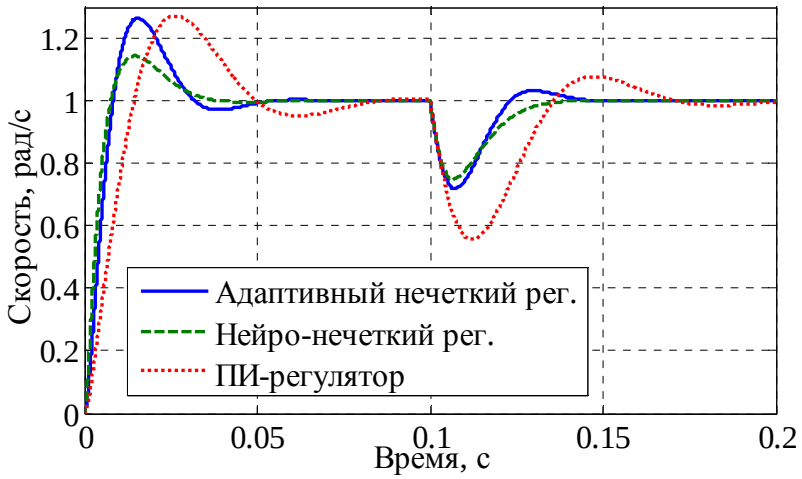


Рисунок. Реакции систем с различными регуляторами при параметрическом возмущении

Синтезирован адаптивный нейро-нечеткий регулятор. Результаты показали, что система с данным регулятором обладает наилучшими динамическими показателями из рассмотренных.

Таблица. Сравнительные параметры рассмотренных систем

Параметры рассмотренных систем	Традиционная САР	Адаптивная САР	САР с ННР3	САР с ННР4
Время реакции на скачок задания, с	0,0067	0,0063	0,0063	0,0051
Перерегулирование, %	4,3	19	19	16
Время реакции на скачок возмущения, с	0,032	0,022	0,022	0,028
Динамическое отклонение скорости при скачке возмущения, %	72	47	47	40

Литература

1. Михайленко В.С. Алгоритм настройки адаптивного нейро-нечеткого ПИ-регулятора // Труды Одесского политехнического университета. – 2011. – № 2. – С. 149–154.
2. Бахирев И.В., Кавалеров Б.В. Исследование варианта структуры нечеткого ПИД-регулятора частоты вращения электроэнергетической газотурбинной установки // Вестник ПНИПУ. – 2014. – № 9. – С. 16–24.
3. Bousserhane I.K., Hazzab A., Rahli M., Mazari B., Kamli M. Optimal fuzzy gains scheduling of pi controller for induction motor speed control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aei.tuke.sk/papers/2007/1/Bousserhane.pdf, своб.
4. Ключев В.И. Теория электропривода: учеб. для вузов. – 2-е изд. перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
5. Yesil E., Eksin I. Fuzzy PID controllers: An overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/255567860_Fuzzy_PID_controllers_An_overview, своб.

Кузнецова Екатерина Дмитриевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3424
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: Belia222@mail.ru

УДК 656.022.88

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОЙ ФИРМЫ

Е.Д. Кузнецова
Научный руководитель – к.э.н., доцент В.В. Негреева

В условиях современной экономики повышение эффективности грузоперевозок относиться к актуальным направлениям развития, и невозможно без сокращения логистических издержек. Конкурентоспособность транспортно-экспедиторской фирмы напрямую зависит от методов организации логистической деятельности, а последние тенденции организации бизнеса служат причиной развития методов и принципов логистики в процессе оптимизации транспортно-экспедиторской деятельности.

Целью работы являлась разработка и обоснование научно-методических рекомендаций по организации и совершенствованию логистической деятельности транспортно-экспедиторской фирмы на примере ООО «ТК АвтоФорс».

Логистику транспортно-экспедиторских услуг можно охарактеризовать как деятельность в области перевозок, охватывающую весь комплекс операций и услуг по доставке товара от производителя продукции к потребителю. Внедрение логистики позволяет транспортно-экспедиторским фирмам работать по более прогрессивным транспортным технологиям, способствующим повышению конкурентоспособности на рынке транспортных услуг, расширению сферы деятельности и увеличению доходов [1, С. 9].

По результатам исследования выявлено, что субъектами логистики транспортно-экспедиторского обслуживания являются государственные органы, потребители услуг транспортно-экспедиционных компаний (ТЭК), организации, оказывающие услуги ТЭК, а структура транспортно-экспедиционного обслуживания рассматривается во взаимосвязи трех составляющих, таких как транспортное, экспедиционное и посредническое, именно поэтому данные фирмы оказывают достаточно широкий спектр услуг [1].

Следует отметить, что нормативно-правовая база, регламентирующая деятельность транспортно-экспедиционных фирм, развивается и постоянно вносятся коррективы, что может как положительно, так и отрицательно отразиться на логистической деятельности транспортно-экспедиторской фирмы.

В результате рассмотрения принципов логистического менеджмента транспортно-экспедиторской деятельности была разработана программа транспортно-экспедиторской фирмы, которая включает производственные программы по эксплуатации автопарка и техническому обслуживанию, текущему ремонту транспортных средств на основании наиболее оптимальных технико-эксплуатационных показателей.

Исследуемые в работе инструменты стратегического управления, такие как сбалансированная система показателей (ССП), регламентируется ключевыми показатели эффективности (KPI), систематизированными по критериям: качество услуг транспортно-

экспедиторской фирмы, время реагирования транспортно-экспедиторской фирмой, уровень удовлетворения клиентов (уровень сервиса), общие логистические издержки. На основании разработанной в работе KPI можно проводить совершенствование механизмов логистики, кадровой политики, что позволяет значительно улучшить показатели деятельности транспортно-экспедиционной компании в целом [2].

Изучение тарифной политики транспортно-экспедиторских фирм показало, что ТЭК стремятся минимизировать тарифы, поэтому реальные тарифы многих ТЭК не включают в себестоимость перевозки множество расходов, которые способны существенно сократить прибыль, повлияв и на стабильность экономического состояния компании.

Анализ логистических услуг Российской Федерации показал, что потенциал развития рынка колоссален, однако существуют серьезные проблемы, для решения которых необходимы совместные усилия государственных органов и бизнеса. Предполагается, что логистика может стать эффективным инструментом для стимулирования российского экономического роста.

Объект исследования – компания ООО «ТК АвтоФорс» занимается транспортно-экспедиционным обслуживанием и специализируется на перевозке негабаритных грузов, имея в собственности 7 автомобилей. Однако анализ производственных способностей ООО «ТК АвтоФорс» показал, что для выполнения портфеля заказов данного автопарка не достаточно, поэтому транспортно-экспедиторской фирме также необходимо пользоваться услугами привлеченных перевозчиков [3].

Проведенный анализ затрат транспортно-экспедиторской фирмы ООО «ТК АвтоФорс» позволил рассчитать себестоимость пробега 1 км пути грузоперевозки. Расчет себестоимости 1 км перевозки груза показал, что 1 км пути для компании ООО «ТК АвтоФорс» ниже, чем среднеотраслевые тарифы на данные виды перевозок. Таким образом, компания может обеспечить качественные логистические услуги своим клиентам по доступным ценам, тем самым обеспечив себе стабильный финансовый результат, а также конкурентное преимущество.

В качестве рекомендаций по улучшению организации логистической деятельности в работе предложен проект обновления программного обеспечения (ПО) компании с внедрением спутниковой навигации ГЛОНАСС в деятельность транспортно-экспедиторской фирмы ООО «ТК АвтоФорс».

Анализировались 8 программных продуктов. Результаты оценивания рейтинга ПО с учетом ранга критерия и весовым коэффициентом функциональных особенностей показали, что наиболее предпочтительным является программа на базе 1С «Умная логистика» с суммарным рейтингом 138,5, стоимостью 95 760 руб. [4].

Анализ показал, что после внедрения системы «Умная логистика» значительно снизиться время выполнения операций за счет того, что ПО автоматически размещает заявки на перевозку или поиск груза на www.ati.su, информирует водителей и освобождает менеджера от заполнения отчета о проделанной работе. Тем самым сократиться рабочий день менеджера по логистики на 2 ч. Снижение трудозатрат создает возможность сокращения штата менеджеров-логистов, при этом их средняя заработная плата увеличится на 14,8% при сохранении портфеля заказов на том же уровне.

Таким образом, экономический эффект от внедрения информационной платформы «Умная логистика» составит 6 253 870,2 руб. Помимо этого предполагается сокращение организационной работы логистов компании ООО «ТК АвтоФорс». Модуль ГЛОНАСС позволит существенно повысить эффективность управления парком транспортных средств, опираясь на объективную информацию, тем самым снизить расход ГСМ и другие эксплуатационные затраты, а также исключить нецелевое использование транспорта, а также контролировать соблюдение скоростного режима автомобилей при перевозке дорогостоящих негабаритных грузов.

Литература

1. Дмитриев А.В., Афанасьев М.В. Логистика транспортно-экспедиторских услуг: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2013. – 104 с.
2. Кужева С.Н. Использование системы сбалансированных показателей в управление логистикой // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2014. – № 4. – С. 88–94.
3. Официальный сайт ООО «ТК АвтоФорс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hotcargo.ru/contact.html, своб.
4. Официальный сайт программы «Умная логистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://b2b-logist.com/, своб.

Макаренко Дмитрий Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3401
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: d.v.makarenko@mail.ru

УДК 004.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СБОРА МЕТРИК НА ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Д.В. Макаренко
Научный руководитель – аспирант Р.И. Яналов

В настоящее время разработка программного обеспечения (ПО) является неотъемлемой частью нашей жизни. В любой сфере жизни используются различные приборы и устройства, выполняющие большую часть необходимой для человека работы. Каждое из этих устройств, будь то персональный компьютер, игровая приставка, использующаяся исключительно в развлекательных целях, или система запуска межконтинентальных ракет, работает в соответствии с каким-то специальным разработанным ПО [1–6].

С развитием компьютерных технологий также развивается и совершенствуется процесс создания программных продуктов для управления различными устройствами. Одним из главных принципов развития является появление общепризнанных стандартов, что, безусловно, несет в себе пользу и для производителей товаров и услуг, и для конечных пользователей. Производителям стандарты позволяют эффективнее использовать ресурсы, используя описанные подходы к решению каких-либо задач, вместо изобретения каких-то новых способов, что в рамках некоторых задач может вызвать только лишние временные, а следовательно, и финансовые затраты на производство. Также очевидным плюсом является доступ к новым рынкам или ресурсам, который появляется при стандартизации процессов создания программных продуктов. Для пользователя же главным преимуществом является то, что при покупке стандартизированного продукта ожидания от качества, надежности, безопасности продукта будут удовлетворены.

Но подход стандартизации обладает и недостатками. Например, стандартизация приводит к однотипности продукции, поэтому производителям становится сложно

придумывать нечто новое, оригинальное в рамках имеющихся ограничений. Вполне возможны ситуации, когда изобретенный новый способ решения задачи или проблемы может оказаться лучше стандартных методов, но он не будет придуман из-за применения общеизвестных способов. В этой связи при создании любого продукта, производитель должен соблюдать баланс между стандартизацией и инновацией.

В области разработки ПО стандартизация получила серьезное развитие. В связи с распространением индустрии по всему миру соблюдение стандартов играют огромную роль для компаний-разработчиков.

Тема исследования степени влияния сбора метрик на процессы разработки и тестирования ПО была выбрана не случайно. В настоящее время достижение и поддержка высокого уровня качества является одной из основных целей любой компании, разрабатывающий ПО. Будь то компании, разрабатывающие ПО по заказу или разрабатывающие собственное ПО. Причиной этого является очень высокая конкуренция на рынке разработки ПО. Если созданный продукт не будет соответствовать необходимому уровню качества, то пользователи предпочтут аналогичное ПО конкурирующей компании, качество которого будет выше. Вследствие чего будет упущена прибыль и, что гораздо важнее, испорчена репутация компании на рынке. Именно по этой причине сбор и анализ метрик находят все более широкое применение в процессе создания ПО. Анализ метрик позволяет беспрерывно контролировать уровень качества создаваемых продуктов и уровень компетенции проектной команды.

Также проведение данного исследования на реальном проекте позволит получить информацию о качестве текущих процессов. Позволит локализовать места, требующие изменений с целью совершенствования разработки программных продуктов. В свою очередь, изменения, основанные на анализе полученной информации, могут привести к повышению уровня качества разрабатываемого ПО.

Вывод об актуальности выбранной темы можно сделать на основании представленного выше обзора повсеместного распространения вычислительной техники, которая использует в своей работе различное ПО для улучшения и упрощения качества работы человека.

Несмотря на огромное количество различных метрик процессов разработки и тестирования ПО, не существует четких, однозначных стратегий их использования. Для каждого реального проекта характерны какие-то собственные нюансы, отличающие его от других. Это приводит к тому, что для процессов разработки и тестирования разных программных продуктов наиболее показательными будут разные метрики, и, соответственно, степень их влияния будет разной. Исходя из этого, при внедрении сбора метрик в какой-либо проект, необходимо производить исследование на предмет определения собираемых метрик и анализ полученных результатов. После чего можно сделать вывод об эффективности внедрения сбора конкретных метрик.

Литература

1. Канер С., Фолк Д., Нгуен Е.К. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений: Пер. с англ. – Киев: ДиаСофт, 2001. – 544 с.
2. Госсе М., Келлер Б., Кришнамурти А., Вудворт М. Управление жизненным циклом приложений с Visual Studio 2010: профессиональный подход: Пер. с англ. – М.: ЭКОМ Паблишерз, 2012. – 895 с.
3. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. 2004 Version [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2005/SWEBOK_Guide_2004.pdf, своб.

4. Блэк Р. Ключевые процессы тестирования. Планирование, подготовка, проведение, совершенствование. – М.: Лори, 2011. – 544 с.
5. Fenton N., Bieman J. Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach. – Third Edition. – CRC Press, Boca Raton, 2015. – 617 p.
6. Basu A. Software Quality Assurance, Testing and Metrics. – PHI Learning Private Limited, Delhi, 2015. – 301 p.

Недопекина Надежда Владимировна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3420
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: nedopekina_nadya@mail.ru

УДК 338.2

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ОПОРА»

Н.В. Недопекина
Научный руководитель – к.э.н., доцент Л.Г. Мишура

Работа выполнена в рамках тем хоздоговорных и госбюджетных НИР.

Немалое количество организаций в Российской Федерации переживают кризисное финансовое состояние, основанием которого нередко является несвоевременная или неточная оценка показателей эффективности деятельности. Стабильное существование и нахождение необходимых путей улучшения деятельности организации в настоящий момент помогают понять и обеспечить проведенный вовремя и качественно финансовый анализ и расчет основных показателей эффективности, повышение которых ведет организацию к перспективному росту и развитию. **Цель работы** состояла в разработке мероприятий по повышению показателей эффективности деятельности ООО «Научно-технический центр «ОПОРА». Основные показатели эффективности деятельности организации выражаются через финансовые коэффициенты, которые предоставляют возможность: понять направление и пути улучшения организации благодаря сравнению двух последующих периодов (отчетный и предыдущий); обнаружить наиболее прибыльную сторону организации, понять, в чем заключается ее привлекательность для инвесторов, благодаря сравнению финансовых показателей данного периода внутри отрасли; понять возможные причины банкротства, снизить риск, обнаружить сильные стороны и снизить влияние слабых благодаря сравнению финансовых и фактических значений коэффициентов с нормативными; предусматривать и совершать прогнозы относительно управления финансами внутри организации [1].

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: исследованы теоретические аспекты вопроса повышения показателей эффективности деятельности предприятия, включающие сущность понятия эффективности, ее классификацию, показатели и методы их повышения. В процессе работы был проведен анализ эффективности деятельности ООО «НТЦ «ОПОРА», рассмотрена структура выручки предприятия за 2013–2015 годы, рассчитаны нормируемые и ненормируемые

показатели эффективности деятельности за анализируемые периоды. В результате анализа было выявлено снижение коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности, коэффициента оборачиваемости оборотных активов и рентабельности оборотных активов.

Так как все три коэффициента связаны с величиной дебиторской задолженности, то управление ею было выбрано в качестве способа повышения данных показателей эффективности. На основе полученных результатов были рассмотрены мероприятия, позволяющие снизить дебиторскую задолженность, среди которых ABC-анализ, разработка системы скидок и штрафов и привлечение третьей стороны – факторингового агента [2]. Проанализировав данные мероприятия для снижения дебиторской задолженности, было принято решение о необходимости разработать систему скидок и штрафов [3].

Первым этапом данной системы становится расчет кредитного рейтинга. Выделяется 8 существенных характеристик клиента (период совместной работы, продолжительность работы компании на рынке, объем продаж клиенту в общем объеме продаж, средневзвешенный период просрочки, условия владения торговым помещением, темпы роста выручки, репутация клиента, организационно-правовая форма), затем характеристика переводится в числовой показатель, который говорит об уровне риска, связанного с данным клиентом. Следующим шагом становится разделение дебиторов на 4 группы (A, B, C, D), после чего для каждой из групп разрабатываются кредитные условия: условия отсрочки платежа, система скидок, штрафные санкции.

Так как часть задолженности ООО «НТЦ «ОПОРА» приходится на 4-х постоянных и крупных клиентов («Ре Трэйдинг», «Hard Wok», «БИНГО», «ЛЕНОБЛЗЕМ»), заинтересованных в дальнейшем сотрудничестве, то были внесены изменения в договора именно с этими организациями, а также предложена система скидок новому клиенту «ЮНИТСЕРВИС». Результаты ранжирования данных дебиторов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Ранжирование дебиторов ООО «НТЦ «ОПОРА»

№	Дебитор	Значение интегрального показателя	Вероятность дефолта (p)	Группа дебиторов
1	ООО «Ре Трэйдинг»	0,2732	0,65	B
2	ООО «Hard Wok»	1,235	0,95	C
3	ООО «БИНГО»	0,674	0,82	C
4	ООО «ЛЕНОБЛЗЕМ»	0,2435	0,64	B
5	ООО «ЮНИТСЕРВИС»	3,26	>1	D

По результатам оценки, после погашения дебиторской задолженности, были внесены изменения в договора с дебиторами группы B виде предоставления 5% скидки на техническое обслуживание и 3% скидки на замену электронной контрольной ленты защищенной (ЭКЛЗ) с учетом частичной предоплаты и отсрочка платежа сроком до 7 дней и группы C в виде предоставления 3% скидки на техническое обслуживание и 2% скидки на замену ЭКЛЗ с учетом частичной предоплаты и отсрочка платежа сроком до 3 дней.

Результатом работы с дебиторами в плане 2016 года стало снижение дебиторской задолженности на 21%, кредиторской задолженности на 26%, оборотных активов на 15%.

Предложенные мероприятия позволяют повысить показатели эффективности деятельности ООО «НТЦ «ОПОРА» в следующем соотношении: коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности на 27%, коэффициент оборачиваемости оборотных активов на 17%, рентабельность оборотных активов на 18% (табл. 2).

Таблица 2. Динамика проблемных показателей эффективности (план на 2016 г.)

Наименование коэффициента	Факт 2015 года	План 2016 г. без рекомендаций	План 2016 г. с рекомендациями
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	13,94	8,32	10,58
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов	8,38	5,76	6,76
Рентабельность оборотных активов	1,52	1,06	1,25

Рост плановых значений проблемных коэффициентов положительно сказывается не только на общей экономической эффективности, но и позволяет сократить финансовый цикл предприятия на 41 день, полный операционный цикл на 27 дней. Полученный результат свидетельствует об эффективности предложенных мероприятий и необходимости их внедрения.

Литература

1. Басовский Л.Е., Басовская Е.Н. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2011. – 366 с.
2. Исаченко М.Б. Управление дебиторской задолженностью и разработка кредитной политики компании // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12-2. – С. 123–126.
3. Малкин О.П. Методы управления дебиторской задолженностью // Финансовый эксперт. – 2013. – № 4. – С. 13–15.

Николаи Яна Владимировна
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: yananikolai@gmail.com

УДК 004.932.72'1

АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖИВОТНЫХ В РЕАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Я.В. Николаи
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Тропченко

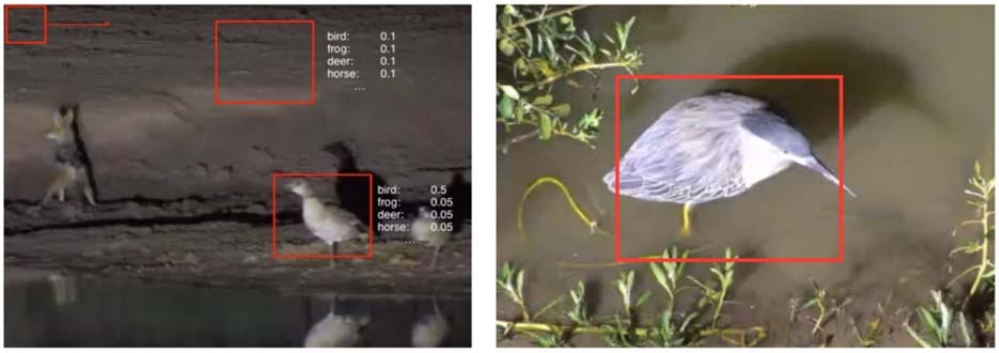
Алгоритмы распознавания животных находят применение в различных системах от развлекательных приложений до систем обеспечения безопасности и систем жизнеобеспечения. **Целью работы** являлась разработка подхода к распознаванию животных на изображениях, полученных с камер, работающих в дикой природе. Задачу распознавания и классификации животных стоит рассмотреть отдельно от общей задачи распознавания объектов на изображении по причине того, что по результатам авторитетного соревнования ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) классы животных оказались наиболее простыми для классификации и обнаружения [1]. Частную задачу распознавания животных решают с применением моделей из набора частей, что предполагает построение детектора для каждой «части» животного (конечности, туловища, головы). В составе

моделей из набора частей часто применяются текстурные модели, так как обычные дескрипторы (SIFT, HOG) не всегда эффективно описывают текстуры [2]. Проблемой данного подхода является необходимость ручного подбора дескрипторов. Для распознавания различных категорий объектов популярным и наиболее точным методом являются искусственные нейронные сети [3], однако предлагаемые архитектуры сетей выглядят избыточными для классификации только животных.

Так как сверточные нейронные сети автоматически выделяют локальные признаки в пиксельном и признаковом пространствах, было принято решение использовать данный подход для классификации изображений. Ввиду ограниченности ресурсов для обучения сети использовался набор данных CIFAR-10, предлагающий по 6000 изображений размером 32×32 пикселя для каждого из десяти классов объектов.

В качестве основного критерия при выборе архитектуры сети была выбрана точность классификации, в качестве дополнительных – время прямого прохождения сигнала и время обучения. Были проведены эксперименты по определению наилучшей архитектуры многослойного персептрона, использовавшейся далее в качестве полносвязных слоев сверхточной сети. Рассматриваемые персептроны имели следующие конфигурации скрытых слоев: 2 слоя по 100 нейронов, 1 слой с 50-ю нейронами, 1 слой со 100 нейронами. Последний имел наилучшую точность классификации – 0,41. Сверточная сеть имела минимальную конфигурацию: два слоя свертки с размером ядра 3 пикселя с последующими подборочными слоями размером области 2 пикселя. Точность классификации при такой архитектуре после 40 итераций обучения составила 0,54, что подтверждает удачность выбора сверточной нейронной сети в качестве классификатора.

Для обеспечения возможности находить интересующий объект в разных положениях на изображениях переменного размера используется механизм скользящего окна: выделяется квадратная область изображения, уменьшается до размера 32×32 и подается на вход нейронной сети. Для обеспечения инвариантности к масштабу объекта применяется набор окон разной ширины с разницей в 8 пикселей. Чтобы классификатор не срабатывал на тех областях, где нет объектов из обучающей выборки, было решено установить пороговое значение вероятности принадлежности к классу. Предполагается, что при отсутствии объекта локальные признаки не сработают, и вероятности всех классов будут примерно одинаковы. При использовании механизма скользящего окна возникает проблема с тем, что один объект может быть классифицирован несколькими окнами, и ее решение заключалось в том, чтобы использовать то окно, для которого вероятность принадлежности к классу максимальна среди пересекающихся окон (имеющих площадь области пересечения больше 50% от площади минимального из сработавших окон). Иллюстрация работы подхода представлена на рисунке, а.



а б

Рисунок. Иллюстрация работы реализованного подхода (а) и результат удачной классификации (б)

Был проведен эксперимент по определению порога вероятности классификации, для чего разработанный подход применялся к 50 снимкам, полученным с камер, работающих в дикой природе. В результате наилучшая точность распознавания была достигнута при пороге равном 0,4: правильно выделены и классифицированы особи на 6 изображениях. Это доказывает работоспособность предложенного подхода. Один из результатов представлен на рисунке, б.

В рамках проведенного исследования были рассмотрены подходы к распознаванию объектов различных категорий и животных, в частности, предложен подход для обнаружения и классификации интересующего объекта в различных положениях и масштабе на изображении, проведен сравнительный анализ классификаторов на основе нейронных сетей. В результате получена работоспособная система для распознавания животных на изображении. Дальнейшее развитие подхода может состоять в исследовании задачи распознавания животных в видеоряде, формирования репрезентативного набора изображений дикой природы, разработке подхода к обнаружению животных в различных частях изображения, полностью основанного на нейронных сетях [4].

Литература

1. Russakovsky O., Deng J., Hao S., Krause J. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge // International Journal of Computer Vision. – 2015. – V. 115. – № 3. – P. 211–252.
2. Felzenszwalb P., GirshickR., McAllester D., Ramanan D. Object Detection with Discriminatively Trained Part Based Models // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2010. – V. 32. – № 9. – P. 1627–1645.
3. Тропченко А.Ю., Тропченко А.А. Методы вторичной обработки и распознавания изображений. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 163 с.
4. Krizhevsky A. Learning multiple layers of features from tiny images [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=424CA9C6E61E45955D9E9C8EE732D27E?doi=10.1.1.222.9220&rep=rep1&type=pdf, своб.

Озолиньш Мария Петерисовна
Год рождения: 1993
Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере,
группа № К3442
Направление подготовки: 45.03.04 – Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере
e-mail: Marijaozolinsh@gmail.com

УДК 004.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-РЕСУРСА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОТОГРАФОВ С КЛИЕНТАМИ

М.П. Озолиньш
Научный руководитель – к.п.н., доцент О.Ю. Валитова

Организация взаимодействия людей, оказывающих услуги, с клиентами является важной частью любого процесса оказания услуги. Важность взаимодействия усиливается в случае, если согласование услуги ведется дистанционно. При взаимодействии фотографов с клиентами актуальность грамотной организации

взаимодействия усиливается, так как зачастую не только предварительные договоренности, но и предоставление результатов услуги осуществляется дистанционно.

В социологическом опросе, проведенном в настоящей работе, приняло участие 26 респондентов (14 фотографов и 12 клиентов). Он показал, что взаимодействие фотографов с клиентами осуществляется с использованием информационных систем и технологий. При этом используются, как правило, не специально созданные программные средства, а обычные органайзеры, облачные хранилища и социальные сети. Это не позволяет эффективно организовать их взаимодействие.

В качестве решения этой проблемы предлагалось спроектировать информационную систему, направленную на организацию взаимодействия фотографов с клиентами, обладающую функционалом систем управления задачами.

По итогам сравнения программ, используемых в настоящее время фотографами, были выявлены наиболее часто встречающиеся недостатки, а именно, отсутствие: возможности контролировать выполнение заказа клиентом; напоминаний о сроках выполнения этапов работ и их содержании; системы сбора и обработки статистики; системы денежных транзакций и их учета. Решением, позволяющим устранить эти недостатки, было выбрано создание комплексной системы, обладающей элементами интеллектуализации и рекомендательного функционала.

Ролями пользователя в системы были определены:

– фотограф;
– клиент;
– администратор;
– незарегистрированный пользователь.

Для того чтобы определить функционал системы, были смоделированы и описаны бизнес-процессы для организации взаимодействия фотографов с клиентами со стороны фотографа и со стороны клиента. Это позволило определить функционал системы для каждой роли. Функционал каждой роли представлен на рисунке.

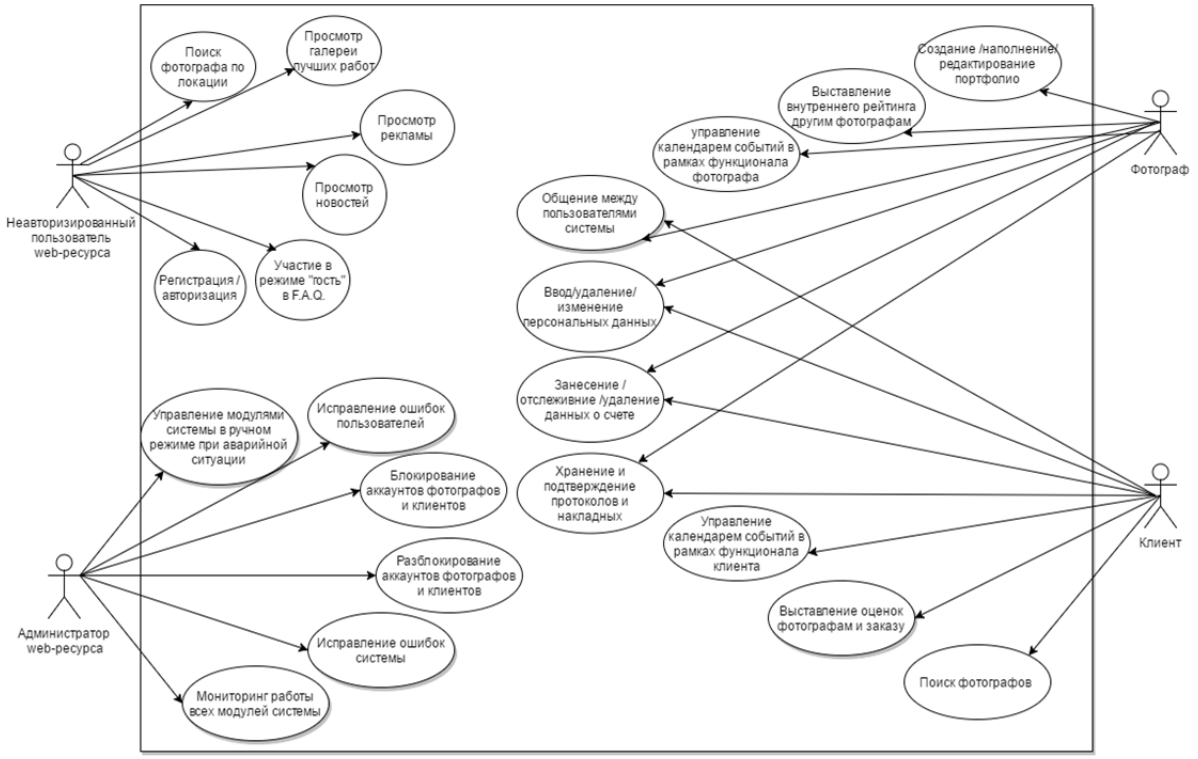


Рисунок. Диаграмма вариантов использования системы

Основным модулем системы является «Календарь событий». В нем заложен функционал сразу нескольких систем, а именно:
- органайзер (планировщик) работ фотографа системой;
- экспорт данных с компьютера фотографа и своевременная отправка их клиенту системой;
- выполнение и отслеживание денежных транзакций и блокирование аккаунтов, управляемые системой;
- отправка системой оповещений клиенту и фотографу о стадии работ;
- сбор и формирование статистики системой.

Одним из важных модулей системы является «Поиск фотографа». Для этого модуля был разработан алгоритм рекомендации фотографа, включающий в себя:
- поиск фотографа системой по рейтингу фотографий;
- поиск фотографа системой по личностным параметрам клиента (6 различных параметров);
- поиск фотографа системой с частичным участием клиента (на основании выбора клиентом наиболее интересующих его параметров, из предложенных системой десяти, и их ранжирования).

В заключение следует отметить, что полученные результаты позволяют утверждать, что предложенное решение решает проблему дистанционного взаимодействия фотографов с клиентами за счет автоматизированного планирования и отслеживания всех этапов работ, начиная от поиска фотографа до оплаты заказа и его получения клиентом.

Пригодич Николай Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3411
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: 1lampard@mail.ru

УДК 004.056.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ МОШЕННИЧЕСТВА В БРАУЗЕРНЫХ ОНЛАЙН UNITY-3D ИГРАХ

Н.С. Пригодич
Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.А. Маркина

В настоящее время не существует методов, позволяющих полностью защитить браузерную Unity-3D игру от взлома.

Целью работы являлось увеличение уровня защиты браузерной Unity-3D игры.

Задачи исследования:
1. анализ способов мошенничества, которые применяются в компьютерных играх;
2. анализ существующих методов защиты, выявление достоинств и недостатков;
3. разработка новых методов защиты, их описание и проверка работоспособности.

Индустрия видеоигр значительно выросла за последнее десятилетие. Все больше и больше игр теперь обеспечивают режим онлайн для игры против других игроков. Это дает большие возможности для соревновательных игр, которые приобрели огромную популярность в последние несколько лет. Киберспорт в настоящее время признается в

качестве профессионального спорта в США [1]. С увеличением количества игроков, играющих на соревновательной основе, денег, участвующих в турнирах, и каждый год увеличивающихся призов, видеоигры являются теперь привлекательной мишенью для игроков, которые пытаются использовать читы.

Чит – это программа или оборудование, созданная с целью мошенничества для получения неоспоримого преимущества над другими игроками [2].

Мотивацией создания и использования читов является получение прибыли. Разработчики читов либо разрабатывают свои собственные читы для своих нужд или предоставляют их любому игроку, кто может заплатить за доступ без каких-либо знаний об их разработке. Несколько специализированных сайтов предназначены для обеспечения своего собственного программного обеспечения мошенничества. Цена такого программного обеспечения варьируется в зависимости от возможностей, предоставляемых этими читами и их защиты от обнаружений. Некоторые из них предназначены для использования в турнирах и лигах. Известны случаи профессиональных игроков, использующих читы [3].

Обман часто не воспринимают всерьез разработчики игр, хотя он имеет огромное негативное влияние на игру. Большинство игр слепо полагается на сторонние решения защиты, которых часто недостаточно, чтобы остановить мошенничество, которое становится все более изощренным. Также как антивирусные компании, античит постоянно обходили, и новые методы обнаружения должны быть разработаны для того, чтобы обнаружить последние читы.

В ходе выполнения работы были сделаны следующие выводы:

1. существует не так много способов защитить игру от взлома. Будучи установленной на пользовательское устройство, она фактически раскрывает все текстуры, модели и исходный код. Если кто-то захочет декомпилировать игру и украсть ресурсы – это лишь вопрос времени. Невзирая на это, существуют действенные методы, которые позволят серьезно усложнить жизнь злоумышленникам;
2. разработанные методы позволяют усложнить разработку читов, а также обнаружить или сделать практически неработоспособными все возможные механизмы их работы.

Проблему читерства в онлайн-играх не решить только лишь улучшением клиент-серверного взаимодействия. Она комплексная, и бороться с ней тоже нужно комплексными мерами. Как следствие, большинство игр имеют дополнительные специализированные программные средства для защиты от читов (античиты), и от них есть ощутимый толк. Благодаря таким системам читеры портят игровой опыт других игроков в куда меньших масштабах, чем могли бы [4].

Литература

1. Makuch E. US government recognizes League of Legends players as pro athletes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gamespot.com/articles/us-government-recognizes-league-of-legends-players-as-pro- athletes/1100-6411377/, своб.
2. Рассел Д., Кон Р. Читерство в сетевых играх. – М.: Bookvika Publishing, 2012. – 160 с.
3. Grayson N. Top Counter-Strike Players Caught In Big Cheating Scandal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kotaku.com/top-counter-strike-players-caught-in-big-cheating-scand-1662810816, своб.
4. Mail.Ru Group. Проблема читов в онлайн-играх [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/company/mailru/blog/268259/, своб.

Родименкова Ксения Юрьевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3424
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: csunia@mail.ru

УДК 656.022.88

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА И ИХ ОЦЕНКА

К.Ю. Родименкова
Научный руководитель – ст. преподаватель Е.И. Алексашкина

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в современных условиях развития мировой экономики происходит усиление значимости грузовых перевозок для обеспечения бесперебойного функционирования торговли товарами, а также снабжения современных систем производства и распределения. Сфера эффективной организации грузовых перевозок является одной из наиболее динамично развивающихся в мировой системе, чья значимость растет по мере роста конкуренции, а следовательно, необходимо разумно расходовать имеющиеся ресурсы [1–3].

Целью работы являлась разработка и обоснование рекомендаций, направленных на повышение эффективности организации грузоперевозок на примере компании ООО «ЭКОТЭП».

Объект исследования – грузоперевозки. Предметом исследования являлась эффективность организации грузовых перевозок в анализируемой компании. База исследования – научно-производственная фирма ООО «ЭКОТЭП».

В первой главе были рассмотрены теоретические основы организации грузовых перевозок. Транспортная система любой страны обеспечивает все необходимые перевозки для функционирования экономики и жизнедеятельности общества. Перевозка грузов – это ответственный и трудоемкий процесс, который требует опыта и знаний специфики работы транспортных агентств, особенностей и проблемных моментов, которые возникают при приобретении билетов на перевозку и оформлении необходимой товарно-транспортной документации, декларировании международных перевозок на таможне.

Перевозки внутри страны и международные перевозки регулируются основными нормативными документами и тарифами. Существует список документов по оформлению грузоперевозок, в которых прописаны все пункты заказа: договор транспортировки груза; товарно-транспортная накладная; путевой лист.

Во второй главе были рассмотрены методы анализа основных грузовых потоков и эффективность деятельности грузового транспорта. Анализ грузопотоков тесно связан с тенденциями рынка транспортных услуг, с изучением товарных, транспортных и информационных потоков.

Методы анализа экономических показателей деятельности предприятия заключаются в анализе финансовой устойчивости. Финансовая устойчивость считается одним из самых важных показателей стабильности организации. В работе были рассмотрены такие коэффициенты: коэффициент автономии (финансовой независимости); коэффициент финансовой зависимости; коэффициент соотношения заемных и собственных средств; коэффициент

оборачиваемости текущих активов; коэффициент маневренности собственных оборотных средств; коэффициент обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования; коэффициент обеспеченности запасов собственными источниками; коэффициент финансовой устойчивости. После проведения анализа сделан общий вывод о степени финансовой устойчивости предприятия и причинах ее изменения.

Показатели эффективности перевозки грузов определяются характеристиками используемых транспортных средств, от которых зависит производительность труда, себестоимость перевозок, размер прибыли и уровень рентабельности работы транспортного предприятия. В работе были рассмотрены такие показатели: время грузоперевозки, продолжительность одной поездки автомобиля, время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, время погрузки и разгрузки, время пребывания автомобиля в наряде, определение среднего класса перевозимых грузов. В данной работе не представилось возможным рассчитать данные показатели, по причине отсутствия на данном этапе развития собственного транспорта у рассматриваемой компании ООО «ЭКОТЭП».

В третьей главе была проведена оценка и анализ эффективности грузовых перевозок на примере предприятия ООО «ЭКОТЭП». Санкт-Петербургская фирма «ЭКОТЭП» занимается изготовлением различных модификаций технологического оборудования для градирен. Для начала автор провела анализ финансовой устойчивости, рассчитала коэффициенты, которые разобраны во второй главе. По результатам анализа сделан вывод о том, что предприятие финансово стабильно и имеет большую долю собственных источников финансирования.

Также в работе был проведен анализ поставщика транспортных услуг «ТрансДизельГруп», с которым сотрудничает «ЭКОТЭП». Был использован метод сравнения стоимости услуг на перевозку груза на основные направления. И метод сравнения рейтинга поставщика. И в том и другом случае преимущество осталось у «ТрансДизельГруп».

Далее была проведена оценка транспортных компаний методом сравнения цен на оказание транспортных услуг. Предприятие «ЭКОТЭП» сотрудничает с компанией «ТрансДизельГруп», для сравнения были взяты такие транспортные компании: «Деловые линии», «ДА-ТРАНС», «Твое авто». После сравнения цен стало понятно, что у «ТрансДизельГруп» самые оптимальные предложения по перевозкам, по сравнению с другими компаниями. Затем был произведен расчет рейтинга поставщиков. Были выбраны следующие критерии для оценки: надежность поставки, цена, ассортимент, условия оплаты, возможность внеплановых поставок, качество обслуживания. Проанализировав расчет рейтинга, преимущество осталось также за «ТрансДизельГруп». Исходя из этого, можно сделать вывод, что у компании «ЭКОТЭП» нет необходимости в смене перевозчика.

Изучив полностью деятельность компании ООО «ЭКОТЭП» и ознакомившись с ее полем деятельности, были сформулированы несколько предложений по улучшению эффективности транспортно-экспедиционного обслуживания перевозок на предприятии. Во-первых, для того чтобы поддерживать эффективность грузовых перевозок необходимо проводить оценку рейтинга поставщика каждый квартал. Данная процедура поможет отслеживать качество работы поставщика, его надежность. В случае если рейтинг поставщика окажется низким, то оптимальным решением для компании будет смена перевозчика, у которого предоставление услуг будет на высшем уровне. Проведение данного анализа поможет предприятию избежать срывов в выполнении заказов и лишних финансовых затрат.

Во-вторых, так как финансовое состояние компании «ЭКОТЭП» стабильно, то можно предложить им открытие собственного логистического отдела. Это позволит предприятию минимизировать расходы на доставку груза. Также компания может предоставлять свои транспортные услуги другим предприятиям, и тем самым увеличить доход.

Литература

1. Беляев В.М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МАДИ, 2014. – 205 с.
2. Гиляровская Л.Т., Вехорева А.А. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческого предприятия. – СПб.: Питер, 2012. – 230 с.
3. Официальный сайт ООО «ЭКОТЭП» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ekotep.ru, своб.

Саблин Рамиль Зуфарович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерных технологий, кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: ashen9696@gmail.com

УДК 004.931

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

Р.З. Саблин
Научный руководитель – к.т.н., ассистент П.В. Балакшин

Непрекращающийся рост цифровой текстовой информации ставит перед обществом такие задачи как организации, автоматического упорядочивания, фильтрации, информационного поиска текстовых документов. Одним из инструментов решения подобных задач являются алгоритмы классификации текста, среди которых можно выделить системы, основанные на применении нейронных сетей. Однако многообразие моделей нейросетей и способов организации компонентов системы классификации текста, в целом, в виду отсутствия стандартизированного подхода, осложняет работу исследователя и проектировщика. Несмотря на большое число научных работ, большинство из них не обладают необходимой полнотой, позволяющей сделать выводов об эффективности системы распознавания в целом, так как игнорируют отдельные ее компоненты. Также с практической стороны использования классифицирующих систем можно отметить дефицит универсальных решений, способных осуществлять автоматическую конфигурацию в зависимости от представленной задачи, что ставит перед необходимостью проектировать систему под каждую задачу индивидуально.

В связи с вышеупомянутыми проблемами **целью работы** являлся анализ различных подходов к организации системы классификации текста на каждом из этапов (обработка исходного текста, создание векторного представления, классификация) и создание модели программно-конфигурируемой классификационной системы (для русскоязычных текстов).

Первым рассматриваемым этапом классификации текста является предобработка. Среди методов предобработки рассматривается: удаление чисел, приведение к одному регистру, исключение шумовых слов, стемминг. Основными критериями оценки являются влияние на число уникальных слов и суммарное число слов (табл. 1). Исследование эффективности проводилось на коллекции русскоязычной классической литературы объемом в 1183704 слов. В качестве шумовых слов использовались 30 наиболее часто употребляемых слов по списку частотности национального корпуса русского языка [1].

Таблица 1. Влияние предобработки (русскоязычный текст)

	Уникальных слов			Всего слов		
	Число	Δ	T	Число	Δ	T
Без обработки	208290			1183704		
Удаление чисел	205822	1%	1%	1174820	1%	1%
Игнорирование регистра	183181	11%	12%	1174820	0%	1%
Исключение шумовых слов (30)	183151	>0,01%	12%	982067	16%	17%
Стемминг (Портера)	80586	56%	61%	982067	0%	17%

Следующим после предобработки текста этапом является создание векторного представления. Критериями оценки являются сохранения порядка слов и размер как словаря, так и векторного представления (табл. 2).

Следующим рассматриваемым этапом является классификация текста. Критериями оценки классификатора, в данном случае нейронной сети, выбрана возможность принимать на вход вектор переменной длины, а также точность классификации (табл. 3).

Таблица 2. Характеристики различных методов кодирования исходного текста

	Учитывается порядок слов	Размер вектора	Размер словаря
Унитарный	Да	$N \cdot K$	N
Bag-of-Words	Нет	N	N
Bag-of-2-grams	Да	N^2	N^2
Bag-of-3-grams	Да	N^3	N^3
Bag-of-4-grams	Да	N^4	N^4

Таблица 3. Характеристики различных моделей нейронных сетей

	Фиксированный размер окна	Acc (5 классов)	Acc (2 класса)
NBoW	Да	42,4%	80,5%
CNN (нестатичная) [2]	Нет	48,0%	87,2%
MV-RNN [3]	Нет	44,4%	82,9%
LSTM [4]	Нет	46,6%	86,6%
DCNN [5]	Нет	48,5%	86,8%

Наибольшую точность классификации, а также соответствие критерию нефиксированного размера окна продемонстрировали сверточные сети, что, учитывая относительную простоту модели, делает их наиболее пригодными для использования в системах классификации текста.

Важным параметром при проектировании сверточной нейронной сети являются конфигурация фильтров. Согласно экспериментальным данным [5] наибольшую

точность показывает конфигурация с использованием одного слоя с фильтрами размерности три слова.

Исходя из проведенных исследований, в состав проектируемой модели решено включить:

1. модуль токенизации;
2. модуль предобработки (включающий приведение к одному регистру, замену чисел на условное обозначение, удаление шумовых слов, стемминг по алгоритму Портера);
3. словарь, формируемый на основе обучающей выборки;
4. модуль формирования векторного представления текста (унитарный код);
5. сверточная сеть следующей конфигурации:
   – один слой фильтров размерностью 3;
   – число фильтров равно размеру словаря (N);
   – шаг длиной 1 (позволяет рассмотреть все N-граммы в тексте);
   – объединяющий слой по максимальному значению;
   – полносвязный слой с числом нейронов, равным числу классов.

После инициализации система работает как конвейер данных, осуществляющий преобразование текста, создание векторного представления и выдачу результата классификации.

Опираясь на произведенные исследования можно сделать следующие заключения:

1. все рассмотренные методы показали свою эффективность, за исключением метода предобработки чисел;
2. среди существующих методов создания векторного представления, каждый имеет свои сильные стороны: BoW отличается простотой и легковесностью, N-граммы – точностью и эффективностью при небольшом объеме словаря и классифицируемых текстов, унитарный – гибкостью и точностью;
3. одними из самых точных моделей нейросетей является сверточные сети, что, учитывая относительную простоту модели, делает их наиболее подходящими для классификации текста;
4. разработанная модель системы в дальнейшем будет реализована и может быть использована для классификации текстов с минимальным конфигурированием – для функционирования системы необходимо предоставить лишь обучающую выборку и приемлемый процент ошибки при обучении. Также возможна дальнейшая доработка модели – замена полносвязного слоя на более эффективный классификатор, однако, необходимы дальнейшие исследования эффективности подобной модификации.

Литература

1. Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). – Азбуковник, 2009. – 1112 с.
2. Kalchbrenner N., Grefenstette E., Blunsom P. A Convolutional Neural Network for Modelling Sentences [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arxiv.org/pdf/1404.2188v1.pdf, своб.
3. Socher R., Huval B., Manning C.D., Ng A.Y. Semantic Compositionality through Recursive Matrix-Vector Spaces [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nlp.stanford.edu/pubs/SocherHuvalManningNg_EMNLP2012.pdf, своб.
4. Yoon Kim. Convolutional Neural Networks for Sentence Classification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aclweb.org/anthology/D14-1181, своб.
5. Hochreiter S., Schmildhuber J. Long Short-Term Memory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://deeplearning.cs.cmu.edu/pdfs/Hochreiter97_lstm.pdf, своб.

Савин Алексей Анатольевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: leshasavin@gmail.com

УДК 004.023

ВЛИЯНИЕ МНОГОПОТОЧНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ОБХОДА ГРАФА

А.А. Савин
Научный руководитель – тьютор А.В. Гаврилов

В последнее время стала наблюдаться тенденция к замедлению роста производительности отдельных процессоров. Компании-производители добиваются прироста другими способами: они делают процессоры многоядерными. На таких ЭВМ разбиение выполнения программы на несколько потоков может заметно уменьшить время ее выполнения. В данной работе было исследовано, каким образом параллелизация программы влияет на эффективность алгоритмов решения задачи коммивояжера [1–5].

Целью работы являлось повышение эффективности эвристических алгоритмов решения задачи коммивояжера путем распараллеливания потоков. Критериями эффективности алгоритмов решения задачи коммивояжера являются длина найденного пути, а также время выполнения алгоритма (эти параметры стремятся минимизировать).

Задачи, решаемые в данной работе: исследование влияния параллелизации на скорость работы алгоритмов, реализация параллельных версий алгоритмов Литтла и муравьиной колонии, разработка комбинированного алгоритма, тестирование полученных алгоритмов, анализ результатов.

Задача коммивояжера является одной из знаменитых задач комбинаторики. Постановка задачи следующая: коммивояжер должен выйти из первого города, посетить все города ровно по одному разу и вернуться в исходный город. Требуется узнать порядок, в котором следует обходить города, чтобы путь был наиболее выгодным. В качестве меры выгодности пути могут служить длина маршрута, суммарное время, проведенное в пути, суммарная стоимость дороги. Для этих критериев соответственно указываются матрицы расстояний, времени, стоимости. Простота формулирования задачи, конечное множество допустимых решений, но, в свою очередь, колоссальные затраты на полный перебор до сих пор подталкивают математиков на изобретение новых численных методов. Фактически, многие новые идеи тестируются на этой задаче. Важнейшим применением задачи служит определение оптимальных маршрутов:

– обслуживания территориально распределенных рассредоточенных технических объектов в газовой и нефтяной промышленности;
– облета экспедиций и сброса соответствующих грузов;
– обслуживания технических объектов военного назначения;
– поражения боевыми блоками точечных целей вероятных противников.

Также еще одной важной разновидностью задачи коммивояжера является задача о сверлильном станке. Сверлильный станок изготавливает листы с металлическими отверстиями, координаты которых известны. Необходимо найти кратчайший путь через все отверстия, чтобы достичь минимального времени, требуемого на производство

одной детали. Еще одно важное применение задачи коммивояжера: определить порядок производства деталей на станке, чтобы суммарное время переналадки оборудования на изготовление другого типа детали было минимальным.

В данной работе реализован собственный комбинированный алгоритм, позволяющий решать задачу алгоритмом Литтла и алгоритмом муравьиной колонии одновременно. Также в этот комбинированный алгоритм могут быть добавлены любые другие реализации алгоритмов, поддерживающие данный интерфейс. Комбинированный алгоритм параллельно запускает алгоритм Литтла и алгоритм муравьиной колонии, в ходе работы они обмениваются сообщениями, содержащими информацию о том, что найден лучший результат, сам найденный путь и его длина. Комбинированный алгоритм заканчивает свою работу при завершении обоих алгоритмов: Литтла и муравьиной колонии.

Для выявления зависимости проведена серия экспериментов с количеством городов 100, 300 и 500. Для каждого количества городов произведено два типа экспериментов: с данными, имеющими большой разброс по расстоянию между городами, и с данными, имеющими маленький разброс. В первом случае матрица заполнена случайными числами от 1 до 100 включительно. Во втором случае расстояния имеют значения от 40 до 60 включительно. В результате рассмотрено 6 случаев, в каждом из которых исследуется зависимость скорости нахождения решения и его эффективности в зависимости от количества потоков. Для этого последовательно запускаются реализации с разным числом потоков (от 1 до 10 включительно).

В итоге параллелизация алгоритма Литтла приводит и к уменьшению времени выполнения, и в некоторых случаях, к увеличению эффективности алгоритма (получается найти более короткое решение), что можно было наблюдать во всех 6 экспериментах. Наибольшей эффективности можно было добиться, запустив алгоритм Литтла в 3–4 потока. Параллелизация алгоритма муравьиной колонии также дала положительные результаты по времени выполнения алгоритма. В данном исследовании получено, что запуск программы в 2 потока вместо одного позволял получать тот же результат в 1,6 раз быстрее, а запуск программы в 4 потока вместо одного позволял получать результат в 2 раза быстрее. Разработка комбинированного алгоритма дала положительные результаты в 3 экспериментах из 6. В этих 3 экспериментах результаты работы комбинированного алгоритма объясняются положительным взаимным влиянием работы алгоритма Литтла и алгоритма муравьиной колонии друг на друга. Находя лучший результат, алгоритм муравьиной колонии позволяет уменьшить значение целевой функции для алгоритма Литтла, что позволяет ему отбросить большое количество ветвей из дерева решений с большим значением целевой функции. В свою очередь, алгоритм Литтла, находя лучший результат, позволяет алгоритму муравьиной колонии выбраться из локального экстремума и искать дальнейшие варианты, опираясь на этот найденный кратчайший путь. Как правило, множество других оптимальных путей находится в некоторой окрестности данного найденного пути.

Таким образом, в работе было проведено исследование влияния параллелизации на скорость работы алгоритмов. Также удалось достичь цели работы: была повышена эффективность алгоритмов Литтла и алгоритма муравьиной колонии путем реализации их параллельных версий, а также за счет их совместной работы в реализованном комбинированном алгоритме.

Литература

1. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. – 2-е изд. – М.: Техносфера, 2012. – 400 с.

2. Paschos V., Monnot J., Toulouse S. The travelling salesman problem and its variations // Paradigms of Combinatorial Optimization. – 2014. – P. 173–214.
3. Гладков Л.А., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Генетические алгоритмы. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
4. Кажаров А.А., Курейчик В.М. Муравьиные алгоритмы для решения транспортных задач // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2010. – № 1. – С. 32–45.
5. Abdoun O., Abouchakaba J, Tajani C. Analyzing the Performance of Mutation Operators to Solve the Travelling Salesman Problem // CoRR. – 2012. – V. abs/1203.3099. – P. 66–77.

Сарайкина Алена Игоревна
Год рождения: 1995
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3446
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: saraykina.alena@gmail.com

УДК 332.1

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

А.И. Сарайкина
Научный руководитель – ассистент А.А. Вендик

Актуальность темы работы обусловлена влиянием социально-экономического развития Приволжского федерального округа (ПФО) на развитие России [1–3]. По данным Федеральной службы государственной статистики на территории ПФО проживает 20% населения России, доля в ВВП России составляет более 15%. В ПФО сосредоточено 25% всего промышленного производства России, что является наивысшим показателем среди остальных округов России [4]. Стоит отметить, что, несмотря на относительно небольшую территорию округа (6,1% от территории России), ПФО обладает человеческими и производственными ресурсами, которые имеют огромный промышленный потенциал и играют очень важную роль в развитии экономики России. Исходя из этого, данное обстоятельство требует поиска перспективных путей социального и экономического развития ПФО, что окажет непосредственное влияние на развитие экономики страны в целом. Изучением данных вопросов регионального развития занимались отечественные и зарубежные авторы. Среди отечественных можно выделить положения работ Н.Н. Колосовского, В.И. Вернадского, А.Г. Граденберга и других авторов, среди зарубежных – Й.Г. Тюнена, В. Лаунхардта, Ф. Перру и других. Советская школа ориентирована на обобщение практической деятельности и решении конкретных задач, поставленных практикой, а западные теории базируются на рациональном поведении домашних хозяйств.

Для определения перспективных путей развития ПФО была проведена комплексная оценка социально-экономического развития региона, с помощью методики оценки развития региона, предложенная Минэкономразвития Российской Федерации (РФ). Данная методика характеризуется хорошей логической базой, соответствием используемых показателей статистическим возможностям, способностью определения наиболее значимого показателя среди остальных индикаторов. С помощью указанного метода проведен анализ состояния бюджетной

системы региона, анализ ситуации в реальном секторе экономики ПФО, анализ доходов и занятости населения, инвестиционной привлекательности региона. В результате полученного анализа были выделены слабые и сильные стороны округа, что легло в основу формирования перспективных путей развития ПФО. По итогам проведения комплексной методики Минэкономразвития РФ ПФО занимает 4 место (4,2 баллов) после ЦФО (2,2 баллов), УФО (3,6 баллов), СЗФО (3,8 баллов), имея значение выше среднероссийского (4,5 баллов) в 2014 году. Округ имеет колоссальный производственный потенциал: автомобилестроение ПФО имеет 85% автопрома РФ, 65% от авиастроения России, 30% судостроения России, 30% ОПК России, предприятия черной и цветной металлургии, более 75% отечественной нефтепереработки, 40% нефтехимии России, богатые природные ресурсы – недра ПФО содержит 8% национального богатства России, из этого 75% отводится на углеводородное сырье, на соли – 5% и подземные воды – 3% [4]. Запасы нефти округа составляют 13% от общероссийских, в регионе добывается более 90% калийных солей России. ПФО характеризуется развитым агропромышленным комплексом, чем является доказательство занимаемых позиций региона. Например, округ занимает второе место в РФ по сбору зерна, третье место по сбору сахарной свеклы. Среди конкурентных преимуществ ПФО можно выделить развитую научно-техническую базу. Регионами-лидерами в ПФО являются Республика Татарстан, Башкортостан, Самарская, Нижегородская область, Пермский край по высокому уровню развития. К регионам, которые характеризуются низким уровнем развития, относятся Республика Марий Эл, Ульяновская область, Удмуртская Республика.

Неравномерность экономического пространства ПФО может быть решена за счет повышения уровня развития отсталых регионов до среднерегионально значения. Главной перспективой развития ПФО является не создание нового производства, а техническое перевооружение мощностей, особенно машиностроения, поскольку это окажет влияние на развитие других отраслей. Развитие данных перспектив окажет непосредственное влияние на валовый региональный продукт (ВРП) региона, поскольку он характеризует процесс производства региона. На основе производственной функции построен прогноз ВРП Приволжского федерального округа. В качестве переменных выступает стоимость основных фондов отраслей экономики региона и среднегодовая численность занятых в экономике региона. Проведены следующие проверки на значимость и адекватность производственной функции: расчет коэффициента детерминации, значения F-статистики, суммы квадратов остатков, средней ошибки аппроксимации, ранговой корреляции Спирмена, тест Дарбина Уотсона для обнаружения автокорреляции. При анализе прогнозного значения отмечено, что средний прирост ВРП с 2015 года по 2020 год составит в 2,5%. Достижение полученных значений реально при условии, если округ будет использовать свои конкурентные преимущества в социально-экономическом развитии.

Литература

1. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 495 с.
2. Кистанов В.В., Копылов Н.В. Региональная экономика России: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 584 с.
3. Коваленко Е.Г. Региональная экономика и управление: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2005. – 288 с.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: Статистический сборник / Ред. колл.: Г.К. Оксенойт, Н.С. Бугакова и др. – М.: Росстат, 2015. – 1266 с.

Тараканов Денис Сергеевич
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: NL40.000@mail.ru

УДК 004.42

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМИТИВОВ СИНХРОНИЗАЦИИ В МНОГОПОТОЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Д.С. Тараканов
Научный руководитель – к.т.н., доцент М.С. Косяков

Современные операционные системы предоставляют механизм многопоточности, для реализации которого в Linux применяется модель под названием «легковесные процессы». Их особенность состоит в том, что такие потоки могут совместно использовать общие ресурсы, но при этом за их планирование отвечает ядро операционной системы (ОС) [1].

При использовании многопоточности возникает необходимость решения задачи взаимного исключения при доступе потоков к некоторым общим ресурсам. Для этого применяются различные механизмы взаимного исключения.

Цель исследования – повышение производительности многопоточных приложений, использующих примитивы синхронизации.

Для достижения цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

1. провести обзор реализации многопоточности в ОС Linux, наиболее часто используемых примитивов синхронизации;
2. разработать набор показателей производительности, на основе которого можно оценивать наиболее проблемные места в приложениях с точки зрения синхронизации потоков;
3. подготовить динамическую библиотеку, в состав которой войдут различные реализации примитивов синхронизации;
4. разработать тестовые многопоточные программы, использующие написанную библиотеку, для проверки возможностей полученного набора показателей производительности;
5. проанализировать полученные результаты тестов.

В работе были рассмотрены и реализованы следующие примитивы синхронизации.

Для реализации мьютекса в ОС Linux используется механизм futex'a. Его захват разделяется на быструю часть, реализуемую с помощью ассемблерной инструкции cmpxchg и медленную, в ходе которой используется системный вызов futex, переводящий поток в состояние сна [2].

Спинлок – это примитив синхронизации, который использует ожидание в холостом цикле, пока ему не позволят войти в критическую секцию. Также были реализованы две его разновидности – билетный спинлок, который имеет внутреннюю очередь в пользовательском пространстве [3], и MCS-спинлок, в котором каждый поток имеет свою переменную для ожидания в холостом цикле [4].

Адаптивный мьютекс представляет собой гибридное решение – при попытке захвата он работает как спинлок, но если в течение некоторого количества итераций холостого цикла его не удалось захватить – используется системный вызов futex.

Были выбраны два основных показателя – это время выполнения приложения и распределение по потокам количества входов в критическую секцию. Также введены дополнительные внутренние показатели, которые могут позволить оценить влияние примитива, например, среднее время выполнения в критической секции и пр.

Названные ранее реализации примитивов синхронизации и средства для сбора информации по выбранным показателям были реализованы в динамической библиотеке, также было разработано тестовое приложение, позволяющее оценивать ситуации с различным количеством потоков и разными выполняемыми задачами в критической секции и перед повторной попыткой ее захвата.

Для тестов использовался ноутбук с ОС Ubuntu 16.0.4 Server (ядро Linux версии 4.4). В нем установлен четырехъядерный процессор Intel Core i7 (с поддержкой Hyper-threading) и 4 ГБ оперативной памяти.

В качестве выполняемой задачи было выбрано вычисление факториала в цикле. С целью уменьшения влияния внешних факторов проводилось 5 выполнений для каждого набора аргументов. Тестирование проводилось для 2, 4, 8 и 16 потоков.

На основе проведенного анализа результатов тестирования были получены следующие выводы.

Использование мьютекса при большой интенсивности входящих потоков может приводить к использованию «быстрого» пути захвата, несмотря на то, что в очереди в пространстве ядра уже находятся другие потоки, ожидающие освобождения мьютекса. Также это возможно, если поток после выхода из критической секции снова пытается захватить мьютекс.

Отдельно стоит отметить применение мьютекса, когда время нахождения потока внутри критической секции превышает время, через которое поток снова попытается захватить мьютекс. В этих случаях может наблюдаться серьезное падение производительности, связанное с ошибками предсказателя ветвлений процессора.

В то же время мьютекс показывает себя лучше других примитивов синхронизации, когда в приложении используется количество потоков большее, чем может одновременно выполняться на процессоре.

Адаптивный мьютекс может использоваться в пограничных ситуациях, когда нельзя сделать однозначный выбор между спинлоком и обычным мьютексом. Тем не менее, в данном тесте не удалось выявить каких-либо его однозначных преимуществ.

Различные реализации спинлоков в целом показывают себя одинаково неплохо в различных ситуациях. Стоит отметить, что использование обычного спинлока может приводить к «голоданию» потоков. В приложениях, где это нежелательно, следует воспользоваться спинлоками с внутренней очередью, такими как «билетный» спинлок или MCS-спинлок. В то же время последние указанные реализации примитивов синхронизации могут крайне отрицательно влиять на производительность приложения, если возможна ситуация, когда следующий в очереди поток может оказаться «спящим».

В данном тесте не удалось проверить преимущества, которые может давать локальная переменная для проверки в холостом цикле, используемая в MCS-спинлоке. Это объясняется тем, что современные многоядерные процессоры используют общий кэш, а данная оптимизация рассчитана в первую очередь на многопроцессорные системы с раздельным кэшем.

Многие из выбранных показателей производительности оказались полезны для анализа использования примитивов синхронизации. В то же время такие показатели как «загрузка» или «средняя очередь» не нашли должного применения в данном анализе.

Дальнейшее развитие темы может быть связано с расширением возможностей динамической библиотеки, уменьшением накладных расходов, проведением тестирования с помощью более сложных приложений.

Литература

1. Столлингс В. Операционные системы. – М.: Вильямс, 2013. – 848 с.
2. Drepper U. Futexes Are Tricky [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://people.redhat.com/drepper/futex.pdf, своб.
3. Boyd-Wickizer S., Kaashoek M.F., Morris R., Zeldovich N. Non-scalable Locks are Dangerous // Linux Symposium. – 2012. – P. 119–130.
4. Mellor-Crummey J.M., Scotty M. Algorithms for Scalable Synchronization on Shared Memory Multiprocessors [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://web.mit.edu/6.173/www/currentsemester/readings/R06-scalable-synchronization-1991.pdf, своб

Тарасов Иван Петрович
Год рождения: 1993
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3402
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: iptarasov@gmail.com

УДК 535.8

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ ЛАЗЕРНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

И.П. Тарасов
Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.А. Цыганок

Введение. С момента своего изобретения лазеры применяются в самых разнообразных направлениях науки и техники. Их используют в космической и авиационной технике для стыковки и мягкой посадки космических и летательных аппаратов; в геодезии, метрологии – например, для создания топографических карт; в системах предотвращения столкновения транспортных средств; в робототехнике; в качестве ключевого элемента устройств лазерной локации – дальномерах, высотомерах, лидарах и т.д. [1–5].

Данная работа посвящалась разработке стенда, необходимого для калибровки, исследований и испытаний активных оптико-электронных устройств на основе CO_2-лазеров, работающих в области длины волны 10,6 мкм, в частности, лазерных лидаров и дальномеров. Разрабатываемый стенд предполагается выполнить в виде двух устройств лазерного коллиматора и диагностического модуля.

Лидар от английского LIDAR (Light Identification Detection and Ranging – световое обнаружение и определение дальности). Принцип действия лидара заключается в регистрации отраженного от объекта лазерного излучения.

В работе планировалось создать расчетную модель стенда, уточнить технические характеристики и разработать элементы стенда.

Цель работы – разработать оптическую часть стенда для исследований и испытаний лазерных оптико-электронных приборов и разработать элементы стенда. При этом необходимо было решить следующие задачи:

1. произвести обзор существующих решений;
2. выполнить компьютерное моделирование разрабатываемого стенда для изучения принципов его работы;

3. определить допустимые углы падения лазерного излучения на внеосевое параболическое зеркало диагностического модуля;
4. рассчитать телескопическую систему с рабочей длиной волны 10,6 мкм;
5. разработать конструкцию и изготовить рассчитанную телескопическую систему.

На сегодняшний день задачи калибровки, юстировки, исследований и испытаний лазерных устройств решаются различными путями. В настоящей работе были рассмотрены такие решения как: стенд для энергетической калибровки и исследований приемных устройств лазерного излучения со световым диаметром до 450 мм; устройство для контроля лазерного дальномера; устройство определения угловых координат источника импульсного лазерного излучения.

Для решения второй задачи было проведено компьютерное моделирование лазерного коллиматора и диагностического модуля. Лазерный коллиматор предназначен для формирования пучков лазерного излучения с детерминированными энергетическими и пространственными характеристиками и служит для исследования приемной части лазерного лидара.

Диагностический модуль позволяет контролировать работу всего тракта лидара. Предназначен для настройки и исследования таких характеристик как: чувствительность, характеристик преобразования, порогового потока, и позволяет определять среднюю мощность и облученность пучков лазерного излучения, контролировать их диаграмму направленности и расходимость. А также для энергетической калибровки лазерного коллиматора.

Качество изображения для осевой точки, получаемого после лазерного коллиматора и диагностического модуля, оценивалось по оптической разности хода, которая для коллиматора не превышает четверть длины волны, а для диагностического модуля составляет 0,0003 длин волн.

С целью определения допустимых рабочих углов падения лазерного излучения, на внеосевое параболическое зеркало диагностического модуля было проведено компьютерное моделирование. Принимая во внимание, что используемый матричный приемник в камере Pyrocam IV имеет размер пикселя 75×75 мкм.

Проанализировав пятна рассеяния в зависимости от углов заклона падающего пучка, можно сделать следующий вывод: при больших смещениях происходит резкое снижение интенсивности и увеличение пятен рассеяния, которые превышают размер пикселя на матричном приемнике. Определен максимально допустимый угол заклона плоскости установки от плоскости параксиального изображения внеосевого параболического зеркала, и он составляет 0,27º или 8,4 мм в фокальной плоскости.

Был произведен расчет телескопической системы по схеме Галилея, которая работает на длине волны 10,6 мкм. В качестве материала для линз был выбран селенид цинка, так как он пропускает оптическое излучение с требуемой длиной волны.

Основные характеристики: длина волны излучения 10,6 мкм; угловое поле в пространстве предметов 0,4º; угловое увеличение телескопической системы 10$^{\times}$; диаметры первого и второго компонентов 20 и 50 мм; длина телескопической системы не более 190 мм. Конструктивные параметры, пересчитанные на радиусы пробных стекол, представлены в таблице.

Таблица. Конструктивные параметры телескопической системы

Радиусы, мм	Толщины, мм	Марка стекла	Диаметр, мм
–39,08	3	Селенид цинка (ZnSe)	20
103,51	178,7		20
561,01	4	Селенид цинка (ZnSe)	50
–561,01			50

Произведен аберрационный расчет каждого компонента и всей системы в целом. Аберрации рассчитанной телескопической системы оценивались по оптической разности хода, которая не превышает 0,02 длины волны для осевой точки и 0,05 длин волн для внеосевой.

После расчета оптической части была разработана конструкторская документация на изготовление телескопической системы. Телескопическая система имеет возможность перефокусировки на разные расстояния до предмета за счет вращения оправы второй линзы.

Телескопическая система была реализована на практике, на базе ОАО «Научно-исследовательского института оптико-электронного приборостроения», ее внешний вид представлен на рисунке.

Рисунок. Фотография телескопической системы

Заключение. Можно сделать следующие выводы: проведено компьютерное моделирование стенда в программных пакетах: ZEMAX, SolidWorks; определен максимально допустимый угол падения лазерного излучения на внеосевое параболическое зеркало для работы камеры Pyrocam IV, он равен ±0,27º или ±8,4 мм в фокальной плоскости; рассчитана телескопическая система, для уменьшения угла расходимости лазерного излучения, с длиной волны 10,6 мкм; разработана конструкторская документация на изготовление телескопической системы; реализована на практике телескопическая система. В дальнейшем планируется: разработка компонентов для юстировки внеосевого параболического зеркала; проведение расчетов для юстированного лазера с диной волны 0,660 мкм; использование разрабатываемых компонентов в работу стенда; проведение испытаний.

Литература

1. Пронин В.В., Сакян А.С., Старченко А.Н., Филиппов В.Г. Стенд для энергетической калибровки и исследований приемных устройств лазерного излучения со световым диаметром до 450 мм. Лазеры, измерения, информация. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 303 с.
2. Кругер М.Я., Панов В.А., Кулагин В.А. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1967. – 760 с.
3. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов. – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2015. – 560 с.

4. Окатов М.А. Справочник технолога-оптика. – СПб.: Политехника, 2004. – 679 с.
5. Русинов М.М. Техническая оптика. – Л.: Машиностроение, 1979. – 488 с.

Тихомиров Анатолий Владимирович
Год рождения: 1995
Факультет программной инженерии и компьютерной техники,
кафедра вычислительной техники, группа № Р3400
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика
и вычислительная техника
e-mail: anatoliytihomirov@yahoo.com

УДК 004.414.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ NS-3

А.В. Тихомиров
Научный руководитель – ассистент Д.Н. Шинкарук

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской деятельности и содержит решение проблем, не предусмотренных учебной деятельностью.

В ходе изучения фреймворка Direct Code Execution были рассмотрены его возможности и преимущества. Данное программное решение является первым в своем роде и решает главную задачу последних десятилетий – возможность тестирования и воспроизведения сценариев работы с реальными сетями, используя дискретность времени. В работе определены причины сложности исследования компьютерных сетей и рассмотрены некоторые возможности фреймворка на практике.
Ключевые слова: сетевой симулятор, моделирование, дискретность времени, фреймворк.

Direct Code Execution (DCE) является фреймворком с открытым исходным кодом, который базируется на использовании сетевого симулятора NS3, обеспечивает увеличение количества доступных для моделирования сетевых протоколов и большую реалистичность симуляции.

Помимо воспроизведения функционирования реальных сетей DCE преследует следующие цели:

1. поддержка модели дискретного времени;
2. масштабируемость, обеспечиваемая гибкостью модельного времени;
3. улучшенная возможность отладки путем исполнения в едином адресном пространстве.

О необходимости воспроизведения исследований в вычислительных науках говорилось не раз в течение последних десятилетий [1]. Несмотря на это, ученым, изучающим компьютерные сети, не всегда предоставлялось возможным повторить исследования, описанные в литературе, по ряду причин, которые исследователи компьютерных сетей активно решают в настоящее время, в частности, с помощью фреймворка DCE.

Цель работы – уменьшить затрачиваемое время и количество вычислительных ресурсов при тестировании сетевых приложений с помощью фреймворка DCE, который позволяет сделать эксперименты полностью воспроизводимыми. DCE использует ядро операционной системы как основу своей архитектуры с целью возможности запуска и оценки реализаций протоколов реальных сетей. Так как DCE использует единственный

процесс в модели, необходимо большое количество дополнительного кода для поддержания совместимости. Тем не менее, тесная интеграция с симулятором на основе дискретных событий NS3 [2] позволяет полностью воспроизводить опыты.

В работе была рассмотрена архитектура фреймворка, которая представлена на рис. 1.

Рис. 1. Архитектура фреймворка Direct Code Execution

Для проведения эксперимента на языке C++ (используется фреймворком) были созданы различные модели сети и замерено время моделирования с различными параметрами [3]. По результатам проведенных экспериментов (рис. 2), при моделировании отправки ста тысяч пакетов, модельное время составило около 64 с, а реальное – 100000 с. Получившиеся значения модельного и реального времени, с указанием доверительного интервала при значении доверительной вероятности 95%, отображены в таблице.

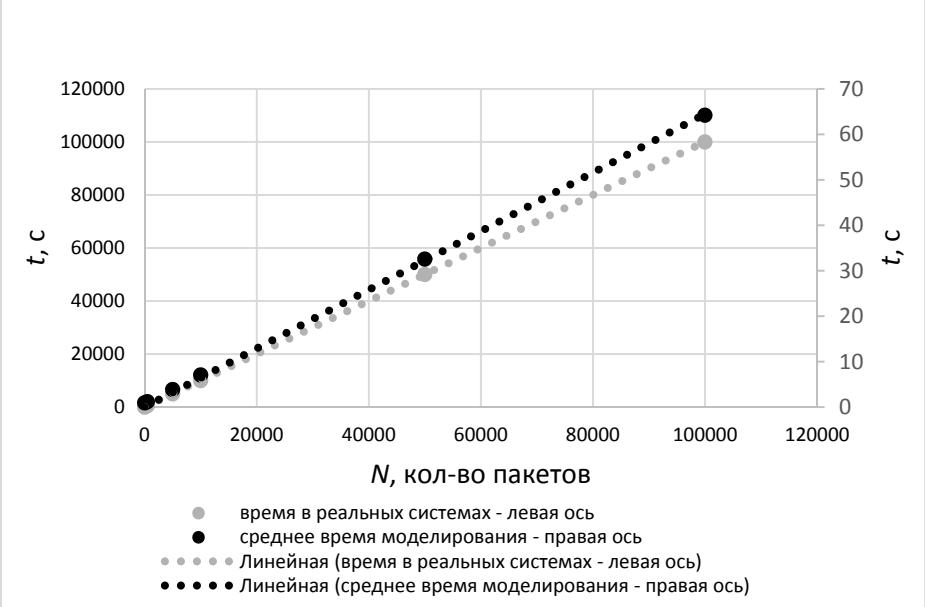


Рис. 2. Сравнение модельного и реального времени

Таблица. Сравнение модельного и реального времени

Кол-во пакетов	Модельное время, с	Среднее значение реального времени, с	(А)	(Б)
0	0	0,934	0,893	0,975
500	500	1,203	1,143	1,263
5000	5000	3,864	3,824	3,904
10000	10000	7,08	7,035	7,125
50000	50000	32,562	32,365	32,759
100000	100000	64,213	64,057	64,369

(А) – нижняя граница доверительного интервала реального времени при доверительной вероятности 95%, с; (Б) – верхняя граница доверительного интервала реального времени при доверительной вероятности 95%, с.

Выводы. Подводя итоги, можно отметить, что Direct Code Execution:
- обеспечивает полную воспроизводимость экспериментов;
- предоставляет простой интерфейс для изменения входных параметров и экспериментального окружения;
- не требует наличия дополнительных ресурсов при расширении модели, за счет чего обеспечивается низкая стоимость проведения экспериментов;
- сокращает время тестирования сетевых приложений.

Литература

1. Tazaki H., Urbani F., Mancini E., Lacage M., Câmara D., Turletti T., Dabbous W. Direct code execution: revisiting library OS architecture for reproducible network experiments // ACM. – 2013. – P. 217–228.
2. NS-3 Tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nsnam.org, своб.
3. Lacage M., Tazaki H., Urbani F. Ns-3 Direct Code Execution (DCE) Manual Release 1.8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nsnam.org/docs/dce/manual/ns-3-dce-manual.pdf, своб.

Трифонов Олег Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет лазерной и световой инженерии, кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № В3400
Направление подготовки: 12.03.02 – Оптотехника
e-mail: o.v.trifonov@icloud.com

УДК 535.317

ПАКЕТ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ДЛЯ ONLINE-КУРСА «ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА»

О.В. Трифонов
Научный руководитель – к.т.н., доцент К.В. Ежова

В наше время компьютерных технологий все более становится видимой необходимость развития дистанционных систем обучения и оценивания (ЦДО, электронный дневник и т.д.). К примеру, можно взглянуть на курсы, расположенные на сайте нашего университета. Однако это не столь удобно для унификации образования, так как эта система доступна только для учащихся Университета ИТМО. В связи с таким

стечением обстоятельств начинают открываться площадки дистанционного межвузовского обучения. В рамках проекта, поддерживаемого Министерством образования Российской Федерации, на площадке openedu.ru и создается данный курс. На данный момент имеются несколько решений для моделирования систем из тонких компонентов, однако, все они не являются кроссплатформенными решениями, а также не позволяют проводить самостоятельное (пользователем) построение хода луча и (или) изображения [1–5].

Целью работы являлась разработка и реализация виртуального практикума, включающего два типа заданий: построение хода луча и построение изображения. В качестве подзадач можно выделить несколько, каждая из которых включает разработку и реализацию:

– алгоритма генерации вариантов заданий в режиме реального времени;
– алгоритмов графического решения задания;
– алгоритма проверки правильности выполнения задания;
– архитектуры приложения: «клиент-сервер».

При проведении анализа площадки http://openedu.ru/ были выделены несколько аспектов для разработки данного комплекса, а именно:

1. веб-страница должна быть написана на языке HTML5;
2. стили должны быть представлены с помощью CSS3;
3. графика должна отрисовываться с помощью языка разметки масштабируемой векторной графики SVG;
4. в качестве front-end языка программирования (ЯП) должен использоваться JavaScript;
5. в качестве back-end ЯП необходимо использовать Java.

Комплекс был разработан с учетом требований, отображенных выше, и его внешний вид представлен на рис. 1.

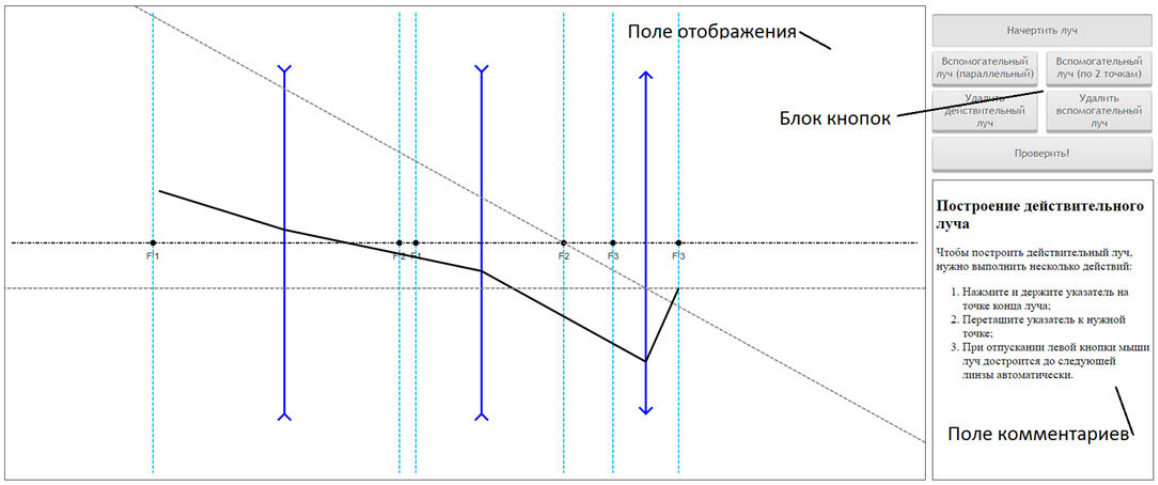


Рис. 1. Внешний вид пакета со стороны клиента

После выполнения задания и нажатия на кнопку «Проверить!» выполняется сбор информации – для каждой линзы регистрируются три параметра: угол между входящим лучом и линзой, высота вхождения луча в линзу и угол между выходящим лучом и линзой. Данный пакет и отправляется на сервер. Таким образом, обучающийся никак не может подделать свою оценку (он может лишь изменить эти отправляемые параметры, алгоритм проверки ему неизвестен).

При разработке аппарата проверки для хода луча в геометрической оптике с выбранными параметрами не было найдено ни одного решения в доступных материалах. Таким образом, из чертежа, отраженного на рис. 2, было выведено две формулы – по одной для двух типов линз: для положительной (1) и для отрицательной (2).

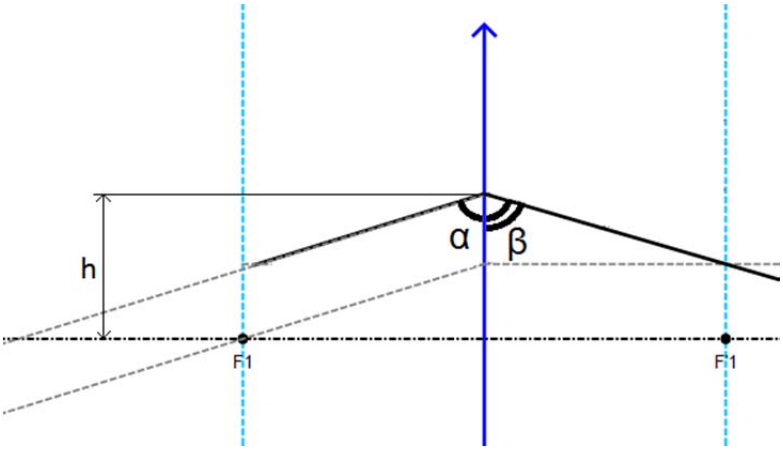


Рис. 2. Чертеж, из которого выведены формулы (1) и (2)

$$\beta = \arccos\left[\frac{h+\frac{f}{\operatorname{tg}\alpha}}{\sqrt{\left(h+\frac{f}{\operatorname{tg}\alpha}\right)^2+f^2}}\right], \quad (1)$$

$$\beta = 180 - \arccos\left[\frac{h+\frac{f}{\operatorname{tg}\alpha}}{\sqrt{\left(h+\frac{f}{\operatorname{tg}\alpha}\right)^2+f^2}}\right]. \quad (2)$$

Принцип работы сервера в режиме генерации варианта показан на рис. 3. В процессе генерации луч трассируется через только что созданную линзу и, если трассировка успешна (луч не ушел за пределы чертежа), такую линзу разрешается добавить в текущую систему. Если линза нас не устраивает, просто перегенерируем ее фокусное и осевое расстояния. Если в течение длительного времени подобрать линзу не удается, производится пересчет предыдущей линзы. В конце концов, на выходе получаем готовую систему и начальные данные. Стоит также заметить, что до начала генерации вводятся некоторые пределы генерации, включающие в себя максимальные и минимальные фокусные расстояния, углы наклона, осевые расстояния, и высоты лучей на первом компоненте.

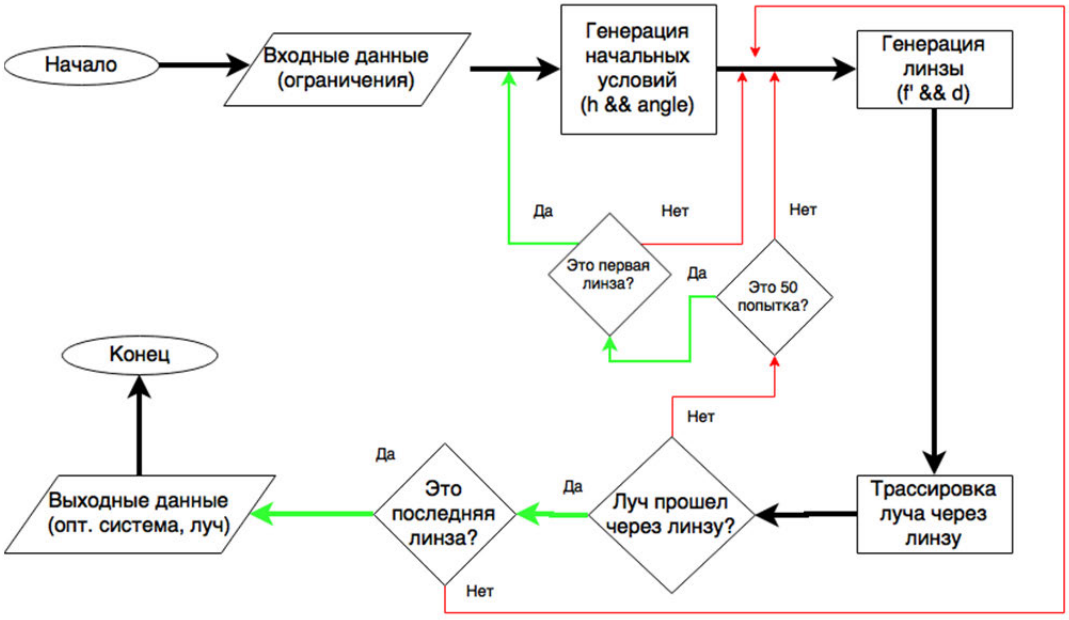


Рис. 3. Блок-схема работы сервера в режиме генерации

Таким образом, в настоящей работе был разработан комплекс, полностью отвечающий требованиям и Минобрнауки РФ, кафедры ПиКО Университета ИТМО и online-площадки http://www.openedu.ru/. Качественная архитектура разработанного приложения позволяет с минимальным рефакторингом доработать систему до работы с реальными компонентами, таким образом, адаптировав ее под курс «Основы оптики». Используя клиентскую часть как API, можно реализовать оптическую скамью. Комплекс умеет: генерировать варианты, обрабатывать исключения, строить системы из любого количества тонких компонентов, проверять и оценивать выполненное учеником задание, а также имеет блок подсказок, которым необходимо следовать при выполнении работы.

Литература

1. Родионов С.А. Основы оптики. Конспект лекций. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2000. – 167 с.
2. Лоусон Б., Шарп Р. Изучаем HTML5. Библиотека специалиста. – 2-е изд. – Изд-во: Питер, 2012. – 286 с.
3. Дунаев В.В. HTML, скрипты и стили. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 816 с.
4. Центральный JavaScript-ресурс. Учебник с примерами скриптов. Форум. Книги и многое другое [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.javascript.ru, своб.
5. Для тех, кто делает сайты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.htmlbook.ru, своб.

Укконен Татьяна Игоревна
Год рождения: 1994
Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т3425
Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения
e-mail: ukkonentatiana@gmail.com

УДК 637.1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА, ОБОГАЩЕННОГО ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

Т.И. Укконен
Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель М.С. Белозерова

Работа выполнена в рамках тем хоздоговорных и госбюджетных НИР.

В настоящее время у большей части населения наблюдается дефицит белка, витаминов, микроэлементов, пищевых волокон в рационе питания. Решить проблему за счет увеличения плотности рациона питания невозможно, так как это приведет к увеличению потребляемых калорий, что при недостаточной физической нагрузке недопустимо. В связи с этим необходима разработка новых обогащенных пищевых продуктов [1].

Целью работы являлась разработка рецептуры и технологии йогурта, обогащенного пищевыми волокнами. В качестве пищевых волокон была выбрана пшеничная клетчатка, которая способствует очищению кишечника, облегчению прохождения пищи и обновлению кишечного эпителия, а также улучшению качества желчи и нормализации состава микрофлоры кишечника.

Для проведения исследования восстанавливали сухое обезжиренное молоко по стандартной методике. Далее молоко пастеризовали при температуре T=(85±5)ºС в течение 10–15 мин и охлаждали до температуры заквашивания $T_{закв.}$=(40±2)ºС. Массовая доля закваски составляла 5% от массы заквашиваемой смеси.

Пшеничную клетчатку вносили на этапе заквашивания смеси. Массовую долю клетчатки варьировали в количестве от 1 до 7% с шагом 1%, контролем служил образец без добавления пшеничной клетчатки.

Для определения оптимальной массовой доли пшеничной клетчатки исследовали процесс кислотонакопления в зависимости от различного количества вносимого компонента. Измерение титруемой и активной кислотности определяли через каждые полчаса на протяжении всего времени сквашивания.

В результате исследования было установлено, что введение в смесь пшеничной клетчатки не оказывает влияния на процесс ферментации, так как интенсивность кислотонакопления не изменяется.

Время сквашивания йогурта было определено опытным путем. Исследуемое время сквашивания составляло 4 ч. Титруемая кислотность после 3 ч сквашивания была недостаточна (69–70)ºТ, а после 4 ч, наоборот, слишком высока (103–105)ºТ. В результате было выбрано время сквашивания, равное 3,5 ч, титруемая кислотность после которого составляла (92–93)ºТ.

Далее проводили исследования по влагоудерживающей способности образцов, которая определялась с помощью центрифугирования. В результате было установлено, что с увеличением массовой доли пшеничной клетчатки в образцах отделение сыворотки уменьшается по сравнению с контрольным образцом. Это объясняются тем, что пшеничная клетчатка обладает водосвязывающей способностью, которая будет способствовать уменьшению отделения сыворотки на протяжении всего срока годности.

После этого для выявления оптимальной массовой доли пшеничной клетчатки была проведена органолептическая оценка готовых образцов. Каждый показатель оценивался по пятибалльной шкале, отражающей степень выраженности.

Во время проведения исследования было выявлено, что при увеличении массовой доли пшеничной клетчатки продукт приобретает более густую консистенцию, за счет большего выделения клейковины пшеничной клетчаткой. В связи с этим одним из органолептических показателей было выбрано ощущение частиц клетчатки. Так, у образцов с массовой долей пшеничной клетчатки 1 и 2% ощущение частиц пшеничной клетчатки было сильнее выражено по сравнению с образцами с массовой долей клетчатки 5, 6, 7%, вследствие менее густой консистенции. Также установлено, что с увеличением массовой доли клетчатки в продукте происходит усиление горького привкуса.

Профилограммы органолептической оценки представлены на рисунке.

На основании проведенных исследований была выбрана оптимальная массовая доля пшеничной клетчатки, равная 5%, так как дальнейшее увеличение массовой доли клетчатки приводит к появлению излишне горького привкуса, который невозможно будет скрыть внесением наполнителя.

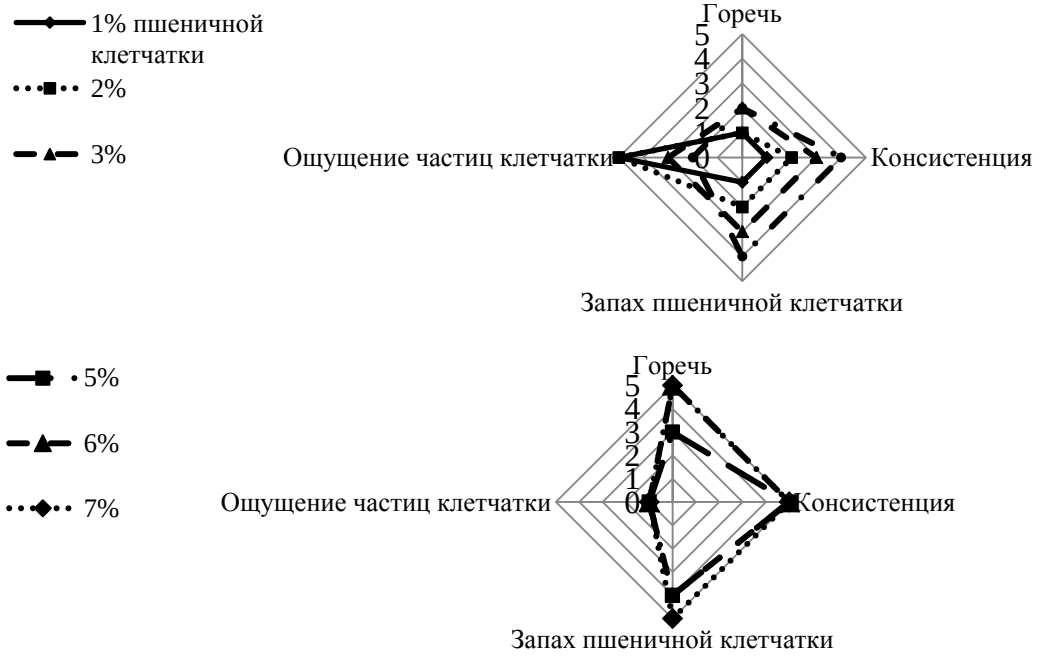


Рисунок. Органолептическая оценка готовых образцов

Массовую долю сухих веществ определяли в образцах с пшеничной клетчаткой от 1 до 7%, а также в контрольном образце. Из полученных данных, представленных в таблице, видно, что с увеличением количества вносимой клетчатки, увеличивается массовая доля сухих веществ.

Таблица. Массовая доля сухих веществ в образцах

	Контрольный образец	Массовая доля пшеничной клетчатки, %						
		1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля сухих веществ, %	10,39	11,64	12,41	13,15	14,25	14,33	14,71	15,37

Исследования на эффективную вязкость проводились с помощью ротационного вискозиметра «Реотест» при разных градиентах скорости.

Сравнивая площади между восходящей и нисходящей ветвями кривых течения для контрольного образца и образца с оптимальной массовой долей пшеничной клетчатки 5%, было установлено, что данные образцы обладают одинаковой способностью к восстановлению структуры.

На последнем этапе исследования производился подбор наполнителей с целью, нивелировать умеренный привкус горечи от пшеничной клетчатки. Для исследования было выбрано три наполнителя: персиковое варенье, абрикосовый и клубничный джемы. Наполнители вносили в продукт в количестве 5, 10 и 15%.

Наилучшей сочетаемостью обладал образец с клубничным джемом, взятый в количестве 15%. Он хорошо скрывает привкус горечи, связанный с наличием пшеничной клетчатки, и придает продукту приятный вкус и аромат.

По результатам исследований была выбрана оптимальная массовая доля пшеничной клетчатки, равная 5%, определены показатели качества готовых образцов и подобран наполнитель, в качестве которого был взят клубничный джем в количестве 15%.

Литература

1. Зобкова З.С. Пищевые добавки и функциональные ингредиенты // Молочная промышленность. – 2007. – № 10. – С. 6–7.

Фатихов Наиль Жаугарович
Год рождения: 1994
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3410
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: fanail@yandex.ru

УДК 519.233.33

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ МАШИННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Н.Ж. Фатихов
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

При исследовании сложных систем затраты ресурсов на проведение экспериментов ограничены. При этих ограничениях перед исследователем стоит задача в получении информативных результатов, т.е. полных, точных и достоверных. По этой причине для достижения компромисса между затратами и информативностью необходимо планировать эксперимент [1]. Зачастую требуется определить доверительный интервал (ДИ) заданной ширины для математического ожидания случайной величины. В работе исследована эффективность критерия χ^2 для приведения исходной выборки к нормальной с последующим расчетом ДИ.

Цель работы состояла в сокращении количества прогонов машинного эксперимента при достижении заданной точности ДИ за счет применения критерия χ^2.

Для выполнения цели исследования решались следующие задачи:

1. аналитический обзор литературы, посвященной проблемам теории планирования машинных экспериментов в контексте применения критериев согласия для проверки статистических гипотез;
2. определение объема выборки и числа интервалов группирования при применении критерия χ^2 с достаточной достоверностью;
3. разработка имитационных моделей в системе AnyLogic 7 для определения ДИ математического ожидания времени пребывания заявок в системе массового обслуживания (СМО);
4. проведение экспериментов на разработанных моделях по определению математического ожидания с заданной точностью двумя методами: с использованием статистики по нескольким генераторам и с применением критерия χ^2. Анализ полученных результатов.

Из обзора литературы известно, что одним из способов проверки согласия эмпирического распределения с нормальным является критерий χ^2 [2]. Несмотря на довольно полную информацию и наличие стандарта [3] по его применению, неясны требования к выбору таких параметров, как объем выборки и количество интервалов группирования, что влечет за собой необходимость в определении данных параметров практическим путем.

Во второй главе работы подробно изучен математический аппарат критерия χ^2 с последующей программной реализацией на языке Java в среде имитационного моделирования AnyLogic 7. Для нахождения параметров его применения была разработана специальная система, с помощью которой определялись достигаемые уровни значимости для разных распределений, разного объема и количества интервалов группирования выборки. Полученные параметры использовались для проверки согласия распределения в нормальной СМО соответствующего типа.

Для анализа эффективности методов расчета ДИ было разработано два типа СМО:

1. с расчетом ДИ по статистике нескольких генераторов случайных чисел (ГСЧ), т.е. получением математического ожидания для разных ГСЧ с последующим применением распределения Стьюдента (метод 1);
2. с приведением исходной выборки к нормальной путем суммирования ее элементов и последующим расчетом ДИ по формуле $\varepsilon = t_\alpha \frac{S}{\sqrt{N}}$ [1], где t_α – аргумент функции Лапласа; S – среднее квадратичное отклонение; N – объем выборки (метод 2).

В третьей главе по результатам исследования были определены значения объема N и количества интервалов группирования k выборки для достоверного применения критерия χ^2, при котором достигаемый уровень значимости для нормального распределения превышает значение 0,1, в отличие от близкого к нормальному.

Далее были предложены условия проведения экспериментов на разработанных моделях, которые использовались для исследования эффективности применения критерия χ^2 для расчета ДИ математического ожидания времени пребывания заявки в СМО при различных загрузках и распределениях времени поступления и обслуживания заявок. В данном случае критерием эффективности являлась минимизация объема выборки N для определения математического ожидания времени пребывания заявки в СМО при ограничении на достигаемую точность ε. Для СМО с гиперэкспоненциальным распределением времени поступления и обслуживания заявок использование критерия χ^2 позволяет сократить количество прогонов (рисунок).

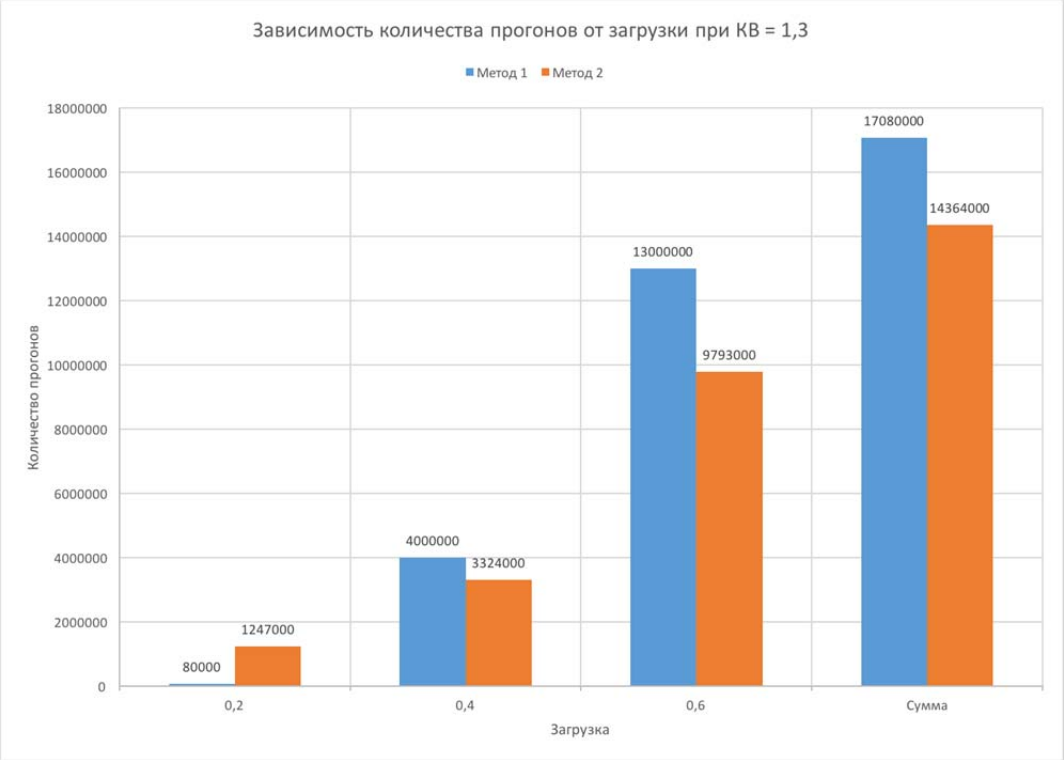


Рисунок. Результаты эксперимента для СМО $H_2/H_2/1$

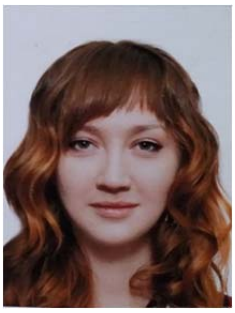
В результате работы сделаны следующие выводы:

1. при применении критерия χ^2 для проверки гипотезы о согласии распределения с нормальным объемом выборки N и количество интервалов k могут значительно влиять на результаты. Предложенные в работе значения N=1000 и k=8 позволяют с достоверностью 90% отличать нормальную выборку от близкой к нормальной;
2. в случае экспериментов над моделями типа M/M/1 и с гипоэкспоненциальными распределениями применение метода расчета ДИ с использованием критерия χ^2 нецелесообразно;
3. если закон распределения исследуемой величины в СМО является гиперэкспоненциальным, то применение метода расчета ДИ с использованием критерия χ^2 является более эффективным.

Так как расчет ДИ с приведением исходной выборки к нормальной и проверкой согласия с помощью критерия χ^2 для некоторых СМО показало свою эффективность, дальнейшее исследование планируется продолжить в рамках магистерской диссертации для других критериев согласия, описанных в [2].

Литература

1. Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/info, своб.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. ГОСТ Р 50.1.033-2001. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть 1. Критерии типа хи-квадрат. – М.: Стандартинформ, 2006. – 87 с.



Федорова Анастасия Сергеевна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № U3420
Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент
e-mail: Anastasiafedorovafrspb@mail.ru

УДК 339.332

УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ НА ЛОГИСТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ПЕТЕРБУРГСКАЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ)

А.С. Федорова
Научный руководитель – к.э.н., доцент Л.Г. Мишура

Работа выполнена в рамках тем хоздоговорных и госбюджетных НИР.

Выбор поставщиков – это ответственная и сложная задача, так как от них зависит стабильность поставок, репутация торгового предприятия перед клиентами и ее рентабельность. Важность можно объяснить еще тем, что транспортные затраты занимают наибольшую долю в структуре логистических затрат торгового предприятия и на их величину большое влияние оказывает выбор того или иного поставщика [1].

Существуют различные методы выбора поставщиков, из которых наиболее распространенным является метод рейтинговых оценок. Несмотря на то, что метод рейтинговых оценок имеет свойственную ему простоту расчетов и позволяет принимать быстрые управленческие решения, он не дает возможности производить глубокий анализ поставщиков, выполнить качественный и обоснованный выбор [2]. Данным методом выбора поставщиков также пользуется предприятие ООО «Петербургская продовольственная корпорация». Помимо описанных недостатков используемого метода, были выделены следующие недостатки процедуры выбора поставщиков на предприятии: наличие лишь четырех критериев отбора поставщиков (стоимость услуг, отсрочка платежа, положительный опыт работы с предприятием по данным услугам, наличие собственного транспорта), игнорирование других важных критериев, главный критерий отбора – стоимость услуг поставщиков, который не всегда является гарантом низких затрат. Таким образом, по результатам оценки имеющихся методов, предприятию были предложены рекомендации по внедрению в процедуру выбора поставщиков метода анализа иерархий [3]. Данный метод позволяет доступным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения с помощью применения определенных математических расчетов.

Для начала были предложены критерии отбора поставщиков: надежность сервиса, доверие, компетентность, внутриорганизационные связи, гибкость сервиса, финансовая составляющая, услуги. Предложенные критерии были разбиты по подкритериям: надежность поставок, конфиденциальность, быстрое решение проблем, честное исполнение своих обязанностей, позитивное мнение со стороны, репутация на рынке, знания/навыки сотрудников, понимание требований, компетентность сотрудников, быстрая связь, быстрый ответ, обмен информацией, гибкость во взаимоотношениях, отсрочка платежа, использование информационных технологий, стоимость услуг, кредитоспособность поставщика, финансовая устойчивость поставщика, транспортировка, наличие собственного транспорта. По данным критериям и подкритериям анализировалось семь поставщиков, от которых предприятие получило коммерческие предложения в результате объявления тендера. Каждому критерию были присуждены веса важности экспертным путем с применением математических расчетов метода анализа иерархий. Был произведен анализ каждого поставщика отдельно и в сравнении друг с другом методом парных сравнений. В результате были получены весовые коэффициенты каждого поставщика относительно определенного критерия. По итогам анализа была построена матрица сравнения альтернатив, представленная в таблице, где рассчитаны обобщенные приоритеты каждого поставщика.

Таблица. Матрица сравнения альтернатив

Критерии	Надежность	Доверие	Компетентность	Внутриорганиза-ционные связи	Гибкость сервиса	Финансовая составляющая	Услуги поставщика	Обобщенные приоритеты	Ранг поставщика
Веса важности критериев	0,352	0,241	0,104	0,045	0,068	0,160	0,031	1,000	
Поставщик 1	0,054	0,196	0,269	0,033	0,024	0,086	0,039	0,112	4

Критерии	Надежность	Доверие	Компетентность	Внутриорганизационные связи	Гибкость сервиса	Финансовая составляющая	Услуги поставщика	Обобщенные приоритеты	Ранг поставщика
Поставщик 2	0,493	0,292	0,184	0,229	0,138	0,041	0,047	0,290	1
Поставщик 3	0,058	0,064	0,059	0,227	0,383	0,046	0,259	0,093	7
Поставщик 4	0,155	0,161	0,128	0,044	0,090	0,024	0,213	0,125	3
Поставщик 5	0,050	0,022	0,020	0,188	0,205	0,306	0,057	0,098	6
Поставщик 6	0,042	0,026	0,027	0,229	0,097	0,382	0,070	0,104	5
Поставщик 7	0,148	0,239	0,313	0,050	0,063	0,115	0,316	0,177	2
Сумма весов	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Обобщенные приоритеты как сумма произведений элементов важности критериев на соответствующие элементы приоритетов поставщиков показывают превосходство одних поставщиков над другими. В результате произведенного анализа предприятие заключило договора с пятью поставщиками. Были исключены поставщики с рангом 6 и 7. Ориентируясь на полученные экспертами оценки, предприятию было предложено распределить груз таким образом, чтобы большая его часть уходила поставщикам с наибольшими значениями обобщенного приоритета. Груз в объеме 6300 т распределялся в таком соотношении в течении марта 2016 года.

По итогам внедрения рекомендаций в сравнении с планируемыми показателями и затратами на март 2016 года:

- уменьшилось количество возврата порченной продукции на 51,6%. Это свидетельствует о том, что сократились затраты логистики, связанные с порчей продукции в процессе доставки;
- сократились перебои в поставках на 15%. Следовательно, предприятие уплатило меньше штрафов своим клиентам за недопоставку продукции в срок;
- уменьшилось число недовольных клиентов на 54,2%. Этот факт свидетельствует о том, что в дальнейшем с предприятием захочет сотрудничать больше клиентов, тем самым увеличивая продажи предприятия и принося ему прибыль.

Таким образом, по результатам месячного внедрения рекомендаций экономия предприятия составила 410662 руб. в сравнении с планируемыми затратами на доставку продукции. Полученные данные свидетельствуют о том, что, применяя разработанные рекомендации, предприятие в перспективе сможет уменьшить логистические затраты и повысить эффективность их управления.

Литература

1. Еремеева Л.Э. Транспортная логистика: учебное пособие. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 260 с.
2. Завьялов Ф.Н., Перепелица А.Г. Обзор и сравнительная характеристика методов и критериев выбора поставщика в цепях поставок // Молодая наука. – 2015. – С. 310–317.
3. Костин Л.В. Практическое применение метода анализа иерархий в процессе выбора поставщика // Экономика: теория и практика, 2014. – С. 78–80.

Финагеева Полина Николаевна
Год рождения: 1995
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3445
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика
e-mail: polina-finageeva@rambler.ru

УДК 330.322

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

П.Н. Финагеева
Научный руководитель – к.э.н., доцент М.И. Калинина

Масштабное привлечение в экономику отечественных и иностранных инвестиций является непременным условием дальнейшего социально- экономического развития региона. Повышение инвестиционной активности в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО) с учетом новых преобразований приведет к активизации экономических процессов в регионе, и следовательно, к улучшению показателей в Российской Федерации (РФ).

Целью работы являлось исследование инвестиционной деятельности в СЗФО, выявление проблем и определение перспектив ее развития.

В федеральном Законе «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» инвестиционная деятельность характеризуется как «вложение инвестиций и осуществление практических действий в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта» [1].

Регулирование инвестиционной деятельности осуществляется посредством различных нормативно-правовых актов. Существующая законодательная база недостаточно регулирует инвестиционную деятельность. Тщательная проработка данной базы, а также создание новых нормативно-правовых актов позволит инвестору чувствовать себя более защищенным, а это может привести к притоку инвесторов. Также в округе развит широкий круг административных мер, позволяющих инвесторам получать льготы, такие как пониженная ставка, на налог на прибыль и имущество, что в целом повышает инвестиционную привлекательность [2].

Экономика региона имеет непосредственное влияние на инвестиционную деятельность. Округ был основан в 2000 году, в его состав включается 11 регионов, которые занимают около 10% территории РФ. Округ имеет очень благоприятное положение: близость со странами Евросоюза, порты, что позволяет осуществлять сотрудничество с другими странами [2].

Среднегодовая численность населения в регионе в 2014 году снизилась на 2,5% по сравнению с 2000 годом. Также в исследуемый период произошло увеличение среднедушевых денежных доходов населения в 13 раз (2000 г. – 2269 руб.; 2014 г. – 28572 руб.) и среднегодовой численности занятых на 2% (2000 г. – 6610 тыс. чел.; 2014 г. – 6750 тыс. чел.). Занятое население распределено в экономике неравномерно, в 2000 году 19% от среднегодовой численности занятых было сосредоточено в обрабатывающих производствах, а в 2014 году произошло смещение в сторону оптовой и розничной торговли, ремонта различных транспортных средств (18%) [3].

Для определения масштабов экономической деятельности в регионе был рассмотрен валовой региональный продукт (ВРП). В округе наблюдается устойчивый рост объемов ВРП в округе. Замедление роста наблюдалось в 2009 году. Темп прироста ВРП в 2009 году по отношению к предыдущему году составляет всего 1%, в то время как среднегодовой темп прироста составляет 14%. Наибольший вклад в структуру ВРП округа вносят обрабатывающие производства. В 2005 г. данный вид экономической деятельности составил 24%, но уже к 2014 г. его доля снизилась до 20%, при этом возросла доля операций с недвижимым имуществом и аренды и предоставления услуг [3].

В качестве одного из показателей инвестиционной деятельности был рассмотрен показатель – инвестиции в основной капитал. Наиболее заметное снижение темпов прироста инвестиций в основной капитал наблюдается в 2009 г. и в 2013 г. (–7%) и (–5%) соответственно. К концу периода исследования доля инвестиций в округ заметно возросла – с 1% в начале периода исследования до 10% к концу. Стоит отметить, что 47% инвестиций представляют собой частные инвестиции, а в структуре инвестиций по источникам более половины составляют привлеченные средства. Значительная часть инвестиционного потока направляется в здания и сооружения [3].

Инвестиции поступают во все виды экономической деятельности, но большая доля направляется в транспорт и связь во всем периоде исследования. Также к 2014 г. на 6% увеличилась доля инвестиций в добычу полезных ископаемых.

Что касается иностранных инвестиций, то их среднегодовые темпы прироста в округе составляют 27%. В последние годы происходит наращивание иностранных инвестиций после спада в 2009 году. Удельный вес иностранных инвестиций в округе составляет порядка 12%, а относительно структуры, можно сделать вывод, что наибольшую долю занимают прочие инвестиции, при этом доля прямых инвестиций снижается (26% в 2000 г. против 17% в 2013 г.).

Что касается основных иностранных инвесторов округа, то наибольший вклад принадлежит инвестициям из Кипра и Швейцарии – это 13 и 14% соответственно. Также заметно присутствие в экономике инвесторов из скандинавских и прибалтийских стран [3].

В качестве показателя, оценивающего перспективы инвестиционной деятельности, был выбран показатель – инвестиции в основной капитал (y). С помощью многофакторной регрессионной модели, в которую вошли два фактора – сальдированный финансовый результат деятельности организаций (X_1) и объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» (X_2), было получено уравнение для прогнозирования инвестиций в основной капитал: $y=0{,}88X_1+1{,}03X_2-42034{,}47$.

Полученные результаты прогноза показывают, что на период с 2015 г. по 2017 г. будет происходить рост инвестиций в основной капитал, однако, стоит отметить замедление его темпов. Темп прироста показателя в 2017 г. по отношению к 2014 г. составляет 3%. Среднегодовой темп прироста за период 2005–2014 гг. составлял 13%.

Регион является привлекательным для инвестора. Однако существуют диспропорции в распределении инвестиций и недостаток собственных средств инвесторов для осуществления инвестиционной деятельности.

Литература

1. Российская Федерация. Законы. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений: федер. закон: [принят Гос. Думой 15 июля 1998 г.: одобр. Советом Федерации 17 июля 1998 г.] // Российская газета. – 1999. – № 41–42.
2. Инвестиционный паспорт СЗФО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.n-west.ru/invest/investitsionnyiy-pasport-szfo/, своб.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156, своб.

Чурилова Дарья Александровна
Год рождения: 1994
Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра экономики и стратегического менеджмента,
группа № U3445
Направление подготовки: 38.03.01.– Экономика
e-mail: churilova-d@mail.ru

УДК 33.2964

ИПОТЕЧНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ЖИЛИЩНЫХ ПРОБЛЕМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.А. Чурилова
Научный руководитель – ассистент И.М. Лебедева

Тема работы на данный момент является достаточно актуальной, так как повышение качества жизни граждан являлось, и до сих пор является, ключевым вопросом государственной политики России. В работе рассмотрено ипотечное жилищное кредитование как способ улучшения жилищных проблем, проанализировано состояние ипотечной системы в России, выявлены основные проблемы ипотеки, спрогнозирована ситуация на ближайшие три года (2016–2018 гг.) и предложены задачи по государственному воздействию на ипотечный комплекс Российской Федерации (РФ).

В современном государстве пользование кредитом является одним из необходимых условий нормального функционирования экономики.

Ипотека – это определенная форма залога, когда закладывается недвижимое имущество, находящееся в собственности должника.

В работе был проанализирован период с 2006–2015 гг. на ипотечном рынке РФ. В соответствии с чем, было выявлено, что на данный момент ипотечный кредит является одним из самых распространенных источников средств на покупку жилья среди населения в 2015 г. (30%) [1]. За анализируемый период на ипотечном рынке постоянно менялось количество участников. С 2014 года наблюдается сокращение количества кредитных организаций в связи с «чисткой» банковского сектора, проводившимся ЦБ РФ. Анализируя динамику количества выданных ипотечных кредитов в стране, было выявлено, что за исследуемый период снижение показателя наблюдалось в 2009 г. (обвал ипотечного рынка в связи с мировым финансовым кризисом) и в 2015 г. (снова произошло резкое снижение по выдаче ипотеки). В 2016 году, на взгляд автора, тенденция сохранится. Ведущими банками, выдающими ипотечные кредиты в России, в 2015 году были Сбербанк, ВТБ24 и Россельхозбанк.

При получении ипотечного кредита, встает вопрос о выплате ежемесячных платежей для его дальнейшего погашения, но население, не всегда всерьез относится к этой процедуре. За исследуемый период задолженность имеет нарастающую динамику. Особенно высокие темпы прироста были продемонстрированы в кризисные годы (2009, 2010, 2015 года). С 2013 г. задолженность снова начала расти, а в 2015 г. – увеличилась почти в полтора раза.

Анализ доступности жилья помогает выявить, какая часть населения может его приобрести и, в течение какого периода времени. Одним из направлений анализа

является определение обеспеченности населения жильем, значение которого, за анализируемый период, повышалось в среднем на 0,5 м^2/чел. в год.

Также был исследован разрыв между ценами на недвижимость за квадратный метр по стране и доходами основных потребителей ипотеки (семьи, впервые покупающие жилье, или же те, кто желается отделиться от родителей и семьи, у которых появилась необходимость в улучшении жилищных условий). За исследуемый период разрыв в некоторые годы достигал пятикратного значения.

Далее встал вопрос о возможности гражданами России самостоятельно приобрести жилье за счет собственных накоплений. Для этого был рассчитан период, в течение которого среднестатистическое домохозяйство способно приобрести жилье за счет сбережений, который называется коэффициентом доступности жилья (КДЖ), и исчисляется в годах. За основу при расчете коэффициента берется 40% доля накоплений, однако, проанализировав реальную структуру доходов, было выявлено, что доля сбережений составляет 11%. В соответствии с этим были рассчитаны два КДЖ: «идеальный» – с 40% и «реальный» – с 11%.

На рис. 1 видно, что эти показатели немного снижаются, т.е. доступность растет, но их значения настолько велики, что снижение такими темпами еще не скоро позволит населению самостоятельно приобретать жилье, не прибегая к кредитам, учитывая то, что получившиеся данные приведены без учета инфляции.

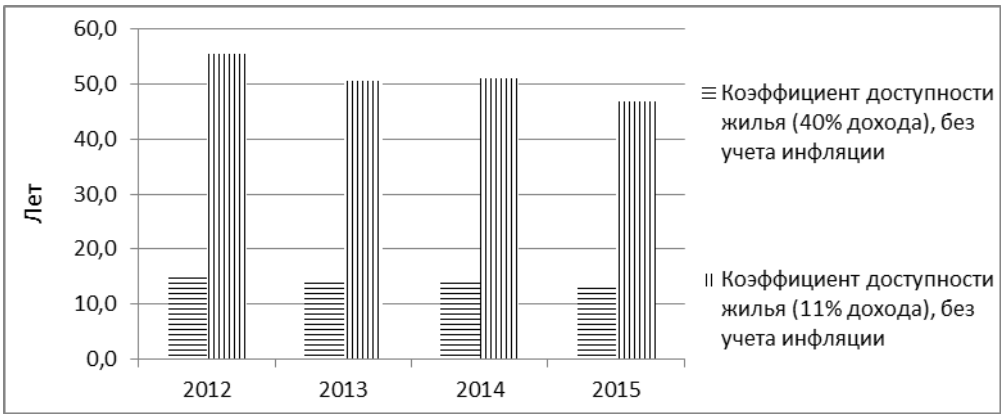


Рис. 1. Коэффициент доступности жилья, лет

Далее было разобрано, является ли ипотека решение данной проблемы. Были взяты наиболее популярные параметры при взятии ипотечного кредита, а также представлены два способа погашения платежей (аннуитетный и дифференцированный). Из чего было выявлено, что переплата по полученному кредиту, превышает сумму основного долга в полтора и даже два раза, а размер ежемесячных отчислений в банк составляет 70–90% от дохода семьи.

Недоступность для населения ипотеки в РФ доказал рассчитанный индекс доступности жилья с кредитом, значение которого в 2015 году составило 36,5%, т.е. население имеет лишь такую часть дохода для приобретения недвижимости с помощью ипотечного кредита.

В соответствии с чем, был сделан вывод о том, что население России не имеет возможности ни самостоятельно накопить на жилье, ни приобрести его с помощью ипотеки. Это обуславливается низкими доходами населения и высокими процентными ставками.

Так как доступность ипотеки зависит от доходов населения, в работе были спрогнозированы реальные доходы населения на 2016–2018 гг.

Прогноз был произведен в трех вариантах. Получившиеся данные представлены на рис. 2. На взгляд автора, 2016 г. и последующие два года примут реалистичное

направление. Ежемесячные реальные доходы населения в 2016 г. сократятся. В будущем значение будет расти, но очень маленькими темпами.

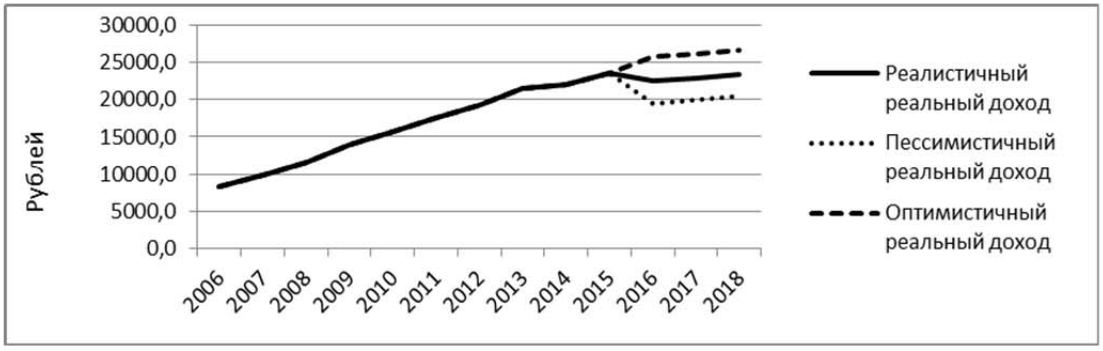


Рис. 2. Прогнозные значения реальных доходов населения на 2016–2018 гг.

Исходя из спрогнозированных реальных доходов населения, был рассчитан индекс доступности жилья с ипотечным кредитом. В ближайшие три года, индекс не проявляет особенных тенденций к росту (34,9%, 35,6%, 36,3% против 36,5% относительно 2015 г.).

Решение существующей проблемы возможно за счет государственной поддержки и повышения общего благосостояния населения, а именно за счет понижения процентной ставки до 10% (прогнозные значения составили 68,4%, 69,7% и 71,1% в 2016–2018 гг. соответственно) или повышения доходов до уровня 60 тыс. руб. (93,3%, 94,9%, 98,0% в 2016–2018 гг. соответственно). Благодаря вводу данных мероприятий на будущий период, ситуация с доступностью жилья с помощью ипотеки в стране улучшится.

Литература

1. Жилищное хозяйство в России – 2015 г.: Статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_62/Main.htm, своб.

Шаламов Вячеслав Владимирович
Год рождения: 1994
Факультет информационных технологий и программирования, кафедра компьютерных технологий, группа № М3439
Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
e-mail: sslavian812@gmail.com

УДК 004.85

ВЫБОР СТРАТЕГИИ ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ PICKUP AND DELIVERY

В.В. Шаламов
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент А.А. Фильченков

Логистика и управление доставкой порождают целое семейство задач маршрутизации и построения расписаний. Наиболее известная задача – это задача коммивояжера (Travelling Salesman Problem, TSP), которая часто рассматривается как один из основных тестов для проверки алгоритмов комбинаторной оптимизации. Если коммивояжер должен не только посетить каждую точку в маршруте, но также забрать

предметы в некоторых точках и доставить их в другие точки, то возникает задача коммивояжера с погрузкой и доставкой (TSP with pickup and delivery, TSPPD) [1].

Задачи подкласса PDP, в которых используется только одна машина (один коммивояжер) называются задачами PDP с одиночным транспортным средством (Single Vehicle PDPs, SVPDPs). Задача SVPDP является NP-трудной, а потому для ее решения предлагается множество эвристик.

Цель работы – разработать алгоритм для решения задачи PDP, базирующийся на поиске с чередующимися окрестностями на основе локальных изменений и конвейерного алгоритма.

Формально, задача Pickup and Delivery определяется на графе $G = (V, E)$, где V – множество вершин, и E – множество ребер. Множество вершин разбито на $\{P, D\}$, где P=$\{1, ..., n\}$ – множество вершин, где нужно взять груз (pickup vertices); $D = \{n + 1, \dots, 2 \cdot n\}$ – множество парных им вершин, куда нужно доставить соответствующий груз (delivery vertices).

Множество ребер обозначается как $E = \{(i, j) : i, j \in P \cup D, i \neq j\}$.

С каждой дугой (i, j) ассоциированы такие величины, как стоимость c_{ij} и время t_{ij} проезда. В простейшем случае в качестве стоимости и времени проезда рассматривается евклидово расстояние.

С каждой вершиной ассоциирована величина загрузки машины q_i. В простом случае это будет величина из множества $\{-1, +1\}$ (выгрузка и загрузка соответственно).

Задача заключается в нахождении такого гамильтонова пути в графе рассмотренного вида, что суммарный вес ребер в этом пути был бы как можно меньше, а в идеале – минимальным.

Дополнительно накладывается ограничение, называемое ограничением парности (pairing constraint): для любых двух вершин i, j, таких, что $j = n + i, i$ должна быть посещена раньше, чем j.

Среди прочих способов решения данной задачи выделяется конвейерное решение, упомянутое в работе [2]. Оно предполагает получение ответа в несколько этапов. На вход алгоритма заказы поступают в некотором порядке, который можно сохранить при их обработке. Но такое решение вряд ли будет оптимальным.

Используя одну из эвристик, алгоритм строит маршрут из поступивших заказов, стараясь превзойти предыдущее решение. Этим решением можно уже пользоваться, однако конвейер предполагает дальнейшие улучшения построенного маршрута путем множества локальных изменений.

К полученному на предыдущем этапе решению применяется одно локальное одно изменение, и, если решение стало лучше, и никакие ограничения задачи нарушены не были, то полученное решение становится текущим. Процесс повторяется, пока выполнится условие остановки. Обычно этим условием является ограничение на число итераций, либо ограничение на количество вычислений длины маршрута.

В данной работе были подробно рассмотрены и применены несколько видов локальных изменений, адаптированных к задаче SVPDP, почерпнутых из работ [2] и [3], как преобразование некоторого графа, соответствующего участку маршрута.

В данной работе предлагаются два независимых улучшения для конвейерного решения:

1. использовать комбинации локальных изменений вместо одного фиксированного. Были предложены различные варианты настройки их комбинаций;
2. использовать эволюционные алгоритмы вместо пошагового улучшения. Были рассмотрены различные эволюционные алгоритмы.

Было проведено множество экспериментов на различных типах исходных данных (различных распределениях заказов на карте).

Как можно видеть из приведенных результатов, каждое из предложенных улучшений вносит значительный вклад в производительность конвейерного алгоритма. Оба улучшения независимы, а потому их можно использовать одновременно.

Было проведено сравнение работы предложенной модификации конвейерного алгоритма и работой других классических алгоритмов, применяемых для решения данной задачи (исходный конвейер, Hill climbing, CSP-solver, Adaptive Operator Selection). Во всех случаях предложенный алгоритм показывает превосходящие результаты [4].

Полученные в данной работе результаты, имеют не только теоретическую ценность, но и практическое применение. Предложенная модификация конвейерного алгоритма может быть использована в программных продуктах, ставящих своей целью построение расписаний и маршрутов для задач развозки грузов и пассажиров. Приведенный в данной работе алгоритм уже успешно использован в программном обеспечении для планирования и построения маршрутов, выпускаемом компанией VeeRoute.

Результаты, полученные в данной работе, приняты к публикации на конференциях «Genetic and Evolutionary Computation Conference» и «Artificial Intelligence Applications & Innovations».

Литература

1. Carrabs F., Cordeau J.F., Laporte G. Variable neighborhood search for the pickup and delivery traveling salesman problem with LIFO loading // INFORMS Journal on Computing. – 2007. – V. 19. – № 4. – P. 618–632.
2. Schneider J., Kirkpatrick S. Stochastic optimization. – Springer, 2006. – 960 p.
3. Cordeau J.F., Laporte G., Ropke S. Recent models and algorithms for one-to-one pickup and delivery problems // Operations Research/ Computer Science Interfaces. – V. 43. – P. 327–357.
4. Shalamov V.V., Filchenkov A., Chivilikhin D. Small-Moves Based Mutation For Pick-Up And Delivery Problem // Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion. – 2016, to appear.

Шолохова Елизавета Константиновна
Год рождения: 1993
Факультет программной инженерии и компьютерной техники, кафедра вычислительной техники, группа № Р3411
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия
e-mail: sholohova.elizaveta@mail.ru

УДК 004.514.4

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Е.К. Шолохова
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

На данный момент разработано большое количество классов устройств, которые нашли широкое применение в различных предметных областях, где необходимо проводить длительное мониторирование состояния человека.

Все приборы данного класса имеют унифицированную архитектуру, в том числе и специализированные графические контроллеры. Для эффективной работы пользователя необходимо предоставить нетривиальный пользовательский интерфейс. Разработка и

отладка современного интерфейса GUI (Graphical User Interface) является сложной задачей, поэтому для ее эффективного решения необходим специализированный инструмент.

Обзор аналогов показал, что готовые решения (например, µGFX, Microchip Graphics Library, VisualTFT) не удовлетворяют и функционально, и с точки зрения поддержки специализированных аппаратных средств.

В связи с чем, была поставлена **цель** – предоставить собственный инструмент для исполнения GUI. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

– определить набор 2D/3D-графических примитивов;
– разработать систему описания алгоритмов и данных;
– для вышеупомянутой системы написать интерпретатор графического пользовательского интерфейса;
– разработать модель многозадачного программного обеспечения, реализующую классическую событийную модель.

В приборах, для которых велась разработка, использовались микроконтроллеры фирмы STMicroelectronics с процессорными ядрами ARM Cortex M0, M3, M4 [1]. Переносимость внутри семейства реализована посредством HAL-уровня. Основные задачи подобного устройства – это накопление данных, обработка, выгрузка и визуализация. В работе рассмотрен процесс визуализации данных.

Процесс разработки графического интерфейса можно представить в качестве многоуровневой модели (рис. 1), где реализация уровня – независимая задача, связь между ними определяет спецификация проекта.

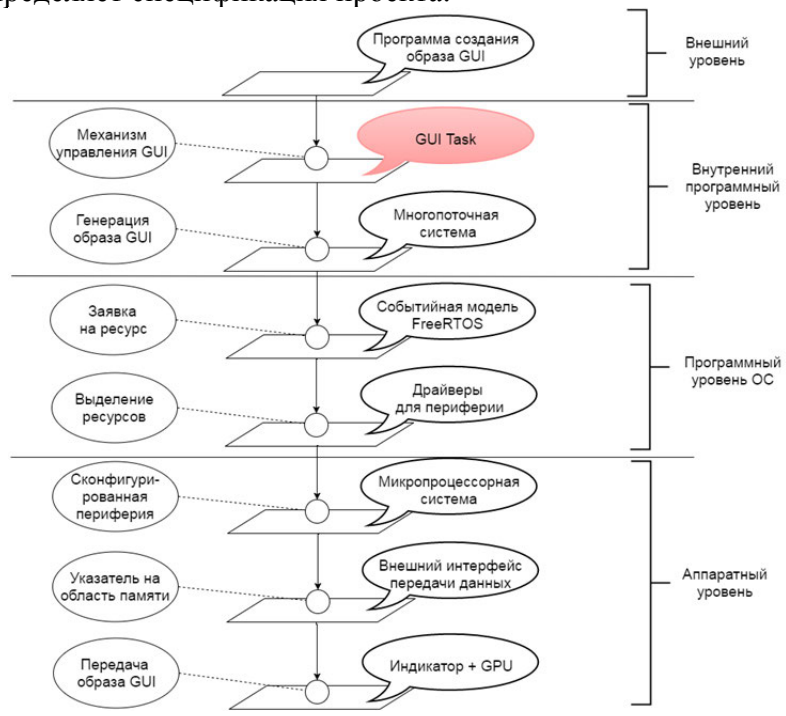


Рис. 1. Многоуровневая модель разработки

Внешний уровень – описание GUI на уровне данных (экранов, графических элементов). Внутренний уровень – многопоточная система, где четко разграничены функции каждого потока. Например, поток GUITask – предмет разработки – интерпретирует данные, полученные с внешнего уровня. Внутренний уровень операционной системы – индивидуально сконфигурированная операционная система реального времени FreeRTOS [2], в которой функционирует многопоточная система (рис. 2). Для повышения производительности все алгоритмы рисования графических элементов использовали возможности, предоставляемые на аппаратном уровне.

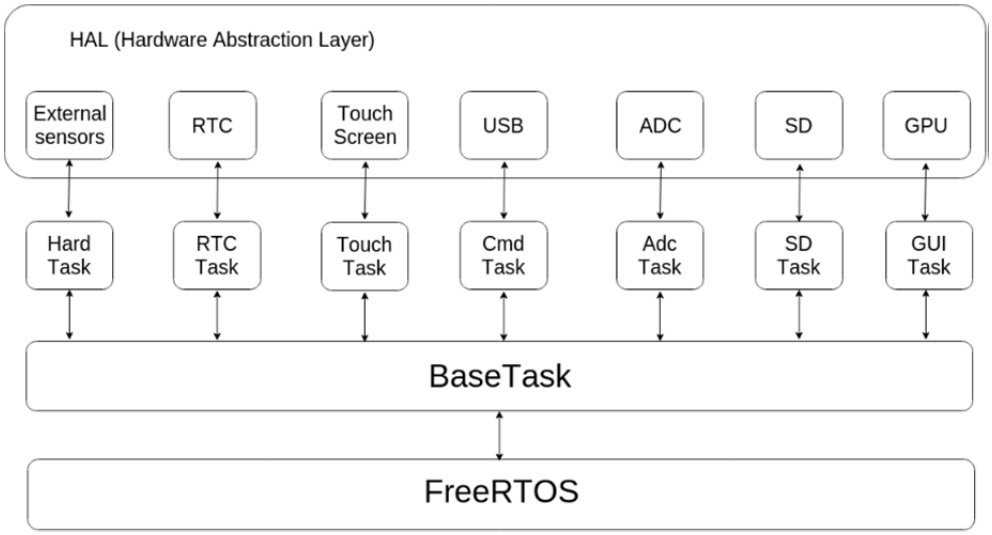


Рис. 2. Многопоточность во FreeRTOS

Благодаря множественности механизмов построения кода в операционной системе FreeRTOS была реализована событийная модель, в которой потоки обмениваются друг с другом заявками. За каждым потоком закреплена отдельная целевая функция и собственный набор аппаратных средств. В проекте все потоки наследуются от базового класса BaseTask. На его уровне решаются задачи по учету производительности системы, оценке длин очередей заявок, времени исполнения заявок. Индивидуальность потока заключается в наборе обрабатываемых заявок.

Поток GUITask является интерпретатором структур данных, описывающих интерфейс каждого прибора. В потоке реализованы все функции – обработчики, которые инициируются при контакте с элементом, а также функции по выводу элементов, учитывая параметры каждого. В состав интерпретатора входит набор алгоритмов, необходимый для рисования графических элементов (2D-примитивы [3], bitmap, знакогенератор). Была разработана модель визуализации 3D-объекта, в качестве основы для которой была взята MATLAB модель OpenGL [4].

Совокупность графических примитивов определяет понятие графического объекта. В проекте объекты наследуют свойства друг друга, дополняя и усложняя их.

Таким образом, в проекте были решены следующие задачи:

– разработаны математические модели (MATLAB) и реализованы в виде алгоритмов построения 2D/3D-графических объектов (C++);
– в операционной системе реального времени FreeRTOS реализована событийная модель, режим разделения ресурсов без блокировок;
– оценена эффективность по времени исполнения кода и занимаемого объема памяти.

Литература

1. Martin T. The insider's guide to the STM32 ARM based microcontroller. – Hiltex, 2008. – 96 p.
2. Курниц А. FreeRTOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/micro/2012_11_93.php, своб.
3. Цисарж В.В., Марусик Р.И. Математические методы компьютерной графики. – Киев: Факт, 2004. – 466 с.
4. Ву М., Девис Т., Нейдер Дж., Шрайнер Д. OpenGL Руководство по программированию. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 624 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ 5
Глебов В.А. Разработка оптико-электронного прибора для неразрушающего контроля металлических изделий 6
Кузьмина Т.Б. Исследование биологических жидкостей методом динамического рассеяния 8
Кулаченко О.О. Система виртулизации персональных рабочих мест 11
Лагутенко И.О. Многомерные созвездия сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией и их оптимизация 13
Ларионенко Г.С. Разработка мобильного штатива для проведения панорамной видеосъемки 16
Лобода А.А. Решение задачи нахождения связного подграфа максимального веса с учетом весов ребер 19
Мешков А.В. Разработка программно-аппаратного образовательного робототехнического комплекса 21
Набиуллина Р.Д. Фотоника тонких пленок с *J*-агрегатами цианиновых красителей и серебряными наночастицами 23
Назаров Ю.Д. Исследование взаимодействия инфракрасного излучения на длине волны 980 нм с биологическими объектами 25
Нехороших А.Н. Разработка алгоритмов управления процессом ректификации на базе метода бэкстеппинга 28
Орехова М.К. Моделирование гомогенизатора лазерного излучения на основе линзовой двухкомпонентной асферической системы 32
Павлычева Е.В. Оптимизация модели обучаемого в адаптивной системе обучения ... 34
Петраневский И.В. Система управления роботом-манипулятором с техническим зрением 36
Путинцева А.А. Разработка онтологического словаря в области аддитивных технологий 38
Рудый С.С. Линейная квадрупольная ионная ловушка с возбуждением общего вида .. 41
Рымкевич В.С. Изготовление случайных фазовых пластин технологией LIBBH на плавленом кварце 44
Соболева В.Ю. Разработка управляемых фильтров на основе крестообразных резонаторов для терагерцового диапазона частот 48
Тоимбек Д.К. Разработка методики построения сетей радиосвязи на основе стандартов семейства IEEE 1609 51
Череповская Е.Н. Разработка программного обеспечения для проведения тренингов ситуационной осведомленности в системе электронного обучения 53
Штерле Е.И. Пути снижения себестоимости (на примере ОАО «Пелла-Маш») 56

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ 59
Абакумов А.А. Анализ алгоритмов генерации вредоносных доменных имен и методы их распознавания 60
Абдулразак С.Х. Манипуляция биологическими объектами при помощи оптического пинцета 63

Абрашин Д.К. Инвестиционный климат в Санкт-Петербурге: проблемы и способы его улучшения в условиях экономической трансформации ... 66
Аслами К.З. Модуль предварительной обработки текстов на естественном языке для системы семантического анализа ... 68
Балакшина Ю.А. Автоматизация подбора оптимальной дисциплины обслуживания при передаче трафика в компьютерных сетях производственного назначения ... 71
Брынцев А.А. Разработка программного комплекса защиты информации в видеопоследовательностях формата MPEG-2 ... 74
Бучилина А.С. Влияние дозы и способа внесения трансглутаминазы в молоко на качество и выход творога ... 76
Вертегел Д.А. Разработка лабораторного стенда многоуровневого широтно-импульсного преобразователя с микропроцессорным управлением ... 79
Власова Е.А. Окрашивание поверхности золота и серебра лазерными импульсами наносекундной длительности ... 82
Головин А.А. Разработка алгоритмов идентификации параметров пьезоактюатора ... 84
Горбунова А.А. Разработка технологии кисломолочного продукта лечебно-профилактического питания ... 88
Горошков В.А. Разработка лабораторной установки для исследования побочных электромагнитных излучений ... 91
Гутман С.В. Оценка эффективности утилизации тепла уходящих газов в технологическом процессе сушки табака ... 94
Ефимова В.А. Активная стратегия совместного выбора алгоритма классификации и его гиперпараметров ... 96
Ефимова М.В. Влияние он групп на спектрально-люминесцентные свойства иттербий-эрбиевых стекол ... 98
Житков К.Д. Разработка системы охраны продуктового гипермаркета «Пятерочка» ... 100
Завьялова В.В. Оценка эффективности природоохранных мероприятий промышленных объектов на особо охраняемых природных территориях ... 102
Иванова А.Д. Оценка целесообразности использования энергосберегающего оборудования ... 105
Иванов Д.П. Разработка макета системы термостабилизации микромеханического гироскопа и анализ ее работы ... 107
Ивашкова К.П. Сбор и анализ статистики дефектов 3D-печати ... 109
Калинкина О.С. Разработка программы вычисления показателей преломления оптических материалов ... 112
Касимова М.Б. Исследование состава и свойств закваски для производства катыка ... 114
Кисляковский И.О. Разработка сервера компьютерной игры «Trainbusters» и средств для программирования ботов ... 117
Колесниченко Д.М. Учебный RISC-процессор ... 119
Кондратьев А.В. Разработка системы криминалистического анализа мобильных устройств ... 122
Коренев И.Ю. Разработка унифицированного метода описания текстовых и графических пользовательских интерфейсов и его программная реализация ... 123
Кузнецов А.А. Анализ эффективности применения метрики EIGRP-маршрутов для обеспечения качества обслуживания в модели DIFFServ ... 125
Кузьменко О.А. Анализ соответствия медицинской информационной системы требованиям бизнес-процесса стационара в кожно-венерологическом диспансере ... 128

Кунцова А.Л. Анализ инструментов автоматизированного тестирования веб-приложений ... 130
Ларина Е.А. Разработка мероприятий по совершенствованию деятельности студии звукозаписи ... 132
Ларина М.Д. Анализ автоматизированного тестирования на базе технологий Selenium WebDriver ... 134
Лукин А.Е. Проектирование телеуправляемого подводного аппарата ... 137
Малюшкин Р.В. Система управления данными неконтактных маяков iBeacon ... 139
Невмержицкий Д.А. Обеспечение динамической маршрутизации элементов связи в системе «Умный дом» на базе передатчиков nRF24LE1 ... 141
Недошивина Л.С. Исследование методов признакового описания изображений в задаче глобальной локализации мобильного робота ... 144
Пальцев Е.А. Измерение характеристик операционных систем реального времени ... 146
Панфилова О.А. Разработка алгоритма обработки результатов психолингвистических тестов для формирования проектной группы ... 148
Поторокин О.И. Реализация процессорного ядра на программируемой логической интегральной схеме ... 150
Пулькин Н.С. Динамика предельно коротких импульсов в оптических системах с широкой дисперсией ... 152
Сергеев С.С. Разработка программного средства защиты данных от несанкционированного доступа к носителю информации ... 155
Сизых А.С. Методика классификации пользовательских и системных данных в средствах вычислительной техники ... 157
Смышляев Е.В. Разработка и исследование компилятора Си для учебного RISC-процессора ... 160
Соловей А.А. Исследование оптико-электронной системы контроля качества изделий стекольной промышленности ... 163
Филатова Д.С. Изучение системы восприятия яркостных характеристик объекта с помощью технологии отслеживания взгляда ... 165
Финютина А.В. Задача рассеяния на квантовом графе с тремя контактами ... 168

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ ... 171
Алексеев В.В. Реализация системы лицензирования программных продуктов на примере EMC ... 172
Антропова М.М. Моделирование распространения излучения диодного лазера в тканях головного мозга в норме и при гематоме ... 173
Ахмеров А.Х. Разработка оптической схемы полевого спектрометра и исследование алгоритмов спектрального анализа минерального сырья ... 176
Беленко М.В. Сравнительный анализ систем распознавания речи с открытым кодом ... 178
Богомолов В.В. Исследование точности инерциально-спутниковой системы при перерывах в приеме сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ... 181
Бонадыков И.Д. Системы безопасности торгового центра ... 183
Ванин А.Б. Программный комплекс для анализа различных моделей генераторов IP-трафика ... 185

Василенко Н.А. Исследование неинвазивной оптико-электронной системы анализа состояния поверхностных тканей организма человека 188
Волков Н.О. Проектирование модуля «Бронирование аудиторий и оборудования» с элементами интеллектуализации для информационной системы управления Университета ИТМО 190
Герасимова О.И. Применение фрактальной статистики для оценки эстетических качеств изображений лазерной графики 193
Герасин О.В. Разработка быстродействующего пьезопривода для подавления вибраций 195
Годованюк К.С. Организационная культура как инструмент эффективного управления персоналом 198
Головачева В.Г. Оперативный контроль термонапряженного состояния роторов энергетических турбин АЭС и ТЭС 200
Григорьев И.С. Исследование и сравнительный анализ динамических характеристик двухконтурных и трехконтурных следящих электроприводов систем наведения телескопов 204
Дидин Е.В. Исследование подсистем памяти процессоров общего назначения 206
Дмитриев А.С. Исследование и разработка управляющей подсистемы беспроводного многофункционального датчика с открытой архитектурой и интегрированными видеодатчиками для системы мониторинга состояния защитных сооружений 209
Дмитриева О.Б. Система автоматической юстировки лазерного интерферометра 211
Ефремов В.А. Спектральный анализ выходных сигналов лазерного интерферометра 214
Зикруллаев Д.Ф. Разработка установки для получения плодово-ягодных соков с применением ультразвука 216
Зимненко С.А. Обеспечение шифрования сигнала сети в системе «Умный дом» на базе передатчиков NRF24LE1 218
Зотов П.К. Разработка системы функционального тестирования компонентов распределенного приложения 220
Канахин И.М. Эффективность закупочной логистики на основе выбора поставщика 222
Коваль В.В. Лазерная технология формирования массивов микролинзна поверхности плавленого кварца 224
Кржижановская И.С. Исследование и разработка подсистемы видеодатчиков в составе беспроводного многофункционального датчика с открытой архитектурой для мониторинга состояния защитных сооружений 228
Кривоносов А.С. Характеризация наночастиц кремния, полученных при импульсном лазерном воздействии наносекундной длительности в жидкости 231
Луценко Д.С. Разработка системы управления тонкопленочным пьезоактюатором 233
Малова А.А. Разработка рецептуры и технологии кисломолочного напитка, обогащенного биологически активными веществами 235
Маркелов М.А. Применение интеллектуального анализа данных в выявлении экстремистского контента 237
Махмудова К.Д. Исследование процессов взаимодействия зонда атомно-силового микроскопа с поверхностью образцов при сканировании 240
Махонин К.А. Создание прототипа системы удаленного управления карьерной техникой 242

Москвин М.К. Лазерное окрашивание поверхности металлов как метод защиты от фальсификации продукции ... 244
Насыбулин С.А. Автоматизация измерений при исследовании экологически чистых газовых смесей в газоразрядных детекторах ... 247
Рочас С.С. Разработка стенда для измерения колориметрических параметров исследуемых образцов ... 249
Рябчиков И.А. Проектирование и реализация Java-библиотеки для кэширования объектов в разделяемой памяти операционной системы, эффективно работающей с иерархичными объектами ... 251
Самко М.Л. Модернизация процесса технического контроля детали «Основание» ... 253
Самойленко А.В. Разработка системы электронного сервиса организации для работы в системе межведомственного электронного взаимодействия ... 255
Сафин А.А. Исследование и разработка протототипа беспроводного многофункционального датчика с открытой архитектурой, позволяющей интегрировать чувствительные элементы различного функционального назначения, и предназначенного для мониторинга состояния защитных сооружений ... 257
Серова А.И. Определение подлинности JPEG-изображений с учетом аппаратно-программных характеристик цифровых фотокамер ... 260
Смоленцев А.Ю. Математическое моделирование стекания тонкого слоя вязкой жидкости с вертикальной стенки ... 262
Солонин А.А. Распознавание речи в информационно-управляющих системах ... 265
Судас Д.П. Колориметрический прибор на основе метода двухполостной интегрирующей сферы ... 269
Трифонов К.В. Обоснование целесообразности вывода нового товара на рынок телескопов ... 271
Трофимов В.А. Проектирование и разработка прототипа интегрированного решения по консолидации ресурсов систем хранения данных серии EMC VNX на основе существующих компонентов ... 273
Тхонгла В.П. Исследование рисков, возникающих при применении различных таможенных процедур. Резервы проведения таможенных операций ... 275
Тюкачев Н.В. Интеграция протокола KMIP на примере продукта DLm ... 277
Хавтаси Н.В. Влияние экономического кризиса на развитие обувной промышленности в России ... 279
Хайруллина М.М. Модернизация, расчет и конструирование объектива сканера ... 281
Чалова К.С. Расчет освещенности зоны отдыха кафетерия ... 283
Широков О.И. Модуль программного интерфейса для управления обработкой текстов на естественном языке ... 285
Шустов И.В. Исследование электромеханических переходных процессов в энергетических подсистемах следящих электроприводов лазерных измерительных комплексов ... 287
Юдина Д.В. Исследование методов работы и защищенности устройств идентификации по изображению лица ... 290
Юшковский А.В. Разработка модуля построения графа свойств кода для статического анализатора ApplicationInspector.Net ... 292
Ярошенко В.В. Бесконтактный оптический измеритель силы поверхностного натяжения жидкостей ... 295
Ярцева Н.А. Аспекты тестирования систем дистанционного обучения ... 297

УЧАСТНИКИ КОНКУРСОВ КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ 300
Апаршин Е.Д. Разработка лабораторного стенда на базе патентно чистых вариантов оптической системы фундус-камеры 301
Балалаева Н.А. Аспекты внедрения систем дистанционного обучения 303
Битюков Д.В. Разработка и исследование вентильных двигателей, имеющих более одного ротора 306
Булак Н.В. Разработка системы управления трехфазным выпрямителем для плазменной резки металла 308
Бурнаев Д.В. Разработка контроллера интерфейса DVI 311
Бутова Д.В. Разработка конструкции космического телескопа с применением новых конструкционных материалов 313
Быков В.С. Особенности применения распознавания речи 316
Васина В.А. Влияние научного потенциала на промышленное развитие центрального федерального округа 318
Востриков Е.В. Создание высокостабильной схемы токовой накачки лазерного диода 321
Добровидов Ф.Ф. Исследование и разработка системы управления электропривода бумагопитающего устройства рулонной печатной машины 323
Дубровская А.С. Исследование и расчет параметров схемы для метода эндоскопической оптической когерентной томографии 326
Еникеев Р.Р. Моделирование оптических поверхностей сложной формы для осветительной оптики 329
Захаров В.А. Разработка программного и аппаратного обеспечения для организации связи с беспилотным летательным аппаратом 331
Злобина Д.С. Планирование сбытовой деятельности на предприятии 333
Кислицина Е.А. Исследование влияния составляющих модели погрешностей чувствительных элементов на точностные характеристики бесплатформенной инерциальной навигационной системы 335
Кузин А.Ю. Синтез нейро-нечеткого регулятора динамического объекта 338
Кузнецова Е.Д. Организация логистической деятельности транспортно-экспедиторской фирмы 341
Макаренко Д.В. Исследование влияния сбора метрик на процесс разработки и тестирования программного обеспечения 343
Недопекина Н.В. Разработка мероприятий по повышению показателей эффективности деятельности ООО «Научно-технический центр «ОПОРА» 345
Николаи Я.В. Алгоритмы распознавания животных в реальных природных условиях 347
Озолиньш М.П. Проектирование web-ресурса для организации взаимодействия фотографов с клиентами 349
Пригодич Н.С. Разработка методов защиты от мошенничества в браузерных онлайн Unity-3D играх 351
Родименкова К.Ю. Эффективность организации грузовых перевозок различными видами транспорта и их оценка 353
Саблин Р.З. Применение нейронных сетей для интеллектуального анализа текста 355
Савин А.А. Влияние многопоточности на эффективность алгоритмов поиска кратчайшего пути обхода графа 358
Сарайкина А.И. Перспективы социально-экономического развития Приволжского федерального округа 360

Тараканов Д.С. Анализ эффективности примитивов синхронизации в многопоточных приложениях ... 362
Тарасов И.П. Разработка оптической части стенда для исследований и испытаний лазерных оптико-электронных приборов ... 364
Тихомиров А.В. Исследование функционирования сетевых приложений в среде моделирования NS-3 ... 367
Трифонов О.В. Пакет виртуальных практических работ для online-курса «Геометрическая оптика» ... 369
Укконен Т.И. Разработка технологии йогурта, обогащенного пищевыми волокнами ... 372
Фатихов Н.Ж. Анализ эффективности методов теории планирования машинного эксперимента ... 375
Федорова А.С. Управление затратами на логистическую деятельность (на примере ООО «Петербургская продовольственная корпорация) ... 377
Финагеева П.Н. Инвестиционная деятельность в Северо-Западном федеральном округе: состояние, проблемы и перспективы развития ... 380
Чурилова Д.А. Ипотечное кредитование как инструмент решения жилищных проблем в Российской Федерации ... 382
Шаламов В.В. Выбор стратегии локальных изменений для задачи Pickup and Delivery ... 384
Шолохова Е.К. Разработка инструментария для создания интерфейсов пользователя встраиваемых систем ... 386

АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ БАКАЛАВРОВ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО

В авторской редакции
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО
Дизайн обложки Н.А. Потехина
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Редактор Л.Н. Точилина
Подписано к печати 24.11.16
Заказ № 3739
Тираж 100 экз.