



АНОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК

**НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ВЫПУСКНЫХ
КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

БАКАЛАВРОВ

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

2014

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, 2014. – 228 с.

Сборник представляет итоги конкурсов 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.

ISBN 978-5-7577-0481-4



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Авторы, 2014

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 аттестационную комиссию (ГАК). По итогам работы ГАК были окончательно определены 70 лучших НИВКР на 20 кафедр.

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 8 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» среди бакалавров университета за 2014 год. По итогам которого определены «Лучшие НИВКР» проведенные в университете за 2014 год и определена номинация «Лучший научный руководитель НИВКР среди бакалавров».

Статистические данные участия бакалавров

Этап	Название конкурса	Приняло участие	Победители
I	Конкурсы кафедр	914	70
II	Конкурсы факультетов	70	30
III	Конкурс университета	30	20

По итогам Конкурса среди бакалавров было определено 20 победителей на «Лучшую НИВКР университета» и 10 лауреатов, которые стали победителями Конкурсов проведенных на факультетах.

Общее количество бакалавров, участвовавших в конкурсах на «Лучшую научно-исследовательскую выпускную квалификационную работу» составило 914 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 т.ч. 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 2 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 № 1337-уч от 28.07.2014 г.

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



Абдула Полина Андреевна

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4303

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: a-poly@ya.ru

УДК 681.7.02

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОБЛЕГЧЕНИЯ ЗЕРКАЛ КОНТУРНОГО СЕЧЕНИЯ

П.А. Абдула

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Толстоба

Главной проблемой создания телескопов является уменьшение массы главного зеркала. И чем больше диаметр главного зеркала, тем больше апертура телескопа и лучше качество, но тогда масса и деформации возрастают.

В настоящее время известны и применяются следующие модели:

1. зеркала, облегченные отверстиями;
2. зеркала, облегченные ребрами;
3. зеркала контурного сечения.

Следует отметить, что задача состоит в теоретическом исследовании вариантов конструкций зеркал с целью найти оптимальное соотношение между параметрами зеркала, весом, напряжениями и деформациями рабочей поверхности. Необходимо изучить зависимость изменения формообразующего контура на деформации и массу зеркал. Получить при этом деформации не более 0,5 мкм, по напряжениям не превысить предел текучести и максимально облегчить зеркало. Так же провести анализ материалов для крупногабаритных зеркал.

Зеркала контурного сечения – это зеркала, полученные посредством удаления слоя материала с тыльной стороны зеркала. Таким зеркалам и посвящена представленная работа.

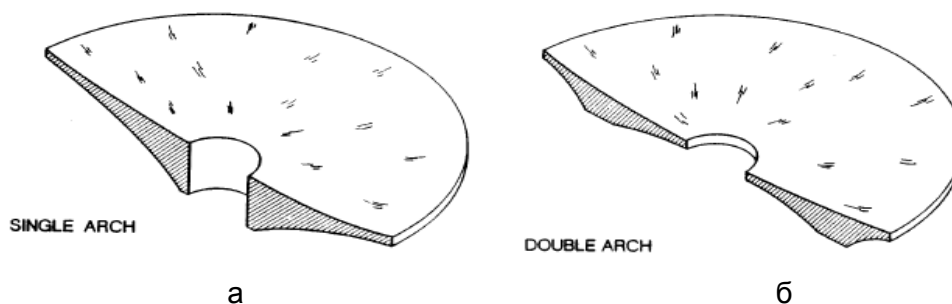


Рисунок. Зеркала контурного сечения: одноарочное (а); двухарочное (б)

В данной работе рассматривается облегчение только с помощью контурного сечения. Параметры исследуемого зеркала приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры зеркала

Тип	Радиус сферы, м	Диаметр, м	Экранирование	Материал
Сферическое	5	1	20%	Титан

Для того чтобы определить оптимальный формообразующий контур зеркала были исследованы: сама заготовка, контур-прямая, контур-окружность, и контуры-парабола. Таким образом, наилучшим вариантом был определен контур-парабола.

При сравнении одноарочного и двухарочного метода облегчения было определено, что двухарочный метод будет более выгодный по деформациям, но облегчение зеркала будет меньше. Удалось максимально уменьшить массу зеркала в 3,5 раза для одноарочного зеркала и более чем в два раза для двухарочного (по сравнению с заготовкой).

Так же были исследованы традиционные и нетрадиционные материалы для зеркал. Данные полученные для заготовки зеркала представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнение материалов для заготовки зеркала

Материал	Информация	Масса, кг	Деформация, мкм	Способ крепления
Титан	Металл	478,82	1,112	Центр
Robax	Огнеупорное стекло	270,64	0,771	
ULE	Стекло	230,50	0,950	
CO115M	Ситалл	256,06	0,722	
Zerodur	Стеклокерамика	263,35	0,778	
SUPREMAX	Боросиликатное стекло	229,00	0,979	
Бериллий О-Н30	Металл	191,94	0,185	
Карбид кремния 12%	Неметалл, карборунд	322,70	0,235	
Al 6061-T6	Металл	281,04	1,015	

Материалы ULE, SUPREMAX, Zerodur, CO115M по своим качествам схожи. Наилучшими будут Бериллий и Карбид кремния.

Результаты:

- проведен анализ и сравнение вариантов зеркал контурного сечения, определена наилучшая модель;
- проведено основное исследование влияния формообразующего контура на деформации и массу зеркала, произведены анализ результатов и сравнение одноарочного и двухарочного методов облегчения зеркал;
- исследованы варианты крепления зеркал. Наилучший – кольцевая опора по получившейся площадке;
- проведено сравнение материалов, подобранных из популярных источников. Наилучшие результаты показали Бериллий и Карбид кремния. Именно за счет этих материалов удалось максимально уменьшить массу и деформации зеркал по сравнению с заготовкой.

Литература

1. Крыжановский И.И., Никитин С.М. Основы производства оптических металлоглазанных зеркал // Труды ЛИТМО. Приборы и методы высокоскоростной съемки. – 1977. – Вып. 88.

2. Савицкий А.М., Соколов И.М. Вопросы конструирования облегченных главных зеркал космических телескопов // Оптический журнал. – 2009. – № 76(10). – С. 94–98.
3. Меламед Е.Р., Петров Ю.Н., Соколов И.М. Конструкции главных зеркал космических телескопов // Оптический журнал. – 2002. – № 69(9). – С. 26–30.
4. Vukobratovich D. Lightweight Mirror Design. Optomechanical Engineering Handbook. – CRC Press LLC, 1999. – 41 p.
5. Yoder P.R. Mounting optics in optical instruments. – SPIE Press, 2008. – 752 p.



Алексеева Светлана Алексеевна

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологии,
кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа № 4676

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: alekseevaSalekseevna@mail.ru

УДК 541.64:544.162

**ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
И АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНО- И МИКРОКОМПОЗИТОВ
НА ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

С.А. Алексеева

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Т.Е. Суханова

В настоящее время является актуальным создание новых полимерных материалов и композитов с улучшенным комплексом свойств для применения в различных областях науки и техники. Одним из перспективных путей повышения эксплуатационных характеристик материала является получение нано- и микрокомпозитов, наполненных нано- и микрочастицами различной природы. Их вводят в полимерную матрицу для улучшения существующих или получения принципиально новых физико-химических, деформационно-прочностных, акустических или сорбционных свойств.

Одной из областей применения композиционных материалов в технике является производство высококачественной аудиоаппаратуры, в частности, диффузорных электродинамических громкоговорителей. Несмотря на то, что создаются диффузоры из синтетических полимерных материалов (например, полипропилена и кевлара) и металлических композитов, до сих пор целлюлоза (Ц) является основным материалом для их производства в мировой промышленности, поскольку она обладает оптимальным балансом между жесткостью и демпфированием [1].

Целью работы являлось определение структурно-морфологических характеристик и состава композитов, содержащих бактериальную (БЦ), микрофибриллярную (МФЦ) и сульфатцеллюлозу (СФА), обеспечивающих высокий уровень жесткости диффузоров при сохранении достаточного внутреннего затухания. Знание надмолекулярной организации материала для производства аудиосистем с высокими показателями необходимо, поскольку именно надмолекулярная структура определяет физико-механические характеристики.

Объектами исследования служили две серии образцов: 1 – образцы БЦ, штамма ВКМ В-880 *Acetobacter xylinum* (ЦАХ). Синтез осуществлялся в соответствии с процедурой, изложенной в работе [2], на питательной среде, содержащей водные растворы дрожжевого экстракта (ДЭ), глюкозы, пептона, этанола и пивного сусла в концентрациях, установленных в результате оптимизации питательной среды с $pH=5,9-6,0$; 2 – диффузоры основе волокон сульфатной небеленой (СФА) целлюлозы и композитов СФА-БЦ и СФА-микрофибриллярная целлюлоза (МФЦ).

На первом этапе работы проводилось исследование влияния способа сушки на структуру и морфологию образцов исходной БЦ. Для этой цели исследовали образцы, высушенные при температурах 20°C, 40°C (в вакууме), 100°C. Специально для АСМ исследований серию образцов сушили на двух разных подложках, сильно различающихся гидрофильностью: свежем сколе слюды (гидрофильная поверхность) и покровном стекле (гидрофобная поверхность). На втором этапе исследовали диффузоры, изготовленные из композиционных материалов, содержащих СФА с добавками БЦ или МФЦ.

В работе использовали методы растровой электронной (РЭМ), атомно-силовой микроскопии (АСМ) и рентгенструктурного анализа (РСА), а также проводились физико-механические испытания. Исследования проводили на научном оборудовании НОЦ-НТ Университета ИТМО и Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН).

Исследования кристаллической структуры БЦ методом РСА, высушенной при использованных в работе режимах, не показали существенных различий. Во всех образцах наблюдается ярко выраженная плоскостная текстура.

РЭМ исследование поверхности образцов показало, что чем выше температура сушки, тем поверхность более гладкая. В образцах, высушенных при температуре 20°C на воздухе наблюдается микрофибриллярная сетка с большим количеством пор, и преимущественная ориентация фибрилл в плоскости пленки БЦ. Образцы, высушенные в вакууме при 40°C, имеют волнистый рельеф, при этом общая пористость образцов уменьшается. Размер фибрилл в образцах, высушенных при низких температурах приблизительно одинаков, а в образцах, высушенных при 100°C, увеличен.

Преимуществом метода АСМ является возможность изучать поверхность объекта без напыления, маскирующего тонкие детали. Размеры микрофибрилл образцов, высушенных при 20°C и 40°C, практически одинаковы. Оценка пористости совпадает с результатами метода РЭМ. С другой стороны, в образцах, высушенных при 100°C, наблюдаются пучки фибриллярных лент – жгуты, что свидетельствует о компактизации фибриллярной структуры и ведет к уменьшению общей пористости.

Определены механические свойства серии образцов СФА с различным содержанием БЦ и МФЦ, определяющие их акустические характеристики.

Полученные данные имеют большое практическое значение, поскольку могут быть использованы при выборе материалов и состава композитов для изготовления диффузоров с улучшенными характеристиками.

Выводы:

1. методами РСА, АСМ и РЭМ проведены исследования структуры и морфологии образцов БЦ ЦАХ, высушенных при различных условиях – при 20°C и 100°C на воздухе, и при 40°C в вакууме и на разных подложках. Установлено, что поперечный размер фибрилл во всех исследованных образцах практически одинаков и составляет 80–110 нм;
2. установлено, что режим сушки не оказывает влияния на кристаллическую структуру пленок БЦ, при этом все образцы имеют плоскостную ориентацию;

3. РЭМ и АСМ методами определены поперечные размеры фибрилл в композитах на основе волокон СФА различного состава с нано- и микрофибриллярными добавками. Показано, что введение нано- и микрофибриллярных добавок в СФА существенно влияет на морфологию, при этом изменяются диапазон размеров фибриллярных агрегатов и плотность образцов. Фибриллярные агрегаты в композитах имеют поперечные размеры от 10 до 45 мкм;
4. установлено, что композиты на основе СФА, модифицированной путем введения БЦ или МФЦ, обладают улучшенными физико-механическими свойствами: так, при введении наполнителей модуль упругости, прочность и разрывное удлинение увеличиваются в 1,1–1,7 раза;
5. результаты физико-механических испытаний коррелируют с морфологическими параметрами исследованных систем. Увеличение модуля упругости сопровождается увеличением разброса поперечных размеров фибрилл в композитах. Максимальные значения модуля упругости обнаружены у образцов, содержащих 4 вес.% БЦ и у образцов с добавкой 9 вес.% МФЦ;
6. установлено, что образцы, имеющие наибольшие значения модуля, обладают также наибольшими значениями разрывной прочности и относительного удлинения при разрыве.

Литература

1. Алдошина И.А. Электродинамические громкоговорители. – М.: Радио и связь, 1989. – 272 с.
2. Баклагина Ю.Г., Хрипунов А.К., Ткаченко А.А. и др. Изучение структурных параметров целлюлозы *Acetobacter Xylinum* в процессе сушки гель-пленок // Журнал прикладной химии. – 2003. – № 76(6). – С. 1017–1024.



Андрианова Евгения Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа № 4661

Специальность: 200100– Приборостроение

e-mail: zeneka44@gmail.com

УДК 681.121

МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ МЕЖПОВЕРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА СЧЕТЧИКОВ ВОДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Е.С. Андрианова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Аникейчик

С каждым годом все более остро встает проблема экономии природных ресурсов, в частности воды, поэтому, с целью учета и планирования ее расходования производится установка механических счетчиков по причине их простоты, надежности и экономической эффективности. Надежность функционирования счетчиков определяется их техническим состоянием, поэтому, во избежание появления неисправностей должен производиться контроль технического состояния счетчиков, для этого проводится их периодическая поверка. С целью проведения

своевременной поверки счетчика необходимо правильно назначить межповерочный интервал (МПИ).

Анализ известных подходов по назначению МПИ показал, что их существенным недостатком является отсутствие учета условий эксплуатации счетчиков и их характеристик надежности [1–3]. В связи с этим актуальной становится работа, направленная на разработку методики назначения МПИ счетчиков воды (СчВ) на основе анализа их метрологических характеристик (МХ) и условий эксплуатации, обеспечивающей их надежность.

В рамках исследования были определены критерии назначения МПИ и разработана методика его назначения. К числу критериев относят критерии двух видов: нормируемые показатели метрологической надежности МХ и экономический критерий оптимальности МПИ, обеспечивающий максимальный экономический эффект от эксплуатации средств измерений (СИ).

Методика определения МПИ строится следующим образом:

1. формируют «однородные» группы СИ. В них включают не менее 30 экземпляров поверяемых приборов на основании общности следующих факторов: показателей надежности, условий эксплуатации, интенсивности эксплуатации и допускаемой вероятности безотказной работы;
2. назначают первый МПИ для каждой группы;
3. собирают и обрабатывают статистическую информацию о поведении СИ в процессе эксплуатации в течение назначенного МПИ и определяют статистические данные о показателях надежности;
4. оценивают правильность МПИ с учетом статистических данных;
5. корректируют МПИ с учетом характеристик надежности и условий эксплуатации.

Основу методики составляет количественное обоснование МПИ. Для количественного обоснования интервала могут быть предложены методы, выбор которых осуществляется в зависимости от данных о наработке на отказ СИ и законе распределения.

Если известна наработка на отказ T_0 , то первый МПИ T_1 рассчитывают по формуле:

$$T_1 = T_0 \cdot \ln P_M. \quad (1)$$

Если известен закон распределения наработки СИ до метрологического отказа, то первый МПИ определяют из условия

$$T_1 = -\frac{1}{\lambda_M} \ln P_M(t), \quad (2)$$

где λ_M – интенсивность метрологических отказов.

В качестве примера для расчета МПИ будут использоваться счетчики холодной воды крыльчатые «Тритон» по причине их широкого использования. С учетом интенсивных эксплуатационных условий и заданной наработки на отказ, получаем расчетное значение МПИ счетчика «Тритон» 4,4 года, что не превышает значение первичного МПИ, согласно паспортным данным - 5 лет. Коррекция МПИ в сторону уменьшения объясняется учетом при расчетах условий эксплуатации и характеристик надежности (наработки на отказ). С целью гарантированного обеспечения надежности эксплуатации СчВ может быть принято решение об установлении МПИ продолжительностью четыре календарных года.

В работе на основе анализа условий эксплуатации, статистических данных об отказах и метрологических характеристик СчВ была разработана методика назначения МПИ СчВ, позволяющая повысить эксплуатационную надежность счетчиков. Применение данной методики на наш взгляд позволит избежать возникновения метрологического отказа СчВ до наступления поверки.

Проведена апробация разработанной методики на примере оценки МПИ типового счетчика холодной воды «Тритон» КВх 1,5 Ду 15 с учетом эксплуатационных условий и заданной наработки СИ на отказ, проведена коррекция МПИ в сторону уменьшения.

Дальнейшие исследования методик назначения МПИ могут быть проведены так же для счетчиков горячей воды с учетом не только характеристик надежности и условий эксплуатации, но и с учетом экономических критериев.

Литература

1. МИ 2594-2000. Теплосчетчики и счетчики количества теплоносителя. Методика установления и подтверждения межповерочных интервалов.
2. ГОСТ 8.565-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов. – Введ. 01.07.2000. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.
3. МИ 2187-92. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений.



Борисов Иван Игоревич

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: borisow.i.i@yandex.ru

УДК 62-1/-9

РАЗРАБОТКА АНТРОПОМОРФНОГО ПРОТЕЗА КИСТИ

И.И. Борисов

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Резников

Низкая функциональность, плохая управляемость и, к тому же, непритязательный внешний вид – основные причины, по которым пациенты не всегда используют свои протезы [1]. Данная работа представляет разработку конструкции электромеханического протеза (рис. 1), который обеспечит более высокую степень функциональности и продвинутую систему управления [2].



Рис. 1. Прототип протеза

Разработанная конструкция протеза обладает высокой степенью антропоморфности. Структура и кинематика конструкции, внешний вид протеза,

принцип сгибания пальцев были разработаны по подобию руки человека. В ходе работы над конструкцией был проведен структурный анализ конструкции с выведением степени подвижности искусственной руки и кинематический анализ с решением обеих задач кинематики. Для анимирования схватов и жестов руки и для наглядного изучения кинематики была создана имитационная модель кисти в среде MATLAB.

Задачу сухожилий и мышц выполняли два нейлоновых троса диаметром 0,6 мм, расположенные с внешней и внутренней стороны пальца. Тросы одним концом крепились на катушку, расположенной на роторе двигателя, а вторым концом скреплялись между собой на конце дистальной фаланги. Каждый палец приводится в движение собственным двигателем (рис. 2). Движение большого пальца осуществляется двумя двигателями [3].



Рис. 2. Окончательный вариант указательного пальца

Предложенный вариант динамического исследования протеза, в отличие от общепринятого матричного [6] позволил провести приближенный к реальной конструкции анализ плоского механизма, работа которого основана на системе тросов. Анализ заключался в выводе суммарного значения моментов, появляющихся в «суставах» при натяжении тросов, которое зависит от веса звеньев, сил внешней нагрузки, сил инерции звеньев и, так как конструкция была лишена подшипников, моментов трения. С помощью данного анализа были посчитаны оптимальные геометрические размеры протеза пропорциональные размерам реальной руки человека, а также по значению полученной обобщенной силы подобран двигатель и трос, выдерживающий 33 кг нагрузки.

Электромеханические протезы с нейронным управлением являются современным направлением развития реабилитации утраченных конечностей [8]. Интерфейс управления, использующий мышечные токи в качестве входных сигналов, обеспечивает интуитивное и естественное использование протеза, в отличие от механических аналогов. Данный принцип управления обеспечивает ограниченное количество каналов для подачи сигналов, но при грамотном использовании их можно обеспечить высокий уровень функциональности протеза.

В рамках проекта по созданию протеза был разработан алгоритм оценки мышечных сокращений. В дальнейшем планируется провести работу над написанием алгоритмов управления двигателями с помощью проанализированных данных мышечных сокращений, а также создать более интуитивную и «естественную» обратную связь.

Особенностями протеза, как конечного продукта является небольшой вес, быстрая масштабируемость модели в зависимости от возраста и физиологических параметров пациента, внешний вид приближен к человеческой руке, а также миоэлектрическое управление и наличие, в будущем, обратной связи. Данный протез поможет пациенту почувствовать себя полноценным членом общества.

Литература

1. Carrozza M.C., Cappiello G., Micera S., Edin B.B., Beccai L., Cipriani C. Design of a cybernetic hand for perception and action // Biological Cybernetics. – 2006. – V. 95(6). – P. 629–644.

2. Кривошеев С.В., Орманов Д.Р. Управление моделью многозвенного манипулятора с помощью значения электрических токов, снятых с поверхности руки // Автоматизация и современные технологии. – 2014. – № 2. – С. 41–44.
3. Борисов И.И., Резников С.С. Конструирование и моделирование протеза руки человека // Неделя Науки СПбГПУ. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Ч. 1. – 2014. – С. 85–88.
4. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
5. Брицкий В.Д., Заморуев Г.Б., Ноздрин М.А. Исследование рычажного механизма. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 30 с.
6. Шаньгин Е.С. Конспект лекций «Управление роботами и робототехническими системами». – Уфа, 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/dir/cat39/subj1292/file13007/view135824.html>, своб.
7. Борисов И.И., Кривошеев С.В., Резников С.С. Конструирование и математический анализ антропоморфного протеза кисти // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 2. – С. 351–352.
8. Micera S, Sabatini AM, Dario P, Rossi B. A hybrid approach to EMG pattern analysis for classification of arm movements using statistical and fuzzy techniques // Med Eng Phys. – 1999. – V. 21(5). – P. 303–311.
9. Борисов И.И., Кривошеев С.В., Резников С.С. Моделирование движения пальца протеза кисти // Альманах научный работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2014. – С. 55–58.

**Буйваленко Мария Сергеевна**

Год рождения: 1992

Институт холода и биотехнологий, факультет пищевой инженерии и автоматизации, кафедра техники мясных и молочных производств, группа № и4202

Специальность: 150400– Технологические машины и оборудование

e-mail: masha_bui@mail.ru

УДК 664.8.039.51**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПШЕНИЧНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ
ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,5–3,0 МКМ****М.С. Буйваленко****Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Ф. Демидов**

На мукомольных заводах при переработке зерна в муке образуются побочные продукты: отруби, зародыши, мучка. Отделяемые зародыши используются нерационально в качестве отрубей. Их широко применяют в комбикормовой, косметической, пекарной и кондитерской промышленности. В настоящее время использование пшеничных зародышей в качестве диетического, лечебно-профилактического питания актуально из-за высокого содержания в них группы витаминов, микроэлементов, а главное, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

При взаимодействии с кислородом воздуха происходит окисление ПНЖК под действием фермента липазы и липоксигеназы, следовательно, изменяются органолептические показатели пшеничных зародышей, такие, как вкус и запах. Также в процессе хранения повышается микрофлора из-за большого влагосодержания

продукта. Пшеничные зародыши, не стойки при хранении из-за высокого количества микроорганизмов. Для снижения активности ферментного комплекса и сохранения органолептических показателей пшеничных зародышей необходимо проводить тепловую обработку, снижая влагосодержание продукта до 6 кг/кг. В настоящее время сушка пшеничных зародышей осуществляется в вакуум-сублимационных установках. Она сопряжена со значительными затратами электроэнергии, металлоемкая и дорогостоящая.

Актуальным является нахождение наилучших параметров проведения процесса сушки пшеничных зародышей, учитывающее особенности теплоподвода при использовании инфракрасного (ИК) нагрева.

Исследования были проведены на стенде лаборатории кафедры ТМиМП ИХиБТ Университета ИТМО (рис. 1).

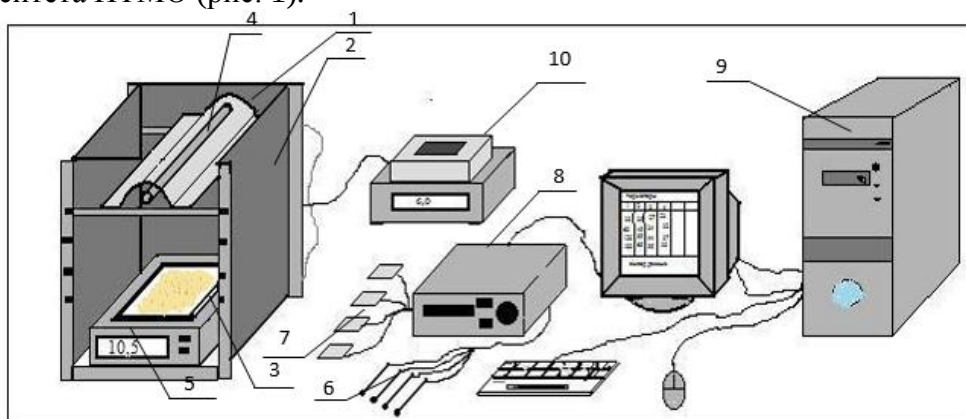


Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования процесса сушки пшеничных зародышей ИК-излучением: 1 – отражатель; 2 – сушильная камера; 3 – подложка (тефлоновая лента); 4 – инфракрасный излучатель; 5 – весы; 6 – термопары; 7 – датчики плотности теплового потока; 8 – измеритель теплопроводности ИТ-2; 9 – персональный компьютер; 10 – анализатор влажности ЭЛВИЗ-2

Продолжительность ИК-обработки при заданной плотности теплового потока ИК-излучения определяются временем достижения заданного влагосодержания 6 кг/кг и температуры на поверхности слоя обрабатываемого материала, не превышающей температуры, при которой происходит денатурация белка и разрушение витаминов (<70).

Были выявлены кинетические закономерности процесса сушки пшеничных зародышей на тефлоновой ленте ИК-излучением в зависимости от плотности теплового потока ИК-излучения, высоты слоя пшеничных зародышей, расстояния от ИК-излучателя с функциональной керамической оболочкой до слоя продукта.

Пшеничные зародыши (с влагосодержанием 12 кг/кг) равномерно распределяли на тефлоновой ленте слоем от 5 до 10 мм в сушильной камере и при заданных параметрах подвергали ИК-облучению сверху. Расстояние между ИК-излучателями составляло 60 мм.

Температуру поверхности слоя продукта, находящегося в сушильной камере установки, измеряли неконтактным ИК-термометром Raytek MiniTemp MT6. Температуру центра слоя пшеничных зародышей и на подложке определяли с помощью термопар, помещая их в слой пшеничных зародышей и на подложку.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались в виде уравнений регрессии для расчета времени сушки пшеничных зародышей ИК-излучением выделенного интервала частот в зависимости от параметров проведения процесса.

$$\tau = 866,0 - 134,4Z_1 - 66,0Z_2 - 15,5Z_3 + 2,8Z_2Z_3 + 10,0Z_1Z_2 + 2,8Z_1Z_3 - 0,4Z_1Z_2Z_3,$$

где τ – время сушки пшеничных зародышей, с; Z_1 – плотность теплового потока ИК-излучения, от 4,48 до 5,26 кВт/м²; Z_2 – высота слоя обрабатываемого материала, от 5 до 10 мм; Z_3 – расстояние от ИК-излучателя до слоя пшеничных зародышей, от 40 до 60 мм.

Из полученных данных были построены кривые процесса сушки изменяя главные параметры: высота слоя продукта, плотность теплового потока, расстояние ИК-излучателя до продукта.

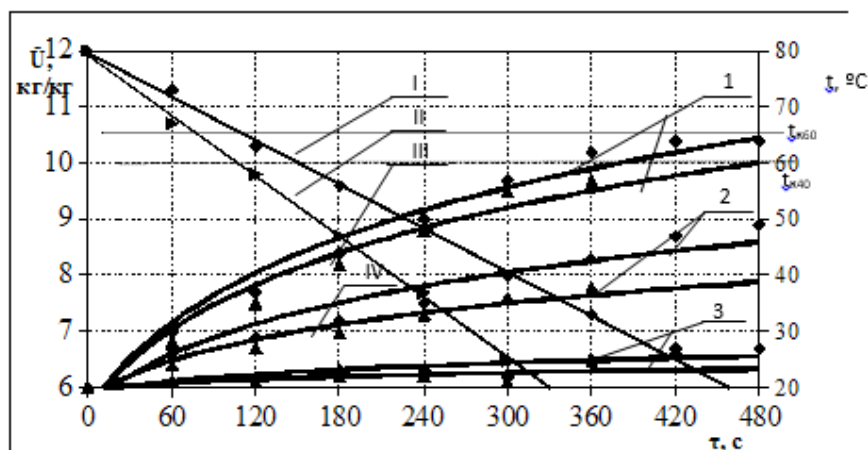


Рис. 2. Кривые процесса сушки ИК-излучением слоя пшеничных зародышей толщиной 10 мм при плотности теплового потока ИК-излучателя 5,26 кВт/м²:
I – $\bar{U}=\bar{U}(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II – $\bar{U}=\bar{U}(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III – $t=t(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; IV – $t=t(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм. 1 – на поверхности слоя продукта; 2 – в центре слоя; 3 – на подложке

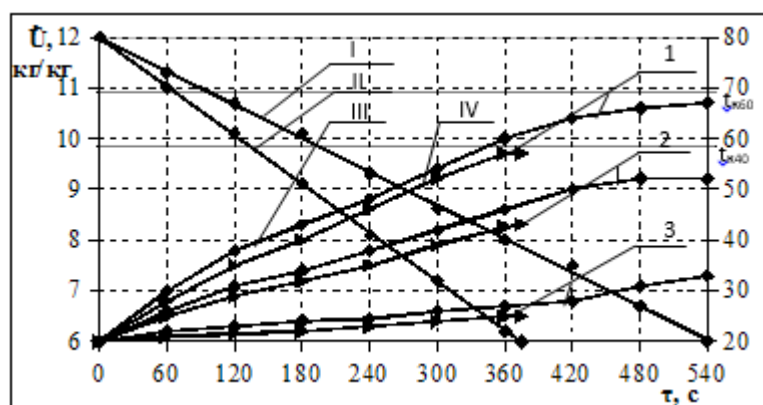


Рис. 3. Кривые процесса сушки ИК-излучением слоя пшеничных зародышей толщиной 10 мм при плотности теплового потока ИК-излучателя 4,48 кВт/м²:
I – $\bar{U}=\bar{U}(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II – $\bar{U}=\bar{U}(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III – $t=t(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; IV – $t=t(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм. 1 – на поверхности слоя продукта; 2 – в центре слоя; 3 – на подложке

Из приведенных температурных кривых можно сделать вывод, что температура на поверхности слоя пшеничных зародышей находится в пределах от 55 до 67°C, при этом она не превышает температуру, при которой происходит денатурация белка и разрушение витаминного комплекса и, как следствие, потеря питательных свойств продукта.

Так как в уменьшении времени сушки и увеличении производительности заключается интенсификация процесса сушки пшеничных зародышей, с учетом качества готового продукта были определены наилучшие режимы процесса.

Наилучшими параметрами для сушки пшеничных зародышей ИК-излучением являются: плотность теплового потока 4,48–5,26 кВт/м², высота слоя 5–10 мм, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40–60 мм. При таких значениях параметров минимальное время сушки пшеничных зародышей ИК-излучением составляет 300–450 с.

Литература

1. Ильясов С.Г., Красников В.В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 360 с.
2. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 210 с.
3. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технике: учеб. пособие для хим.-технол. вузов. – 2-е изд., перераб. и допол. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.



Власов Александр Андреевич

Год рождения: 1990

Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра световодной фотоники, группа № 4954

Специальность: 210400 – Телекоммуникации

e-mail: salusnetklim@yandex.ru

УДК 654 + 004.7

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КАБЕЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.В. Власов

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Алейник

Неизменным спутником человечества на протяжении всей мировой истории являлся научно-технический прогресс. Человек наблюдал за природой, используя принципы строения, организации и функционирования природных объектов при разработке и изготовлении различных технических объектов, материалов, приборов и систем. По мере совершенствования технологий, все более острой становилась нужда в точном и своевременном измерении различных величин при протекании производственных процессов – температуры, давления, освещенности, напряженностей электрического и магнитного полей и многих других. По мере развития технологий велись поиски способов повышения точности и эксплуатационных характеристик датчиков и измерительных систем. Наиболее точными на сегодняшний день признаны волоконно-оптические датчики (ВОД), построенные по интерферометрическим схемам. ВОД компактны, легки, выполнены

из диэлектрического материала, а, следовательно, взрывопожаробезопасны и невосприимчивы к электромагнитным помехам. Для использования массива ВОД необходим блок первичной обработки сигналов датчиков, оснащенный приемопередающим модулем для отправки данных на центральный узел. Именно разработке такого модуля и посвящена данная работа.

Выбор топологии, протокола передачи данных и элементной базы. Перспектива использования в составе распределенной кабельной системы накладывает на конструкцию приемопередающего модуля серьезные ограничения по массогабаритным показателям, энергопотреблению, надежности работы и обеспечения связи. Исходя из секционного строения измерительной системы, было принято решение использовать кольцевую топологию сети связи в каждой секции, что избавляет от необходимости организации связи между центральным узлом и каждым из блоков первичной обработки сигнала, сводя всю телекоммуникационную задачу к организации совокупности сеансов связи «точка-точка». В результате вся система связи приобретает вид так называемой топологии «ромашка», т.е. совокупности кольцевых топологий. Исходя из требований, предъявленных к разрабатываемому устройству, а также дополнительных ограничений, накладываемых особенностями конструкции и эксплуатации распределенных кабельных измерительных систем, был проведен анализ рынка элементной базы и материалов телекоммуникационного назначения, отобраны подходящие компоненты, для которых в соответствии с их схемами включения была составлена принципиальная схема разрабатываемого модуля и макет его печатной платы (рис. 1).

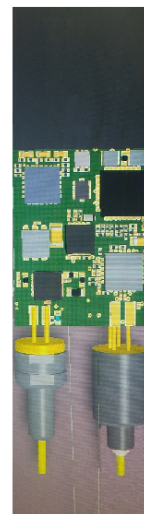
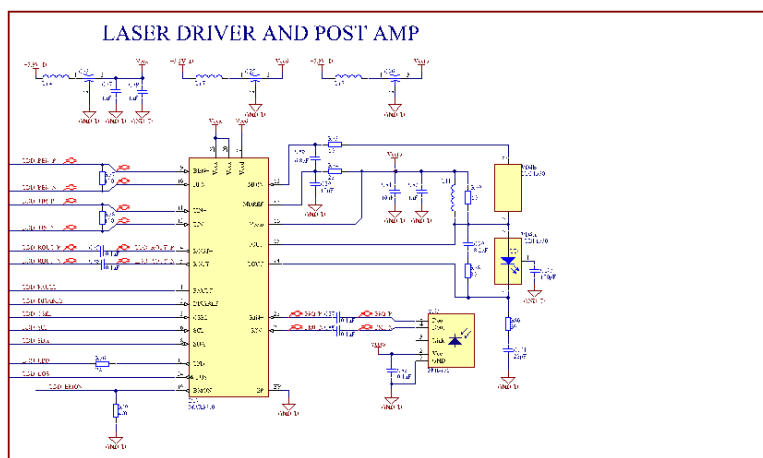


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема приемопередающего модуля и макет его печатной платы

Расчет необходимых параметров работы приемопередающего модуля был выполнен с учетом требований, предъявляемых к разрабатываемому устройству. Был рассчитан квантовый предел детектирования (фундаментальные ограничения работы устройства), порог срабатывания решающего устройства и его минимальный необходимый гистерезис, оценено влияние дисперсии оптического волокна, рассчитан необходимый запас по оптической мощности с учетом межсимвольной интерференции, изгибов кабеля, высокой влажности, резкой смены температур и других особенностей эксплуатации данной системы, проведен анализ оптического бюджета всех линий связи в распределенной кабельной измерительной системе при двух граничных условиях – ГУ1 (минимальная длина участка связи, минимальные

затухания – исследуется переход модуля в режим насыщения) и ГУ2 (максимальная длина участка связи, максимальные вносимые затухания – исследуется, не превышает ли коэффициент битовых ошибок BER требуемого значения), в результате чего были выявлены подходящие режимы работы приемопередающего модуля.

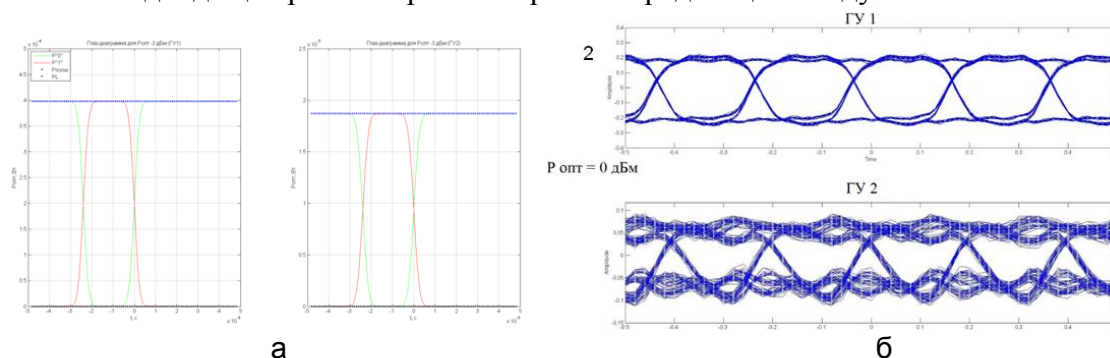


Рис. 2. Исследование параметров работы приемопередающего модуля: теоретически рассчитанные глаз-диаграммы (а); эксплуатационные глаз-диаграммы (б)

Исследование параметров работы приемопередающего волоконно-оптического модуля (рис. 2) проводилось в два этапа – теоретический расчет глаз-диаграмм работы устройства и нахождение по ним коэффициента возникновения битовых ошибок BER и построение эксплуатационных глаз-диаграмм работы устройства при помощи измерительного оборудования и прямое измерение BER. Для второго этапа исследования была подготовлена экспериментальная установка, состоящая из исследуемого модуля, соединенного с персональным компьютером, цифрового осциллографа, измерителя оптической мощности и двух катушек оптического волокна для имитации работы системы связи при двух граничных условиях. Измерение BER производилось путем генерации тестовой последовательности при помощи ПЛИС внутри приемопередающего модуля, ее передачи, приемом и сравнением переданной и принятой последовательности. Каждое битовое несовпадение свидетельствует об одной битовой ошибке. Проведенное исследование свидетельствует о том, что разработанный приемопередающий модуль работает в рамках предъявленных требований.

Литература

1. Quin L.B., Russel R.G. Fast Ethernet. – BHV: Wiley Computer Publishing, 1998. – 446 p.
2. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. Учебное пособие. – М.: ЛЕСАРпт, 2003. – 187 с.
3. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. – СПб: Питер, 2010. – 944 с.
4. Бурдин В.А., Баскаков В.С., Бурдин А.В., Косова А.Л. Расчет глаз-диаграммы канала связи волоконно-оптической системы передачи. – Самара, 2004. – 24 с.
5. Ткалич В.Л., Марусина М.Я., Воронцов Е.А., Скалецкая Н.Д. Основы метрологии, стандартизации и сертификации. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 164 с.
6. Зингеренко Ю.А. Оптические цифровые телекоммуникационные системы и сети цифровой синхронной иерархии. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 393 с.
7. Прохоров А.М. Физическая энциклопедия. Том 4. Пойнтинга–Робертсона–Стримеры. – Изд-во: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 701 с.
8. Иванов А.Б. Волоконная оптика. – М.: Сайрус Системс, 1999. – 658 с.

9. Канаков В.А. Новые технологии измерений в цифровых каналах передачи информации. Учеб. метод. пособие. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. – 91 с.
10. Шевцов Э.А., Белкин М.Е. Фотоприемные устройства волоконно-оптических систем передачи. – М.: Радио и связь, 1992. – 224 с.
11. Каталог радиоэлектронных компонентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.farnell.com, своб.
12. Официальный сайт компании Corning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.corning.com, своб.



Демьянюк Виталий Юрьевич

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4538

Специальность: 010500– Прикладная математика и информатика

e-mail: chavit92@gmail.com

УДК 575.112:004

**DE NOVO СЕКВЕНИРОВАНИЕ ПРОТЕИНОВ НА ОСНОВЕ TOP-DOWN
МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

В.Ю. Демьянюк (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст.н.с. К.В. Вяткина

(Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр
нанотехнологий РАН (Академический университет))

Протеины – это полимеры, состоящие из аминокислот, соединенных в цепочку пептидными связями. Для изучения свойств протеинов необходимо знать их аминокислотный состав. Одним из методов определения аминокислотного состава является tandemная масс-спектрометрия. Современные масс-спектрометры позволяют получать масс-спектрометрические данные следующих трех типов: top-down, bottom-up, middle-down. Эти данные впоследствии могут быть использованы для идентификации известных заранее протеинов методом поиска в базе данных [1, 2]. Иногда возникает потребность в определении аминокислотного состава неизвестных протеинов. На данный момент существуют методы позволяющие восстановить аминокислотный состав по bottom-up данным или по комбинированным наборам top-down и bottom-up данных. При этом анализ и сборка протеина только по bottom-up данным не всегда позволяет выявить посттрансляционные модификации.

Основной **целью работы** являлась разработка метода, позволяющего восстанавливать длинные фрагменты аминокислотной последовательности протеина только по top-down данным, полученным с использованием различных технологий фрагментации [3]. В дальнейшем при наличии метода, позволяющего восстановить аминокислотную последовательность целиком только по top-down данным, в некоторых случаях исчезнет необходимость в генерации bottom-up данных.

Входными данными для предложенного алгоритма является набор tandemных (MS/MS) масс-спектров, полученных для анализируемого протеина на основе технологии top-down. Идеальный масс-спектр состоял бы из набора пиков, соответствующих всем возможным массам префиксов и суффиксов аминокислотной

последовательности протеина. В действительности же, для некоторых масс пики будут отсутствовать, некоторые пики окажутся смещенными вследствие так называемых посттрансляционных модификаций, будут присутствовать «шумовые» пики, а некоторые спектры будут соответствовать фрагментам аминокислотной последовательности протеина, а не всей последовательности целиком. Данными обстоятельствами обусловлена алгоритмичность решаемой задачи.

Предлагаемый в работе метод заключается в восстановлении небольших фрагментов аминокислотной последовательности протеина и их последующем продлении. Предполагается, что короткие последовательности (теги) длиной от 6 до 9 аминокислот, присутствующие во многих спектрах, являются корректными, т.е. соответствуют фрагментам секвенируемого протеина. Для того чтобы найти такие теги для каждого спектра строится соответствующий ему спектральный граф [4]. Он устроен следующим образом: каждому пику соответствует вершина графа и пара вершин, соответствующих пикам, расстояние между которыми равно массе некоторой аминокислоты, соединены направленным ребром, с началом в вершине с меньшим значением массы, помеченным соответствующей аминокислотой. Затем в каждой компоненте связности полученного графа ищется самый длинный путь и из него извлекаются все возможные подпоследовательности фиксированной длины K , или K -теги. В дальнейшем для продления используются часто встречаемые K -теги.

Алгоритм продления аминокислотного фрагмента включает в себя три этапа, на каждом из которых исходные масс-спектры выравниваются относительно теоретического спектра уже полученного фрагмента, что позволяет присоединить дополнительные аминокислоты к одному или обоим его концам. Теоретический спектр фрагмента – это масс-спектр, состоящий из пиков соответствующих массам его префиксов. Данная процедура итеративно применяется несколько раз с небольшими модификациями.

Для анализа и тестирования разработанного алгоритма использовался набор данных, состоящий из 9881 масс-спектров, полученных для тяжелой и легкой цепи антитела MabCampath. Для всех K в диапазоне 6 до 9, хотя бы 85% K -тегов, встречающихся не менее 6 раз, являются корректными. Это хорошо соотносится с предположением о надежности часто встречаемых K -тегов.

В таблице приведены выбранные для продления K -меры и данные о результате их продления. Таким образом, с помощью предложенного метода удалось восстановить 75,7% аминокислотной последовательности легкой цепи.

Таблица. Результат продления K -тегов

K -мер	Цепь	Длина восстановленного фрагмента	Неправильные крайние аминокислоты (#)
SLSSTLTLS	легкая	100	9
PSSSLGTQT	тяжелая	73	19
RTFGQGTVK	легкая	13	0
ASLSSPSQT	легкая	62	4
FTFGSVTCT	тяжелая	14	0
NTKVDKKV	тяжелая	73	11
GPGSEQL	тяжелая	11	0

Покрытие данными тяжелой цепи, значительно хуже, нежели покрытие легкой цепи. Поэтому для тяжелой цепи количество восстановленных аминокислот оказалось значительно меньше.

Для подтверждения корректности выбранных значений различных параметров алгоритма, были проведены эксперименты, использовавшие другой набор top-down данных, состоящий из 2679 масс-спектров, полученных для гистона H4. На этом наборе данных удалось восстановить 83,5% (однако при этом вручную была добавлена информация о нескольких аминокислотах), что свидетельствует в пользу сделанного выбора.

В дальнейшем планируется усовершенствовать предложенный метод так, чтобы стало возможным восстановление аминокислотной последовательности протеина целиком.

Литература

1. Tanner S., Shu H., Frank A., Wang L., Zandi E., Mumby M., Pevzner P.A., Bafna V. Inspect: Fast and accurate identification of post-translationally modified peptides from tandem mass spectra // *Anal. Chem.* – 2005. – V. 77. – № 14. – P. 4626–4639.
2. Liu X., Sirotkin Y., Shen Y., Anderson G., Tsai Y.S., Ting Y.S., Goodlett D.R., Smith R.D., Bafna V., Pevzner P.A. Protein Identification Using Top-Down Spectra // *Molecular and Cellular Proteomics.* – 2012. – V. 11. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3433905/>, своб.
3. Coona J.J., Syka J.E., Shabanowitz J., Hunt D.F. Tandem Mass Spectrometry for Peptide and Protein Sequence Analysis // *BioTechniques.* – 2005. – V. 38. – № 4. – P. 519–523.
4. Dancik V., Addona T., Clauser K.R., Vath J.E., Pevzner P.A. De Novo Peptide Sequencing via Tandem Mass Spectrometry // *Journal of Computational Biology.* – 1999. – V. 6. – № 3/4. – P. 327–342.



Кнышев Арсений Игоревич

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа № 4147

Специальность: 220200 – Автоматизация и управление

e-mail: a.i.knyshev@gmail.com

УДК 007

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КОМПЕНСАЦИИ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

А.И. Кнышев

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кремлев

Рассмотрена задача компенсации внешнего неизмеримого гармонического возмущения при управлении полностью управляемым и полностью наблюдаемым линейным стационарным динамическим объектом.

Пусть динамические свойства рассматриваемого объекта описываются с помощью операторной модели [5]:

$$a(p)y(t) = b(p)[u(t) + f(t)], \quad (1)$$

где $p = d/dt$ – оператор дифференцирования; $y(t)$ – выход объекта управления; $u(t)$ – входной сигнал объекта (управляющее воздействие); $f(t)$ – внешнее возмущение, представимое в виде гармонической функции:

$$f(t) = \sigma_0 + \sigma \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

с неизвестными: амплитудой σ , частотой ω , смещением σ_0 , а также фазой φ :

$a(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0$, $b(s) = b_m s^m + a_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0$ – некоторые полиномы с неизвестными коэффициентами порядка n и m соответственно, $m = (n-1)$; $b(s)$ – гурвицев угол.

Задача: требуется для объекта (1) обеспечить стабилизацию положения равновесия за счет синтеза алгоритма управления, компенсирующего действие внешнего гармонического смещенного сигнала (2).

Одно из решений указанной задачи представлено, как было упомянуто выше, в работе [5], где постановка цели управления как решения задачи синтеза адаптивного алгоритма, обеспечивающего при любых начальных состояниях объекта (1) выполнение целевого условия:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0 \quad (3)$$

позволила синтезировать закон адаптивного управления вида:

$$u(t) = 3s^2 \xi(t) + 3s \xi(t) + \xi(t) - \tilde{\theta}(t)s \xi(t) - \gamma(t)y(t) \\ \frac{d\tilde{\theta}(t)}{dt} = k_a \xi(t)y(t) - \bar{k}_a \tilde{\theta}(t), \quad \frac{d\gamma(t)}{dt} = \gamma_0 y^2(t) - \bar{\gamma}_0(t)\gamma(t)$$

параметры k_a , $\gamma_0 = \text{const} > 0$; $\xi(t)$ – линейный фильтр третьего порядка:

$$\xi(t) = \frac{1}{(s+1)^3} u(t)$$

параметры $\bar{k}_a$ и $\bar{\gamma}_0$ определены в соответствии с выражениями:

$$\bar{k}_a = \bar{k}_a(\tilde{\theta}(t)) = \begin{cases} 0, |\tilde{\theta}(t)| < \theta_0, \\ \left[\frac{|\tilde{\theta}(t)|}{\theta_0} - 1 \right], & \theta_0 \leq |\tilde{\theta}(t)| \leq 2\theta_0, \\ 1, |\tilde{\theta}(t)| > 2\theta_0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\bar{\gamma}_0 = \bar{\gamma}_0(\gamma(t)) = \begin{cases} 0, |\gamma(t)| < \gamma_0, \\ \left[\frac{|\gamma(t)|}{\gamma_0} - 1 \right], & \gamma_0 \leq |\gamma(t)| \leq 2\gamma_0, \\ 1, |\gamma(t)| > 2\gamma_0 \end{cases} \quad (5)$$

Использование предложенного адаптивного закона управления (5)–(8) позволило осуществить компенсацию внешнего возмущения (2) и обеспечить устойчивость положения равновесия управляемого объекта (1) за счет выполнения целевого условия (4). Однако рассматриваемая задача может иметь более простое решение.

Адаптивные алгоритмы с периодической настройкой (ГПС). Если рассматривать задачу компенсации различного рода внешних помех, имеющих

циклический характер изменения, как частный случай управления периодическими режимами линейных стационарных объектов, то для ее решения могут быть использованы комбинированные адаптивно-периодические алгоритмы, полученные в [7].

С этой целью представим операторную модель объекта (1) в типовой векторно-матричной форме записи с априорно неизвестными параметрами:

$$\frac{dx(t)}{dt} = A(\xi)x(t) + b(\xi)u(t) + f(\xi, t), \quad y(t) = L^T(\xi)x(t), \quad (6)$$

где $x(t) \in R^n$ – вектор переменных состояний объекта; $u(t) \in R$, $y(t) \in R$ – соответственно скалярные управляющее воздействие и выход объекта; $A(\xi) = A_0 + b_0\chi_0(\xi)L^T(\xi)$ – стационарная матрица состояния в общем случае неустойчивая $b = b_0 = [0, \dots, 0, 1]^T$ – вектор управления соответствующего размера; A_0 – гурвицева матрица; $\chi_0(\xi) = \chi_0$ – некоторая постоянная величина; $L(\xi) = L = [l_1, \dots, l_n]^T$ – стационарный вектор, формирующий выход объекта управления; при этом, полином $l(s) = l_n s^{n-1} + l_{n-1} s^{n-2} + \dots + l_2 s + l_1$, составленный относительно положительных коэффициентов l_i , является гурвицевым; $f(\xi, t) = b_0 f_n(\xi, t) = [0, \dots, 0, f_{n,\xi}(t)]^T$, $|f_{n,\xi}(t)| < f_0 = \text{const} > 0$ – вектор внешних постоянно действующих возмущений с ограниченным по величине элементом, являющимся гармонической функцией (3); $\xi \in \Xi$ – параметр, задающий уровень или класс априорной неопределенности.

Следуя результатам работы [7], можно показать, что построение работоспособной системы управления, компенсирующей гармонические внешние возмущения, возможно за счет комбинированного адаптивного регулятора:

$$u(t) = \zeta u_{\text{пер}}(t) + u_{\text{инт}}(t)y(t) \quad (7)$$

с алгоритмами настройки, синтезированными в рамках критерия гиперустойчивости:

$$u_{\text{пер}}(t) = u_{\text{пер}}(t - T) + \alpha_0 z(t) \\ \frac{du_{\text{инт}}(t)}{dt} = \alpha_1 y(t)z(t). \quad (8)$$

$\zeta = \text{const} > 0$; $u_{\text{пер}}(t)$, $u_{\text{инт}}(t)$ – соответственно ГПС, и интегральная часть; α_0 , $\alpha_1 = \text{const} > 0$; $z(t)$ – ошибка рассогласования между выходом объекта и некоторой неявной эталонной моделью [7].

Имитационная модель построенной системы (рисунок) будет иметь более простую структуру в сравнении с рассмотренной адаптивной системой (1), (3), (5)–(8).

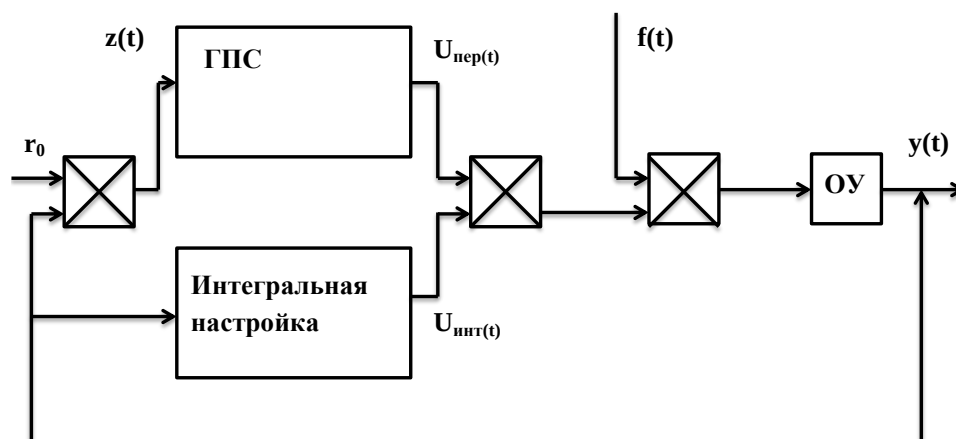


Рисунок. Структурная схема системы управления

Предложен способ решения задачи компенсации гармонических смещенных возмущений. Построенные с использованием полученных комбинированных адаптивных и робастных алгоритмов системы управления являются альтернативой адаптивной системе, предложенной в [5], и в сравнении с ней обладают более простой структурой, высоким быстродействием и хорошим качеством работы.

Литература

1. Jhonson C.D. Accomodation of external disturbances in linear regulator and servomechanis, problems // IEEE Transactions and automatic control. – 1971. – V. AC-16. – № 6. – P. 635–644.
2. Khalil H.K. Robust servomechanism output feedback controller for feedback linearizable systems // Automatica. – 1994. – V. 30. – № 10. – P. 1587–1599.
3. Loukianova G.V. Computer-aided design of controller compensating external disturbances // Preprints of 10th International of Student Olympiad on Automatic Control (Baltic Olympiad). – 2004. – P. 95–100.
4. Lueg P. Process of silencing sound oscillations. Патент США, 179-1, № 2.034.44.27.01.33.
5. Никифоров В.О. Нелинейная система управления с компенсацией внешних детерминированных возмущений // Известия РАН. Теория и системы управления. – 1997. – № 4. – С. 69–73.
6. Тартаковский Б.Д. Компенсация колебаний одномерных структур / В сб.: Колебания, излучение и демпфирование упругих структур. – М.: Наука, 1973. – С. 188–200.
7. Григорьев В.В., Дроздов В.Н., Лаврентьев В.В., Ушаков А.В. Синтез дискретных регуляторов при помощи ЭВМ. – Л.: Машиностроение, 1983. – С. 110–112.
8. Тартаковский Б.Д. Импедансные и энергетические характеристики многоканальной системы электромеханической компенсации вибраций и звукового поля / В сб.: Колебания, излучение и демпфирование упругих структур. – М.: Наука, 1973. – С. 201–208.



Коробейникова Анастасия Алексеевна

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 4314

Специальность: 200200 – Оптотехника

e-mail: nastiakor@gmail.com

УДК 681.786

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО
АВТОКОЛЛИМАТОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛЛИМАЦИОННЫХ УГЛОВ
С ПИРАМИДАЛЬНЫМ КОНТРОЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ**

А.А. Коробейникова

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.А. Коняхин

Высокоточные измерения углов является одной из важнейших операций в приборо- и машиностроении. Автоколлимационный метод измерения является наиболее перспективным и удобным методом, так как измерения осуществляются бесконтактным способом, а погрешность очень мала. Важной задачей, направленной на совершенствование автоколлиматоров (АК) является увеличение рабочей дистанции автоколлимационных измерений, что особенно актуально для измерений деформаций крупногабаритных сооружений.

Для решения метрологических (связанных с угловыми измерениями) задач эффективны двухкоординатные оптико-электронные АК, позволяющие контролировать положение объекта относительно двух осей, перпендикулярных оптической оси АК (коллимационные оси).

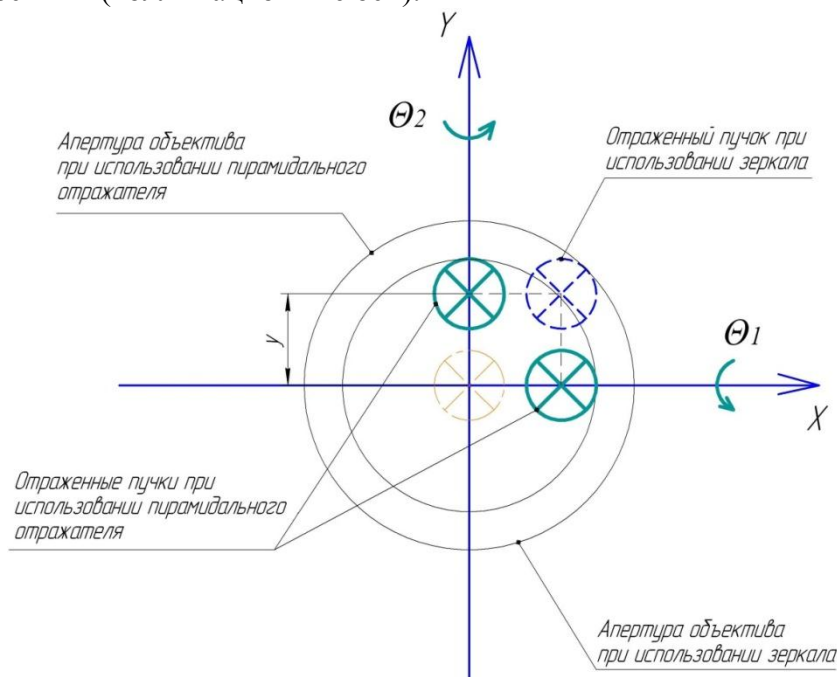


Рис. 1. Плоскость анализа автоколлимационного изображения

Двухкоординатные АК, производимые рассмотренными в ходе аналитического обзора фирмами, используются вместе с плоским зеркалом, которое крепится на

контролируемом объекте. Если зеркало наклонить на угол α относительно начального положения, то выходящий из объектива параллельный пучок лучей, отразившись от плоского зеркала, вернется в объектив под углом 2α относительно первоначального направления. Таким образом, изображение коллимационной марки построится в точке, отстоящей от центра плоскости матрицы на расстояние y (рис. 1), которое принято называть смещением автоколлимационного изображения.

Программа определяет величину смещения перекрестья y по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{f'_{\text{об}}}, \quad (1)$$

после чего нетрудно вычислить значение неперпендикулярности отражающей поверхности плоского зеркала и оптической оси АК.

Рабочая дистанция АК с плоским зеркалом не превышает 5 м. Одна из причин – значительное смещение отраженного пучка в плоскости апертуры объектива при наличии одновременно углов поворота относительно двух коллимационных осей.

В работе рассматривается отражатель в виде четырехугольной пирамиды, позволяющий увеличить рабочую дистанцию. Характерной его особенностью является то, что противолежащие грани составляют одну рабочую поверхность, и по этой причине параллельный пучок лучей, падающих на преломляющую грань при отражении, разделяется на два пучка, каждый из которых формирует соответствующая эквивалентная призма БР-180.

При вращении пирамиды относительно одной оси, каждый отраженный пучок в плоскости апертуры объектива будет перемещаться только вдоль ортогональной оси, в то время как по другой координате его положение меняться не будет. В результате диаметр объектива для приема этих двух пучков будет на корень из двух меньше, чем диаметр объектива для приема пучка, отраженного от плоского зеркала при тех же углах поворота (рис. 1). Это позволяет соответственно в $\sqrt{2}$ раз увеличить рабочую дистанцию АК простой заменой отражающего контрольного элемента (КЭ).

Полная погрешность измерений в нормальных условиях в диапазоне измерений угла ± 5 угл. мин. по обеим осям в соответствии с заданием должна составлять ± 1 угл. с. Полная погрешность измерений Δ_{max} определяется зависимостью

$$\Delta_{\text{max}} = \Delta_{\text{метод}} + \Delta_{\text{сист}} + \sqrt{\Delta_{\text{случ}}^2 + \Delta_{\text{дин}}^2}, \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{метод}}$ – методические погрешности (МП); $\Delta_{\text{сист}}$ – систематические погрешности; $\Delta_{\text{случ}}$ – случайные погрешности; $\Delta_{\text{дин}}$ – динамические погрешности.

Для анализа МП при использовании пирамидального отражателя получены выражения для матриц отраженных пучков. Вектор отраженного от отражателя луча $\bar{B}$ будет состоять из следующих составляющих:

$$\bar{B} = \begin{bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \alpha \cdot \cos \beta \\ \sin \beta \\ \cos \alpha \cdot \cos \beta \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Были получены выражения для более точного алгоритма вычисления угла поворота. Для первой призмы БР-180 $y = \operatorname{tg}(\alpha_i) \cdot f'_{\text{об}}$, где

$$\beta_i = \arcsin(-\sin 2\Theta_1 \cos^2 \Theta_2 \sin^2 \Theta_3 - \cos 2\Theta_1 \sin \Theta_2 \sin 2\Theta_3 - \sin 2\Theta_1 \cos 2\Theta_3) \quad (4)$$

$$\alpha_i = \arcsin\left(\frac{\cos \Theta_1 \sin 2\Theta_2 \sin^2 \Theta_3 + \sin \Theta_1 \cos \Theta_2 \sin 2\Theta_3}{\cos \beta_i}\right). \quad (5)$$

Для второй призмы БР-180 $x = \operatorname{tg}(\beta_i) \cdot f'_{\text{об}}$, где

$$\beta_i = \arcsin(\cos 2\Theta_1 \sin \Theta_2 \sin 2\Theta_3 - \sin 2\Theta_1 \cos^2 \Theta_2 \cos^2 \Theta_3 + \sin 2\Theta_1 \cos 2\Theta_3) \quad (6)$$

$$\alpha_i = \arcsin\left(\frac{\cos \Theta_1 \sin 2\Theta_2 \cos^2 \Theta_3 - \sin \Theta_1 \cos \Theta_2 \sin 2\Theta_3}{\cos \beta_i}\right). \quad (7)$$

Из-за используемого упрощения появляется существенная МП. По представленным графикам (рис. 2) видим, что ошибка растет с увеличением диапазона измерения α углов Θ_1, Θ_2 .

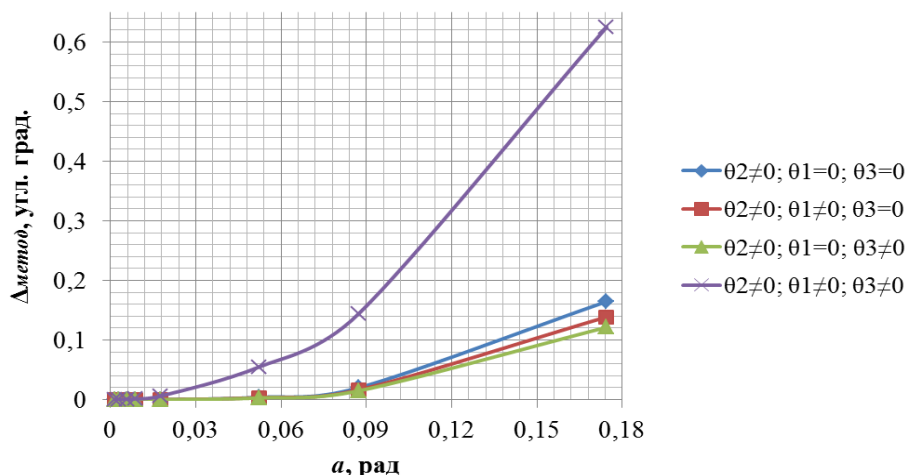


Рис. 2. Графики погрешности измерений из-за упрощения алгоритма

Также были найдены остальные составляющие погрешности. Полная погрешность системы составила

$$\Delta_{\max} = 6 \cdot 10^{-4} + 2,5 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^{-3} = 12,1 \cdot 10^{-3} \text{ угл. мин.} \approx 0,7 \text{ угл. с.}$$

В ходе данной работы были решены следующие задачи и получены результаты:

- проведен обзор оптико-электронных АК и выявлен их главный недостаток – небольшая рабочая дистанция;
- для решения задачи увеличения рабочей дистанции был предложен пирамидальный КЭ, который позволит в $\sqrt{2}$ раз увеличить рабочую дистанцию прибора, и выполнено его исследование на компьютерной модели;
- были выбраны основные элементы структурной схемы – объектив Юпитер-11, источник ИК ИД фирмы PARA LIGHT L-518EIR1C(BC) и приемник оптического излучения ПЗС-матрица фирмы Sony ICX279AL;
- произведен габаритно-энергетический расчет параметров основных оптических элементов;
- разработаны структурная и оптическая схемы оптико-электронного АК с пирамидальным отражателем;
- разработан чертеж блока отражателя;
- был выполнен расчет основных составляющих погрешности измерения: систематической, случайной, динамической и методической.

Суммарная погрешность системы составила 0,7 угл. с, что не превышает величину допустимой погрешности $\sigma_{\text{доп}} = 1$ угл. с. А, следовательно, в результате работы был спроектирован оптико-электронный АК с пирамидальным КЭ, позволяющий работать на дистанции 5 м с требуемой точностью.

Литература

1. Син Сянмин. Исследование и разработка трехкоординатных оптико-электронных автоколлиматоров. Автореферат. – СПб: ИТМО, 2007.
2. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Челибанов В.П. Приемники излучения. Учебное пособие для студентов оптических специальностей. – СПб: Папирус, 2003. – 527 с.
3. Парвулюсов Ю.Б., Родионов С.А., Солдатов В.П., Шехонин А.А., Якушенков Ю.Г. Проектирование оптико-электронных приборов. Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Логос, 2000. – 488 с.
4. Погарев Г.В., Киселев Н.Г. Оптические юстировочные задачи. Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1989. – 260 с.



Кравцов Никита Олегович

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4538

Специальность: 010500 – Прикладная математика и информатика
e-mail: linn1024@gmail.com

УДК 004.8

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИСХОДНОГО КОДА

Н.О. Кравцов

Научный руководитель – ассистент М.В. Буздалов

При разработке современного программного обеспечения значительную часть времени и усилий занимает процесс тестирования. Зачастую он сводится к анализу поведения программы на специально подобранном наборе тестов. Поскольку перебор всех возможных ситуаций неосуществим на практике, стараются выбрать небольшое число тестов, таких, чтобы по поведению программы на них можно было судить о ее поведении в целом.

Автоматизация процесса построения набора тестов позволит существенно сократить затраты на тестирование. Существует множество подходов к автоматизированному построению набора тестов.

При тестировании некоторых программ, таких как решения олимпиадных задач, нет необходимости проводить модульное тестирование. Для полноценного покрытия тестами олимпиадных задач необходимо генерировать тесты, подходящие под условие задачи. В данный момент чаще всего эти тесты генерируются вручную.

Для нахождения теста, на котором программа работает дольше всего или занимает слишком много памяти, необходимо знать количество действий совершенных программой и количество выделенной памяти.

Для того, чтобы определить число действий и объем используемой памяти программы, написанной на Java, можно вставить счетчики, которые в конце работы

программы выдадут, сколько действий было сделано в каждом участке кода программы, а также максимальную глубину стека.

Зная число действий, сделанных программой, можно реализовать алгоритм для нахождения теста, на котором программа работает дольше всего или занимает слишком много памяти. В таких случаях находят применение генетические алгоритмы [1, 2].

Но не все счетчики отражают реальное время работы программы. Поэтому отдельно стоит проблема определения нужных критериев для генетического алгоритма.

Целью работы являлась разработка способа автоматического внедрения счетчиков производительности в программу и разработка алгоритмов выбора критериев для генетического алгоритма.

С помощью утилиты ANTLR код был разбит на блоки, и в каждый блок была добавлена переменная, подсчитывающая число действий или объем выделяемой памяти. Блоки были выбраны из расчета на то, что программа зайдет в эти места несколько раз.

Подходы с использованием дополнительных критериев созданы для ускорения оптимизации целевого критерия. Но это не всегда верно, особенно если дополнительные критерии были созданы автоматически, т.е. дополнительные критерии могут помочь или, наоборот, воспрепятствовать оптимизации целевого критерия.

Разработаны алгоритмы, позволяющие выбирать нужный нам критерий. Данные алгоритмы обладают следующим свойством: если оптимизация хотя бы одного дополнительного критерия асимптотически быстрее, чем оптимизация целевого критерия, то весь алгоритм также будет асимптотически быстрее.

Для экспериментов была взята задача «Ships. Version 2» с сайта acm.timus.ru. На основе этой задачи была показана эффективность алгоритмов, представленных в работе, по сравнению с уже разработанными [3].

Для других экспериментов была взята задача «Work for robots» с сайта acm.timus.org. По ней также было проведено сравнение между счетчиками по времени и счетчиками по памяти.

Литература

1. Tlili M., Wappler S., Sthamer H. Improving evolutionary real-time testing // ACM, 2006. – P. 1917–1924.
2. Mueller F., Wegener J. A Comparison of Static Analysis and Evolutionary Testing for the Verification of Timing Constraints // IEEE Real Time Technology and Applications Symposium. – 1998. – P. 144–154.
3. Buzdalova A., Buzdalov M. Increasing Efficiency of Evolutionary Algorithms by Choosing between Auxiliary Fitness Functions with Reinforcement Learning // IEEE. – 2012. – P. 150–155.



Крохалева Надежда Эдуардовна

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: nadyuha.08@mail.ru

УДК 004.928

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Н.Э. Крохалева

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Ю. Перепелкина

В работе рассмотрен вопрос моделирования коленного сустава. Коленный сустав является одним из самых сложных и уязвимых в опорно-двигательной системе человека [1]. Это обусловлено тем, что в этом месте сочленяются самые длинные рычаги нижней конечности: бедренная кость и кости голени [2]. Анализ коленного сустава осложняется неоднозначностью относительных перемещений костей, его составляющих, поэтому зачастую прибегают к примитивизации и создают модели, отражающие, в рамках данного исследования, параметры коленного сустава. Это может быть двумерная плоская модель, основанная на бедренно-берцовом относительном движении. Может быть рассмотрено относительное движение бедро-голень, в зависимости от угла, на который согнуто колено. Четырехзвенный механизм в сагиттальной плоскости используется для сравнения теоретической и практической линии действия и момента. Колено рассматривают как задачу двумерного контакта в сагиттальной плоскости, где кривизна основных костей была получена путем прямого измерения. Существуют модели, в которых рассматривают три последовательных вращения коленного сустава. Колено представляют, как контактную модель, с шестью степенями свободы, где костные поверхности были получены путем прямого измерения [3]. Все представленные модели упрощают коленный сустав, что облегчает его исследование. В работе представлен альтернативный метод, заключающийся в построении геометрии рабочих поверхностей сустава, на основе томографии реального колена, что позволяет максимально приблизить модель к реальности.

В работе решается задача моделирования геометрии рабочих поверхностей коленного сустава на основе анализа снимков, полученных путем томографии. Обзор существующей информации позволяет определить актуальность работы и необходимость ее выполнения, на его основе был сделан вывод: необходимо смоделировать большеберцовую и бедренную кости, так как их рабочие поверхности во многом определяют специфику колена. После этого было изучено моделирование: его этапы, методы и виды моделирования, на основании изученной информации был сделан вывод: наиболее подходящим видом моделирования является комбинированное математическое моделирование. Оно способно наиболее полно описать мышечки коленного сустава. Далее были рассмотрены виды томографии. На основе обзорного исследования, была выбрана магнитно-резонансная томография, так как она является наиболее распространенной и доступной, кроме того она удовлетворяет требованиям, предъявленным к качеству изображения. Следующим шагом в программном пакете MATLAB была написана программа для обработки данных. Программа предназначена для получения контура кости, каждого снимка из серии.

В написанной программе определение контуров осуществляется полуавтоматически, управление наиболее важными динамическими параметрами, осуществляется пользователем. Результат работы программы представлен на рисунке, а.

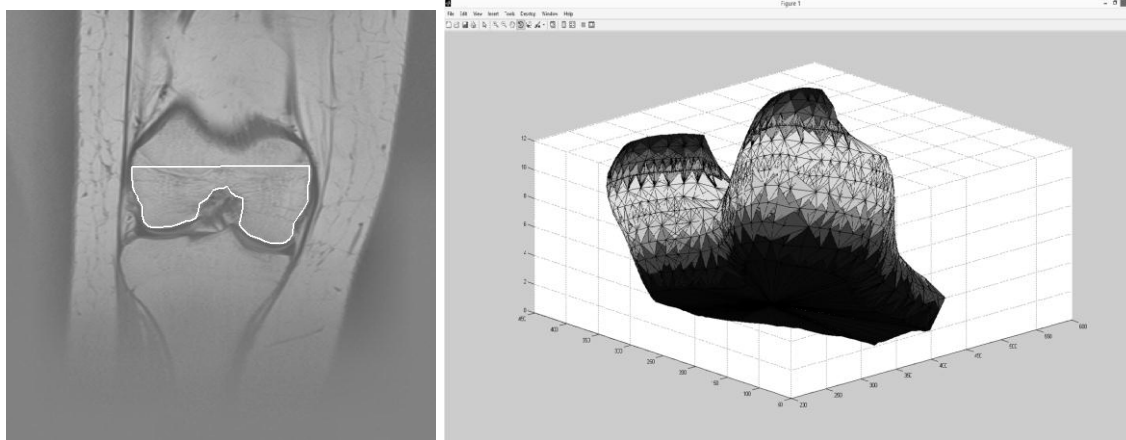


Рисунок. Контур, полученный с томографии после обработки первой программой (а); модель, построенная в результате работы второй программы (б)

После того как все контуры получены вторая программа обрабатывает их. В ней производится чтение массивов точек, содержащих в себе контуры среза кости, затем полученными данными последовательно заполняются слои, которые соединяются, образуя объемную модель поверхности кости. Результаты работы программы представлены на рисунке, б.

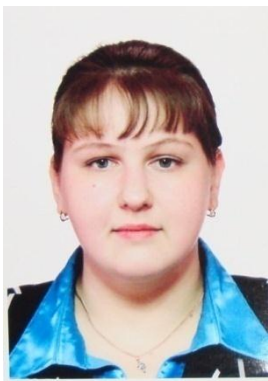
В результате работы были сделаны следующие выводы:

- коленный сустав является одним из самых сложных суставов с точки зрения биомеханики;
- анализ наиболее распространенных травм показал, что для моделирования геометрии рабочих поверхностей элементов коленного сустава необходимо смоделировать большеберцовую и бедренную кости;
- создана и проанализирована модель сопрягающихся рабочих поверхностей коленного сустава.

В дальнейшем, данные, полученные в ходе работы, а также трехмерные модели, построенные с их использованием, позволят определить законы движения костей друг относительно друга. Это даст возможность провести более глубокое исследование коленного сустава. А именно: создать классификацию суставов: выявить закономерности характерные для большинства суставов, и особенности индивидуальные для каждого из них. Наконец, используя классификацию как основу, создать модель здорового коленного сустава. Кроме того, полученные данные позволят исследовать колено с точки зрения статики, кинематики и динамики.

Литература

1. Гайворонский И.В. Анатомия и физиология человека: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Академия, 2011. – 496 с.
2. Крохалева Н.Э. Моделирование движения коленного сустава // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 2. – С. 359.
3. Farhat N., Mata V., Rosa D., Fayos J., Peirau X. Musculo-skeletal model for knee joint forces estimation in sport activities // 7th EUROMECH Solid Mechanics Conference J. Ambrósio et.al. (eds.) Lisbon, Portugal. – 2009.



Курганова Екатерина Владимировна

Год рождения: 1993

Институт холода и биотехнологий, факультет пищевых технологий,
кафедра мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом,
группа № и4301

Специальность: 260100 – Технология продуктов питания

e-mail: katia280693@yandex.ru

УДК 637.52:664.6 + 664.7

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИЙ РАСТИТЕЛЬНО-МЯСНЫХ
ПРОДУКТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Е.В. Курганова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Л. Ишевский

Питание значительной части населения в настоящее время является не только несбалансированным, но и недостаточным. Недостаточная обеспеченность пищи витаминами, белками, пищевыми волокнами и другими компонентами являются факторами, снижающими умственную и физическую работоспособность, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, повышающие риск возникновения злокачественных и сердечнососудистых заболеваний и ухудшающие иммунитет организма человека. Только посредством рационального использования компонентов пищи можно добиться улучшения обмена веществ в организме [1].

Актуальной задачей сохранения здоровья и продления жизни населения страны является обеспечение населения адекватным, биологически полноценным питанием всех возрастных и социальных групп граждан и в соответствии с этим разработка технологий качественно новых полноценных пищевых продуктов общего и специального назначения.

С целью улучшения структуры питания населения страны, необходимо создание новых продуктов с направленным изменением химического состава, соответствующим потребностям организма человека. Физиологические и биологические свойства этих продуктов не могут быть в достаточной степени удовлетворены без использования в их рецептурах неординарных ингредиентов, являющихся носителями индивидуальных, специфических свойств. При этом значительная роль отводится компонентам растительного происхождения, наряду с которыми также используется сырье животного происхождения.

Среди продуктов животного происхождения значительное место в питании человека занимает мясо, среди продуктов растительного происхождения – хлеб и хлебные продукты. Хлеб и другие зерномучные товары являются основными поставщиками углеводов – главного энергетического компонента пищи. Потребление пшеничного хлеба из муки первого или высшего сортов удовлетворяет потребность в жизненно необходимых аминокислотах (кроме лизина, так как содержание его в хлебе очень малы).

Биологическая ценность хлеба невелика, при введении в рецептуру белка животного происхождения она увеличивается. Основным белковым обогатителем, является мясо. Поэтому актуальна разработка новых рецептур растительно-мясной продукции, обогащенных пищевыми волокнами и минеральными веществами.

В связи с ростом благосостояния населения, развития сети ресторанов, кафе быстрого питания, розничных торговых точек, как в мегаполисах, так и в регионах способствуют развитию производства готовых продуктов с повышенной усваиваемостью. Особенностью технологии изготовления хлеба из пророщенного зерна с добавлением куриного фарша является получение продукта высокого качества при минимальных потерях сырья и максимальном выходе. Функциональные свойства продуктов увеличиваются за счет замены муки на пророщенное зерно, а с добавлением в хлеб мясного компонента увеличивается химический, минеральный составы [2].

Целью работы являлась разработка рецептов и рекомендуемой технологической схемы производства хлебно-мясного изделия на основе сырья растительного и животного происхождения.

В связи с этим решались следующие задачи: определить функционально-технологические свойства растительного продукта из пророщенного зерна, исследуя физико-химические, органолептические показатели хлеба и начинки из куриного фарша.

В технологии хлебно-мясного продукта использовалась мягкая белозерная пшеница. Главной особенностью для использования пшеницы в нашей технологии является содержание и физиологические свойства клейковины, от которой зависит качество готового хлеба. Помимо белка в пшенице содержится много минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон, в том числе – клетчатка.

В качестве основного животного сырья рентабельно использовать куриное мясо. Оно считается диетическим, потому что массовая доля жира (м.д.ж.) на 100 г составляет 5%, а у мяса индейки м.д.ж. – 9,5%. А также в курице много макро- и микроэлементов, витаминов и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Сочетание растительного и животного сырья позволяет создать новый продукт с новыми вкусовыми качествами. С помощью мясного компонента можно обогатить хлебный продукт недостающими витаминами, минеральными веществами и ПНЖК, а также животным белком.

Проросшее зерно в нашей технологии используется, потому что при помол пшеницы в муку используют внутреннюю часть зерна – эндосперму, а остальные части – плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой и зародыш, богатый белками, сахарами, жирами, незаменимыми микроэлементами, витаминами и ферментами – не измельчаются и попадают в отруби. С оболочкой теряется также такой элемент, как селен, без которого нарушается весь минеральный обмен. В связи с этим данная технология позволяет сохранить все полезные ценные части зерна и все вещества в своем нативном виде. В целом зерне содержатся: пищевые волокна (клетчатка), витамины, аминокислоты, минеральные вещества, белок и другие важные компоненты, заложенные природой в пророщенное зерно. Используя цельное зерно, мы обогащаем хлебные продукты важными компонентами [3].

Технология выпечного хлеба из проросшего зерна с начинкой из куриного мяса соответствует классической технологии производства обычного хлеба: замес теста, разделка, расстойка и выпечка, используются также стадии проращивания, на этапе подготовки сырья, приготовление и добавление начинки.

В тестовую массу из пророщенного зерна были добавлены дрожжи сухие, соль, сахар и вода. Мука в технологии не применяется.

По своему внешнему виду и вкусу хлеб из пророщенного зерна не отличается от обычного хлеба – имеет тонкую хрустящую корочку и аппетитный, приятный на вкус мякиш. При добавлении в этот хлеб курицу, он приобретает приятный сытный вкус.

Созданный растительно-мясной продукт – это новый комплексный продукт с высокой пищевой и биологической ценностью и высокими органолептическими показателями.

Литература

1. Маюрникова Л.А., Позняковский В.М., Суханов Б.П. и др. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: учеб. пособие. – СПб: ГИОРД, 2012. – 424 с.
2. Скуратовская О.Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами. – М.: Делипринт, 2003. – 128 с.
3. Курганова Е.В., Ишевский А.Л. Функционально-технологические свойства выпечного хлеба из пророщенного зерна // VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Материалы конференции. – 2013. – С. 430–433. – 818 с.



Ластовская Елена Александровна

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 4312

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: plastelinchik@mail.ru

УДК 681.785.5, 681.784.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ

Е.А. Ластовская

Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. А.Н. Чертов

В настоящее время спектральные методы анализа активно развиваются, внедряются и широко используются в различных сферах человеческой жизни, таких как аналитическая химия, астрофизика, металлургия, промышленность. Особый интерес представляют возможности спектральных методов в решении задач для неинвазивной диагностики состояния отдельных систем или всего организма человека в целом. Внедрение этих методов может открыть новые возможности в решении задач распознавания болезни на раннем этапе ее развития и диагностики состояния органов, а также могут обеспечить безболезненный контроль протекания заболевания.

Сахарный диабет – группа эндокринных заболеваний, развивающихся вследствие абсолютной или относительной недостаточности гормона инсулина, в результате чего развивается гипергликемия, стойкое увеличение содержания глюкозы в крови, и нарушаются все виды обмена веществ. Глюкометром называют устройство для измерения уровня сахара. Сейчас используют электрохимические глюкометры, которые измеряют показатели гликемии в соответствии с величиной тока, появляющегося при реакции глюкозы крови со специальными веществами в тест-полоске. Диабетическим больным необходимо ежедневно проверять уровень сахара в крови, что является не самой приятной процедурой. Можно с уверенностью сказать,

что создание неинвазивного глюкометра является весьма актуальной задачей современного медицинского приборостроения [1].

Исходя из объективной актуальности тематики, была определена цель научно-практических исследований – исследование и создание макета оптико-электронной системы неинвазивного контроля уровня глюкозы в крови (ОЭС НКГ).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить особенности поставленной задачи исследований;
- провести аналитический обзор существующих методов и средств неинвазивного контроля уровня сахара в крови;
- провести предварительные экспериментальные исследования;
- разработать структурную схему макета ОЭС НКГ и выбрать основные элементы;
- выполнить габаритно-энергетический расчет;
- разработать макет ОЭС НКГ и методику приведения измерений.

Для решения проблемы был предложен метод оптической неинвазивной диагностики, который основан на законах спектрофотометрии и заключается в регистрации и анализе спектральных характеристик излучения, пропущенного, отраженного или поглощенного объектом [2].

Для определения уровня техники и исследования существующих конструкций приборов были проведены информационно-патентные исследования и аналитический обзор, результаты которого позволили выявить, что разработок в данной области по всему миру ведется много, причем достаточно давно, что говорит об актуальности тематики. Важно отметить, что приборы и системы, определяющие концентрацию крови оптическим методом, исследуют спектральные характеристики биологического объекта, например фаланги пальца или мочки уха, причем конструктивные решения зависят от того, какой именно объект исследуется, а принцип действия остается неизменным. Для дальнейшего исследования была выбрана система для неинвазивного контроля уровня глюкозы в крови оптическим методом, в которой регистрируют и анализируют спектральную характеристику прошедшего через биологический объект излучения и связанную с ней оптическую плотность.

В процессе предварительных экспериментальных исследований были измерены коэффициенты пропускания мочки уха, фаланги пальца, водного раствора глюкозы и воды, анализ которых позволил сделать некоторые выводы:

- биологические объекты сильно поглощают излучение, что необходимо учитывать при создании макета ОЭС НКГ на этапе габаритно-энергетического расчета;
- в качестве объекта исследования предпочтительно выбрать мочку уха, так как ее коэффициент пропускания больше, чем у фаланги пальца;
- необходимо создать оптическую систему для эффективного ввода излучения в волоконно-оптический кабель (ВОК) и клипсу (К) для фиксации ВОК относительно друг друга и объекта исследования;
- необходимо выявить пересечение спектральных характеристик глюкозы с другими компонентами крови, а также теоретически и практически исследовать спектральных характеристик глюкозы более детально.

На первом этапе создания макета ОЭС НКГ была разработана его структурная схема. Система работает следующим образом: луч от источника излучения (ИИ), работающего от источника питания (ИП), через оптическую систему (ОС) с помощью ВОК направлен на биологический объект, в данном случае мочку уха, закрепленный в К. Прошедшее через ткань излучение по ВОК попадает в спектрометр (С), а затем в блок обработки информации (БОИ).

Затем были разработаны необходимые элементы: К (рис. 1), представляющая собой две упруго соединенные между собой с помощью пружины и стержня лапки, и

ОС на основе телеобъектива с выходным зрачком $D'=0,6$ мм и задним апертурным углом $2\omega'=4^\circ$, состоящая из четырех линз, зафиксированных в оправе насыпным методом.

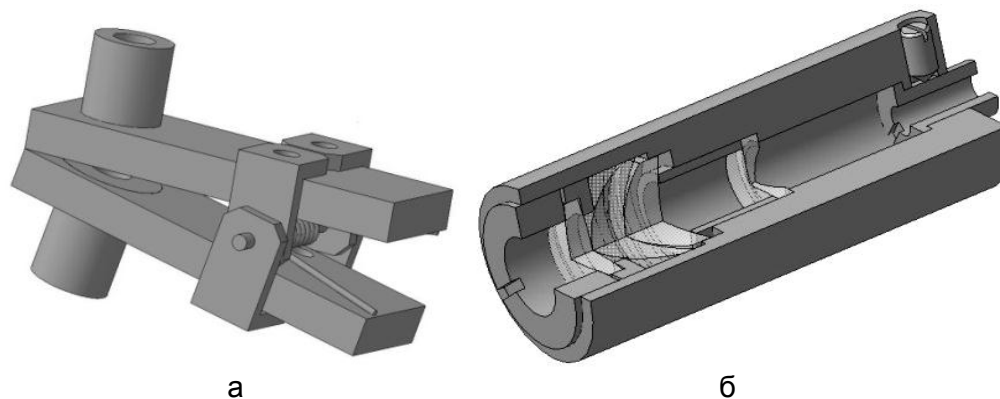


Рис. 1. Элементы макета: К (а); ОС (б)

Стоит отметить, что для первого макета выбран ИИ с широким спектральным составом, кварцевая лампа накаливания, для поиска варианта измерения концентрации глюкозы в любой области видимого спектра. Например, о возможном обнаружении глюкозы в диапазоне 500–565 нм говорит спектрофотометрическая лабораторная методика определения уровня сахара в крови. После нахождения той области спектра, в которой можно контролировать концентрацию сахара, планируется упростить систему: вместо источника с широким спектральным составом использовать светодиодные источники нужных длин волн, а в качестве приемника использовать не спектрометр, а фотодиод. В качестве ОИ выбран спектрометр USB4000 фирмы OceanOptics, а результат проведенного габаритно-энергетического расчета выявили достаточность яркости источника при выбранных габаритах ОС [3].

Была разработана методика проведения дальнейших экспериментальных исследований, направленных на поиск диапазона излучения, в котором глюкоза оказывает влияние на спектральные характеристики БОИ, а также сформирован макет ОЭС НКГ (рис. 2) из выбранных и разработанных элементов.

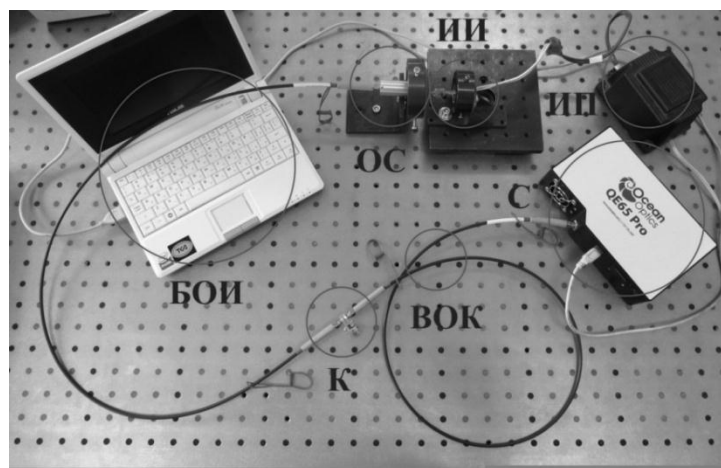


Рис. 2. Макет ОЭС НКГ

Практическая значимость работы заключается в том, что данная разработка в дальнейшем может быть использована для безболезненного контроля уровня глюкозы в крови больных сахарным диабетом, что подтвердил анализ полученных данных. Стоит отметить, что результаты работы могут быть использованы также для контроля

таких компонентов крови, как холестерин, гемоглобин, билирубин, инсулин, токсины [4].

Следующим этапом работы планируется доработка макета, набор статистики для уточнения методики обработки результатов измерения, упрощение системы заменой элементов на более дешевые и компактные, оценка погрешности измерений и поиск решений для ее уменьшения, создание корпуса прибора. Заключаящим этапом должны стать клинические испытания.

Литература

1. Фадеев П.А. Сахарный диабет. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2009. – 208 с. – (Как победить болезнь).
2. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. / Пер. с англ. под ред. В.В. Тучина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 368 с.
3. Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники оптического излучения. Учебное пособие для студентов оптических специальностей вузов. – СПб: Политехника, 2009. – 415 с.
4. Герасименко В.А. Современные методы определения глюкозы // Газета «Новости А/О Юнимед». – 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://unimeda.ru/articles/6826/9672/item/146?print=1>, своб.



Мазулина Вероника Васильевна

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа № 4148

Специальность: 220200 – Автоматизация и управление

e-mail: nikasummit@rambler.ru

УДК 681.518.5

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ НА ТРАССЕ С ПРЕПЯТСТВИЕМ

В.В. Мазулина

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.В. Литвинов

Существует большое количество мобильных роботов (МР) различных по своему функциональному назначению. Особо популярны машины, работающие в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и позволяющие минимизировать угрозу жизни человека. Поэтому было решено сконструировать четырехколесный МР, назначение которого – обследование территории, подвергшейся воздействию ЧС. Принцип работы системы следующий: оператор через персональный компьютер с помощью WiFi-модуля отправляет каждому из N роботов свою траекторию движения, которую они должны отработать на выделенном участке. По окончании работы, МР должен вернуться в исходную точку. Подобная организация рабочего процесса позволяет эффективнее использовать ограниченные энергоресурсы робота и минимизировать человеческие затраты (для управления системой нужен только один человек – оператор) [1].

Уже создано много машин, способных выполнять вышеуказанную задачу, однако их недостатком является несовершенство навигационной системы. В связи с этим требовалось разработать систему управления МР, которая решала бы следующие задачи:

1. обнаружение препятствий, мешающих дальнейшему следованию МР по заданной траектории;
2. нахождение оптимального пути объезда препятствия;
3. возвращение на первоначальную траекторию движения с целью достижения пункта назначения;
4. построение карты местности [2].

Главными требованиями предъявляемыми к разрабатываемой системе были универсальность и простота реализации.

Было составлено несколько алгоритмов работы системы навигации при работе с непредвиденными препятствиями.

В алгоритме № 1 в систему требовалось добавить только ультразвуковой датчик (УЗ). Когда датчик обнаруживает препятствие, с микроконтроллера робот получает сигнал «Повернуть на 30° вправо». Данное действие выполняется N раз до тех пор, пока препятствие не закончится. После робот поворачивается N раз на 30° влево, возвращаясь, таким образом, на первоначальную траекторию. Недостатки алгоритма – большие временные затраты, возможность работы с простейшими препятствиями типа «стена» и большая погрешность при возврате на изначальную траекторию движения [3].

Алгоритм № 2 требует меньшего времени на отработку по сравнению с алгоритмом № 1. Однако в техническую базу требуется добавить уже два УЗ датчика (один спереди, другой слева), цифровой компас и гироскоп. Последний предназначен для контроля положения компаса, который исправно работает только в строго горизонтальном положении. Пусть в некоторой точке передним датчиком фиксируется помеха. Тогда МР поворачивается на 90° вправо и начинает двигаться вперед, одновременно с этим сканируя территорию боковым датчиком. Когда боковой датчик зафиксирует отсутствие помехи с помощью цифрового компаса и гироскопа будет определен угол между направлением МР в момент обнаружения помехи и текущим, а затем скорректирована первоначальная траектория таким образом, чтобы робот мог завершить поставленную задачу. Недостаток алгоритма – робот объезжает препятствие не по самому оптимальному маршруту.

Алгоритм № 3 устраняет недостатки первых двух. Пусть в некоторой точке УЗ зафиксировал наличие препятствия перед роботом. Тогда с контроллера поступает сигнал «стоп». МР не двигается 30 сек, предотвращая этим возможность столкновения с движущимся препятствием (человеком, другим роботом). Если по истечению указанного времени датчик по прежнему видит помеху, то машинка повернет сначала на 30° вправо, а вместе с ней и УЗ, который жестко соединен с рулевым механизмом. Затем робот повернет на 30° влево от своего первоначального положения. При поворотах в массив заносятся значения расстояния до препятствия. После машинка приходит в первоначальное положение, ищет в массиве наибольшее значение. Если находится расстояние больше 30 см, то робот поворачивается на угол, который ему соответствует, иначе машинка отъезжает назад и повторяет вышеуказанные действия. Возврат на первоначальную траекторию аналогичен тому, что описан в алгоритме № 2.

Для реализации алгоритма № 3 в систему необходимо добавить один УЗ, цифровой компас и гироскоп. Недостаток данного алгоритма – возможность использования только при движении по плоской поверхности.

При движении по пересеченной местности можно использовать алгоритм № 4. В систему добавлен второй УЗ, который перемещается в вертикальной плоскости. Первый датчик, который перемещается в горизонтальной плоскости, сканирует местность на наличие препятствия. Если такового не обнаружено, то информация об отсутствии помехи сохраняется и машинка едет дальше. Если препятствие обнаружено, то УЗ № 2 сканирует местность в вертикальной плоскости. В память заносятся данные о расстоянии до препятствия, и строится график зависимости угла между поверхностью, по которой движется МР, и препятствием от высоты расположения датчика № 2 над поверхностью. Если угол наклона полученного графика больше 30° , значит, МР не сможет преодолеть препятствие «в лоб» и ему нужно перейти к алгоритму объезда препятствия № 2. Если угол меньше 30° , то МР может ехать вперед. Вместо УЗ, перемещающегося в вертикальной плоскости, можно использовать видеокамеру, которая будет также перемещаться в вертикальной плоскости. Стоит добавить, что для правильной работы датчиков, перемещающихся в вертикальной плоскости необходимо использовать гироскоп, который будет фиксировать въезд МР на наклонную плоскость. Это поспособствует тому, чтобы второй УЗ или видеокамера оставались в одном и том же положении и были всегда перпендикулярны плоской поверхности.

Таким образом, в ходе выполнения работы был сконструирован МР, способный самостоятельно перемещаться по заданной траектории, разработаны алгоритмы работы МР на трассе с препятствиями, создана программа, реализующая разработанные алгоритмы, а также предложены способы их технической реализации.

Литература

1. Мазулина В.В., Литвинов Ю.В., Фролов С.Н. Использование веб-камеры для обнаружения препятствия на пути движения мобильного робота // Системи обробки інформації. – 2013. – Вип. 7(114). – С. 24–26.
2. Мазулина В.В., Литвинов Ю.В., Фролов С.Н. Разработка алгоритма объезда препятствий мобильным роботом // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 1. – С. 292–293.
3. Мазулина В.В., Евстигнеев М.И., Гао Лу, Лазаревич А.А., Литвинов Ю.В., Мищенко Г.М., Фролов С.Н. Организация движения мобильного робота в заданную точку с учетом препятствий // Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka conference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». – 2014. – С. 40–45.



Мищенко Галина Михайловна

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики,
группа № 4149

Специальность: 220200 – Автоматизация и управление

e-mail: nipleg@mail.ru

УДК 681.586 + 681.515.8

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ПРЕПЯТСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Г.М. Мищенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.В. Литвинов

Роботы могут иметь широкий спектр применения от выполнения каких-либо рутинных операций до выполнения работ, представляющих угрозу здоровью и жизни человека, таких как борьба с терроризмом, разминирование подозрительных предметов, пожаротушение и т.п.

Однако для выполнения своих функций такие роботы должны уметь перемещаться по определенным траекториям в автоматическом режиме, т.е. без помощи человека.

Обычно в современных роботах для этой цели используется навигационная система, которая определяет собственные координаты робота, планирует траекторию в текущий момент времени и управляет его движением. Задача навигации включает в себя: определение своих координат в пространстве, обнаружение и объезд препятствий, построение карты местности и возврат на траекторию [1].

Основной **целью работы** являлось проектирование и разработка системы определения наличия препятствия с помощью технического зрения. Для достижения цели работы были проведены экспериментальные исследования на построенном мобильном роботе по обнаружению и объезду препятствий.

Разработка архитектуры мобильного робота. В качестве микроконтроллера использовался Arduino Leonardo. Навигационной системой выступили следующие сенсоры: ультразвуковой дальномер HC-SR04, видеочамера Logitech C100 и цифровой компас HMC5883L. Связь видеочамеры с компьютером и микроконтроллером осуществляется с помощью Wi-Fi.

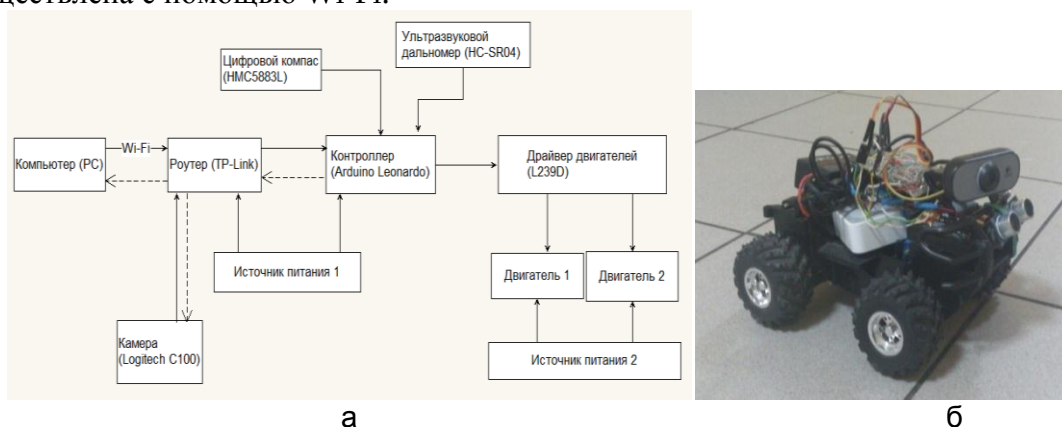


Рисунок. Функциональная схема устройства мобильного робота (а) и его внешний вид (б)

Алгоритм объезда препятствий. При обнаружении ультразвуковым датчиком препятствия на определенном расстоянии на пути следования робота, микроконтроллер получает сигнал остановиться на определенное время, на тот случай, если препятствие окажется подвижным и само уйдет с траектории. Если по истечению времени препятствие все еще видно, то робот получает сигнал команды «поворот направо на заданный угол» и движется вперед на некоторое количество тактов. После чего поворачивает на прежнее направление и еще раз проверяет путь на наличие препятствия. Если новых препятствий не обнаружено, то робот поворачивает влево на тот же угол, что он поворачивал вправо и проходит тоже число тактов, которое он проезжал при повороте направо. После чего возвращается на старую траекторию [2]. Параметры расстояния до препятствия, время ожидания, угол поворота и количество тактов задаются оператором на программном уровне.

Пример распознавания препятствия с использованием видеокамеры. С помощью цветовой модели HSV происходит выделение препятствия из фона. После выделения объекта, на результирующем изображении очерчиваются контуры препятствия и получают их координаты.

В процессе выполнения работы была разработана модель мобильного робота. Была выполнена гибкая аппаратная реализация, удобная для последующих изменений и модернизаций, и разработан алгоритм движения мобильного робота для обнаружения и объезда препятствия.

Литература

1. Евстигнеев М.И., Литвинов Ю.В., Лазаревич А.А., Гао Лу, Мищенко Г.М. Управление мобильным роботом на траектории с препятствием // Современные тенденции в образовании и науке: сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 26 частях. – 2013. – № 16. – С. 38–40.
2. Евстигнеев М.И., Гао Лу, Лазаревич А.А., Литвинов Ю.В., Мазулина В.В., Мищенко Г.М., Фролов С.Н. Организация движения мобильного робота в заданную точку с учетом препятствий // Matelially X mezinarodni vedecko-prakticka konference. Veda a technologie: krok do budoucnosti. –2014. – № 34. – С. 40–45.



Рубинштейн Ирина Васильевна

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: irenoch@gmail.com

УДК 517.443+51-72+617.58-77+617.3+611.718

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КЛАССИФИКАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НИЖНИХ
КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЯДОВ ФУРЬЕ**

И.В. Рубинштейн (Университет ИТМО)

Научный руководитель – С.И. Кривцова

(Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения)

В основном исследования движений нижних конечностей применяют в медицине, в таких областях, как ортопедия, ревматология, а также в кинематографии и робототехнике.

Нижние конечности обеспечивают подвижность, равновесие и являются источником силы. Они включают в себя кости ноги, стопы и кости таза, к которым они присоединены [5].

Движение нижних конечностей задает особенности походки человека.

При захвате системой Vicon движений людей с разными проблемами походки, эти особенности хорошо видны и их, возможно, воспроизвести в виде анимации движения испытуемого для последующего анализа и выявления проблемных моментов.

Разработка методики классификации поможет выделить общие моменты и особенности для людей разного возраста, пола, с разными отклонениями в походке. На основе полученных данных в дальнейшем можно будет выявлять различные заболевания опорно-двигательного аппарата человека, применять методику в кинематографии и робототехнике.

В данной работе рассматривается использование возможностей технологий захвата движения для анализа и синтеза индивидуальной модели походки.

Основной **целью работы** являлась разработка методики классификации движения нижних конечностей человека, с использованием данных захваченного движения и рядов Фурье.

Для проведения исследования был использован аппаратно-программный комплекс захвата движения испытуемого. Система Vicon выбранная для исследований представляет собой 10 камер Bonita V3 расположенных по периметру квадрата $5 \times 5 \text{ м}^2$, площадь, используемая при реальной записи захвата движения, составляет менее $3 \times 3 \text{ м}^2$. Камера Bonita V3 является инфракрасной (ИК) камерой с интегрированными ИК-осветителями и маркеры, отражающие ИК-излучение [6].

Данные каждого испытания записываются в реальном времени программой Vicon Blade, в файл движением каждой конечности, каждое движение можно просмотреть.

Из полученных данных в программе берется столбец, который обозначает движение стопы и импортирует в рабочую зону.

Первым шагом делается интерполяция по точкам и получается график движения стопы.

В работе рассматривается движение испытуемой женского пола.

На рис. 1, а посекундно показано изменение углов левой стопы во время движения. Для дальнейших исследований используется выбранный для исследования период шага.

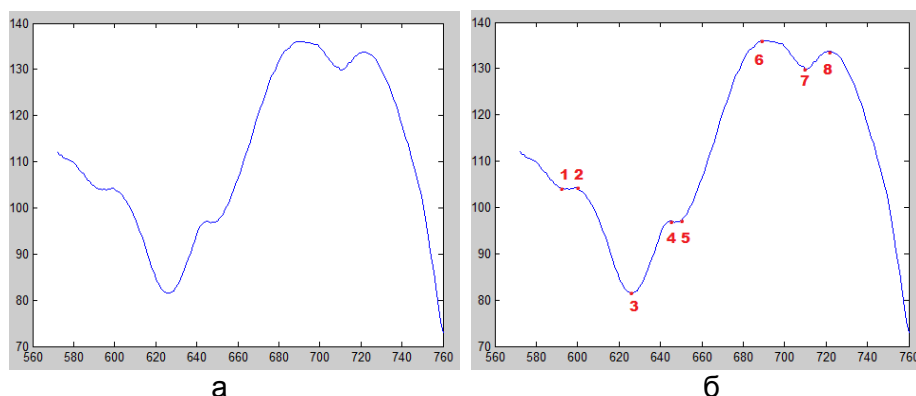


Рис. 1. Графики: изменения углов левой стопы во время движения (а) и движения левой стопы (б)

Выбранный период шага был рассмотрен в программе MotionBuilder, для подтверждения движения стопы соответственно графику.

На рис. 1, б рассматривается движение левой стопы. Точка 1 соответствует отрыву стопы, одновременно угол сгибания/разгибания голеностопного сустава начинает уменьшаться. Происходит вынос стопы вперед и колена вперед. От точки 2 до точки 3 угол продолжает уменьшаться с выпрямлением ноги. На интервале от 3 до 4-х угол начинает увеличиваться, происходит перенос веса тела на левую ногу и отрыв правой ступни. В точке 4 показана правая ступня перед отрывом, левая нога имеет опору на носок. В точке 5 бедренные части ног находятся рядом, и идет самая большая нагрузка на левую ступню, угол начинает уменьшаться. В точке 6 вес тела распределен между обеими ногами, соответственно правая нога опирается на пятку. На дальнейшем промежутке происходит перенос веса тела, угол становится минимальный. В точке 7 у нас начинается отрыв левой ступни и в точке 8 отрыв происходит.

Так как шаг человека индивидуален, и для того, чтобы иметь возможность сравнивать походки разных людей, на интервале между двумя соседними минимумами приводим их к одинаковому интервалу. Происходит сопоставление функции лежащей на отрезке между соседними минимумами, функции отрезка $0:2\pi$.

Таблица. Коэффициенты ряды Фурье

A_i	B_i
0,0018	-0,1100
0,0014	-0,0176
0,0014	-0,0209
0,0007	-0,0043
0,0002	-0,0021
-0,0002	-0,0002
0,0019	0,0019
-0,0002	-0,0002
-0,0021	0,0002
-0,0043	0,0007
-0,0209	0,0014
-0,0176	0,0014
-0,1100	0,0018

$C=1,1420$.

Проанализировав L2 норму для разного количества коэффициентов частичной суммы ряда Фурье, получилось, что 13 – самое подходящее число членов ряда. И для этого количества коэффициентов вычитывается частичная сумма ряда Фурье.

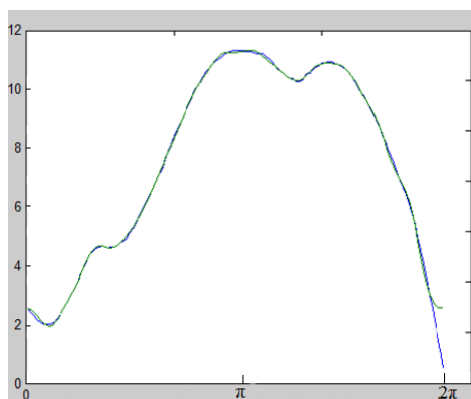


Рис. 2. При описании рядом Фурье

Рис. 2 дает хорошее представление верного согласования поставленной задачи с полученным результатом. Аналогичные действия были произведены и для других походок испытуемых.

В результате работы были получены коэффициенты ряда Фурье, графики, помещенные на одинаковый интервал от 0 до 2π , при помощи которых будет возможно сравнивать угол и фазу сгибания/разгибания голеностопного сустава и тем самым определять особенности походки каждого испытуемого.

Литература

1. Гониометрия // Медицинская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fasmer-dictionary.info/enc_medicine/Goniometrija-35137.html, своб.
2. Лабораторная ГУКиТ №2. – Калибровка системы и испытуемого, захват сцены с одним испытуемым.
3. Рубинштейн И.В., Кривцова С.И. Математический анализ данных по захвату движения нижних конечностей человека // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. – 2014. – Вып. 2. – С. 372–374.
4. Rubinstein I.V., Chachaeva A.V., Khlebushev L.S., Lavrov A.V., Musalimov V.M., Smolin A.A., Кривцова С.И. Hardware Capturing Analysis and Synthesis of Human Gait // Proceedings of the 14th International Symposium «Topical problems in the field of electrical and power engineering, Doctoral School of energy and geotechnology». – 2014. – № 1. – Р. 268–271.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gaftion.ru/bazovaya-texnika-vozdejstviya-na-nizhnie-konechnosti/predely-dvizheniya-nizhnix-konechnostej/>, своб.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.svga.ru/product_info.php?products_id=696, своб.

**Селькин Виталий Евгеньевич**

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем,
группа № 4312Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: itmoselkin@gmail.com

УДК 681.786**РАЗРАБОТКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ
СООСНОСТИ С ПРИВЯЗКОЙ К ПОЛОЖЕНИЮ РЕПЕРНОГО ЭЛЕМЕНТА****В.Е. Селькин****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Тимофеев**

Краткое введение. Постановка проблемы. В настоящее время актуальной проблемой является обеспечение точности позиционирования элементов турбоагрегатов атомных и гидроэлектростанций относительно линии вала. При решении данной задачи приоритетным является использование оптико-электронных измерительных систем контроля соосности (СКС). На предшествующей стадии исследования были проведен обзор разработок по данному классу приборов, на основании которого была выбрана СКС, разработанная в Университете ИТМО; разработана структурная схема [1–3].

Цель работы – разработка, исследование основных параметров и погрешностей оптико-электронной системы контроля соосного положения элементов турбоагрегатов с привязкой к положению реперного элемента (РЭ).

Базовые положения исследования. Предлагается модифицировать систему путем выноса измерительных источников излучения (ИИ) на промежуточный контрольный элемент (ПКЭ). Привязка измерительной базы осуществляется к базовой линии, формируемой отражателем и РЭ. Достоинства данной системы заключаются в возможности контроля смещений на коротких дистанциях и компенсации погрешности приемно-передающего блока (ППБ).

Промежуточные результаты. Вследствие того что для определения координат изображений ИИ на приемнике оптического излучения (ПОИ) используется метод определения энергетических центров [4], необходимо выбирать ИИ, излучающие в малом телесном углу, имеющие максимально равномерную яркость излучения и небольшой диаметр линзы. На основании данных критериев выбор был сделан в пользу полупроводникового излучающего диода (ПВД) АЛ115В, который от схожих аналогов (АЛ107Б, АЛ115А и т.д.) отличается меньшей мощностью излучения, что делает его использование энергетически эффективным [5].

Учитывая технологический уровень сложности изготовления собственной камеры при наличии ПОИ, было решено выбирать готовую камеру. С учетом вышеуказанных требований предложено использовать бескорпусную цветную мегапиксельную телевизионную камеру высокого разрешения VEI-545 фирмы ЭВС (Россия), светочувствительным элементом которой является КМОП-матрица OV5620 производства фирмы OmniVision [6].

Габаритный и энергетический расчеты показали, что выбирать объектив стоит с $f' = 272$ мм и относительным отверстием не менее $\frac{1}{41}$. Выбор был сделан в пользу телеобъектива ПК-300, который был промасштабирован и обернут до достижения требуемых параметров.

На основании расчетов были выбраны основные параметры ПКЭ: базовое расстояние между ИИ составило 60 мм, диаметр отверстия 45 мм.

Для достижения необходимых технических требований, на основании расчетов, целесообразно использовать отражатель, габаритные размеры которого составляют 78 мм.

В качестве исследования погрешностей системы рассматривались погрешности, образующиеся от градиента температуры, неточности определения изображений ИИ на ПОИ и неточности установки ИИ на ПКЭ [7]. Расчеты производились для наихудшего случая, т.е. для максимальной контролируемой дистанции (10 м). В результате проведенных исследований суммарная погрешность на максимальной дистанции составила 0,106 мм. В целях компенсации суммарной погрешности для достижения требуемых параметров было решено калибровать систему, принцип которой заключается в провешивании базовой линии через смещенный геометрический центр измерительной базы, вызванный децентрировкой ИИ на ПКЭ. В результате калибровки системы суммарная погрешность измерений составила 0,032 мм.

Основной результат. Практические результаты. В результате проделанной работы был проведен обзор разработок по данному классу, на основании которого была выбрана СКС от Университета ИТМО для модификации.

На базе выбранной системы была разработана новая структурная схема, в который были учтены недостатки предыдущей системы. На основании этого достоинствами системы составили возможность контроля смещений на коротких расстояниях и компенсация погрешности ППБ.

Кроме того, был сделан выбор основных параметров: в качестве камеры была выбрана VEI-545 с КМОП-матрица OV5620, в качестве ИИ были выбраны ПИД АЛ115В.

На основании произведенных габаритного и энергетического расчетов была разработана оптическая схема системы, в которой объективом является телеобъектив ПК-300 с параметрами: $f' = 272$, $2\omega = 5^\circ$, $D/f' = 1:4$.

Также была разработана конструкция ПКЭ с параметрами $d_{\text{базы}} = 60$ мм, $d_{\text{отв}} = 45$ мм, произведен расчет погрешностей, на основании которого можно сделать вывод, что предлагаемая система удовлетворяется техническим требованиям.

Перспективным направлением развития являются осуществление многоточечного контроля и дистанционного управления ПИД.

Литература

1. Селькин В.Е. Критический обзор оптико-электронных приборов контроля соосности // Актуальные вопросы построения оптико-электронных систем. IV сессия научной школы «Оптико-электронное приборостроение». Сб. трудов молодых ученых. – 2012. – С. 76–81.
2. Селькин В.Е. Построение оптико-электронной системы контроля соосности с привязкой к положению пассивного реперного элемента // Альманах научных работ молодых ученых НИУ ИТМО. – 2013. – С. 277–279.

3. Селькин В.Е. Разработка оптико-электронной системы контроля соосности с привязкой к положению реперного элемента // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. Труды молодых ученых. – 2013. – Вып. 2. – С. 129–130.
4. Андреев А.Л., Ярышев С.Н., Стрелков А.Р. Аппаратные и программные средства оптико-электронных приборов с телевизионными датчиками на ФПЗС. Методическое указание. – СПб: ИТМО, 1995. – 49 с.
5. Описание технических требований к диоду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/product/al115v.aspx>, своб.
6. Руководство по эксплуатации. Бескорпусная цветная мегапиксельная телевизионная камера высокого разрешения. Модель VEA/VEI-545, ОАО «ЭВС», 2008. – 5 с.
7. Анисимов А.Г., Алеев А.М., Пантюшин А.В., Тимофеев А.Н. Основные погрешности контроля соосности с помощью авторефлексионной оптико-электронной системы // Оптический журнал. – 2009. – № 76(1). – С. 3–9.



Трофимов Александр

Год рождения: 1993

Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптоинформационных технологий и материалов,
группа № 4351

Специальность: 200600– Фотоника и оптоинформатика

e-mail: exexceptional777@mail.ru

УДК 535.343.2 + 535.37

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФТР-СТЕКОЛ НА СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПРИ РЕНТГЕНОВСКОМ ОБЛУЧЕНИИ

А. Трофимов

Научный руководитель – д.х.н., профессор В.А. Цехомский

Стекла, содержащие серебро, находят широкое применение при создании функциональных оптических материалов для устройств оптики и фотоники [1–3]. В зависимости от условий синтеза стекла и последующей обработки серебро может находиться в стекле в виде ионов Ag^+ , заряженных молекулярных кластеров Ag_n^{m+} , атомов Ag^0 , нейтральных молекулярных кластеров Ag_n или наночастиц [1, 4]. Например, в стеклах, содержащих серебро и фотосенсибилизатор – ионы церия Ce^{3+} , УФ-облучение приводит к переводу молекулярных кластеров серебра из заряженного в нейтральное состояние, в котором молекулярные кластеры обладают интенсивной люминесценцией в видимой области спектра [4–6]. Формирование в стекле свободных электронов, необходимых для подобной трансформации, может быть обеспечено и при использовании других ионизирующих излучений – рентгеновского, гамма-излучения, синхротронного и пучков ускоренных ионов. Воздействие ионизирующих излучений приводит к разрыву химических связей в сетке стекла и появлению большого количества структурных дефектов. Типы структурных дефектов в стеклах и их оптические и электронные свойства подробно изучены в работах [7–10]. Известно, что ионы щелочных металлов являются источниками катионных вакансий, являющихся, в основном, дырочными центрами при облучении ионизирующим

излучением. Что же касается Ag^+ , этот ион может замещать ионы щелочных металлов, но это замещение зависит от природы и ионного радиуса щелочного иона.

Очевидно, что взаимное влияние структурных дефектов и ионов щелочных металлов и серебра должно оказывать влияние на оптические характеристики стекла. Однако до настоящего времени такое влияние подробно не изучалось.

Поэтому в настоящей работе были поставлены задачи исследования влияния ионов щелочных металлов и серебра на образование структурных дефектов в силикатных стеклах и на их оптические свойства после рентгеновского облучения.

Основной **целью работы** являлось исследование влияния рентгеновского облучения на спектрально-люминесцентные свойства ФТР-стекол, содержащих ионы Li^+ , K^+ или Na^+ . Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи: проведение рентгеновского облучения образцов в течение 10, 15 и 30 мин, последовательная термообработка образцов при различных условиях, исследование изменений спектральных свойств при введении Ag_2O , измерение спектрально-люминесцентных свойств.

Стекла с ионами Na^+ . В стеклах данного состава наблюдается что, облучение приводит к существенному увеличению оптической плотности в спектральном интервале 230–600 нм, что является результатом наложения нескольких полос поглощения. Причиной этого является ионизация компонентов матрицы стекла с образованием электронов и дырок, а также разрыв химических связей сетки стекла с образованием нескольких типов заряженных и нейтральных структурных дефектов. Сопоставление с литературными данными [7–10] позволяет сделать вывод, что увеличение поглощения в спектральном интервале 230–250 нм связано с увеличением концентрации структурных дефектов вида $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{O}$ (peroxideradical), $\equiv\text{Si}\cdot$ (E' -центры) и $\equiv\text{Si}-\text{O}^--\text{Na}^+$ (silanolates, L -центры).

Рентгеновское облучение стекла, содержащего ионы натрия и серебра, приводит к существенному (более, чем в 3 раза) увеличению поглощения в спектральном интервале 300–450 нм, по сравнению со стеклом, не содержащим серебра. Увеличение дозы облучения сопровождается увеличением поглощения в указанном спектральном интервале. При этом на спектре появляется выраженная полоса поглощения вблизи $\lambda=300$ нм. Вклад в эту полосу поглощения вносят L -центры вида $\equiv\text{Si}-\text{O}^--\text{Ag}^+$, а также ионы и нейтральные атомы серебра. Увеличение поглощения в спектральном интервале 350–450 нм вызвано поглощением нейтральными молекулярными кластерами серебра вида Ag_2 и Ag_3 , а также дефектами вида NBOH -центры. Присутствие молекулярных кластеров серебра в стекле после рентгеновского облучения подтверждается появлением интенсивной люминесценции в видимой области спектра в облученных зонах стекла при возбуждении люминесценции излучением с длиной волны 405 нм.

При термообработке стекла, облученного в течение 30 мин, слабо влияет на спектр оптической плотности. Термообработка стекла, облученного в течение 15 мин, приводит к сглаживанию полосы поглощения вблизи $\lambda=300$ нм. Причиной этого может быть термический распад L -центров и перераспределение электронов в стекле с увеличением концентрации атомарного серебра и уменьшением концентрации ионов Ag^+ , имеющих более интенсивную полосу поглощения, чем Ag^0 [17, 18].

Стекла с ионами Li^+ . Замена ионов Na^+ на ионы Li^+ приводит к существенному увеличению поглощения в спектральном интервале 250–320 нм. При этом максимум поглощения вблизи $\lambda=300$ нм выражен слабее, чем в стеклах с ионами Na^+ . Причиной увеличения поглощения может быть, как увеличение концентрации структурных дефектов типа ET -центры и L -центры, так и увеличение силы осцилляторов в L -центрах вида $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Li}$ и $\equiv\text{Si}-\text{O}^--\text{Li}^+$.

Термообработка при $t=200^{\circ}\text{C}$ в течение 1 ч приводит к увеличению поглощения в спектральном интервале 270–310 нм и уменьшению поглощения в спектральном интервале 330–480 нм. При увеличении продолжительности термообработки данная тенденция сохраняется. Данный эффект может быть вызван перераспределением электронов между *ET*-центрами и *NBOH*-центрами.

Стекла с ионами K^+ . В калий содержащих стеклах максимум полосы поглощения сдвигается с $\lambda=300$ нм на $\lambda=313$ нм, а его амплитуда возрастает. Это указывает на возможное образование комплексов вида «*ET*-центр-ион щелочного металла». Поглощение в спектральном интервале 400–500 нм мало отличается от поглощения в литий- и натрий-содержащих стеклах. Отсюда можно сделать вывод, что замена ионов щелочных металлов слабо влияет на концентрацию *NBOH*-центров.

Изменение иона щелочного металла приводит к спектральному сдвигу и изменению ширины полос люминесценции. Известно [4], что в стеклах исследуемой системы серебро исходно находится в виде ионов заряженных молекулярных кластеров 2Ag^+ , имеющих слабую люминесценцию в видимой области спектра. Перевод молекулярных кластеров из заряженного в нейтральное состояние приводит к существенному увеличению интенсивности люминесценции в видимой области спектра. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что свободные электроны, возникающие при рентгеновском облучении, переводят молекулярные кластеры серебра из заряженного в нейтральное состояние. При возбуждении излучением с длиной волны 405 нм вклад в коротковолновую часть полос люминесценции вносят нейтральные молекулярные кластеры Ag_4 , в центральную часть полос люминесценции – молекулярные кластеры Ag_2 , а в длинноволновую часть – молекулярные кластеры Ag_3 . Ионы щелочных металлов оказывают влияние на спектральное положение и ширину полос люминесценции. Методами численного моделирования молекулярные кластеры серебра могут образовывать стабильные заряженные и нейтральные комплексы вида $\text{Ag}_n\text{-X}$ ($n=2\text{--}7$, $\text{X}=\text{H}, \text{O}, \text{Cl}, \text{CO}, \text{Hg}$). Поэтому можно предположить, что в исследованных стеклах возможно образование комплексов вида $\text{Ag}_n\text{-Me}$, где $\text{Me}=\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$. При рентгеновском облучении в условиях высокой концентрации индуцированных электронов и дырочных центров могут образовываться не только кластеры Ag_n , но и отрицательно заряженные кластеры. Отрицательно заряженные кластеры серебра притягивают к себе положительно заряженные ионы: $\text{Ag}^+, \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$. Наибольшей подвижностью обладают ионы Ag^+ . Частичная замена Na^+ на Li^+ приводит к резкому уменьшению коэффициента диффузии как в результате уменьшения концентрации Na_2O , так и за счет эффекта двух щелочей; в чисто натриевых стеклах, содержащих Al_2O_3 , наблюдается относительно высокий коэффициент диффузии ионов натрия и, по-видимому, серебра. В калиевых стеклах можно ожидать уменьшение коэффициента диффузии одновалентных ионов. Вместе с тем есть основания полагать образование в этих стеклах комплексов $[\text{ZnO}_{4/2}]^{2-}$. В таком комплексе отрицательный заряд компенсируют два щелочных иона или (2Ag^+), следовательно, при радиационном облучении в калиевых стеклах могут возникать кластеры Ag_2 .

Представленные результаты показывают, что ионы щелочных металлов и серебра оказывают существенное влияние на образование и оптические свойства структурных дефектов в силикатном стекле после рентгеновского облучения.

Литература

1. Perez D.P. Silver nanoparticles. – Vukovar: In-Tech, Croatia, 2010. – 334 p.
2. Schwartz M. Encyclopedia of smart materials. V. 2. – Ed. by. John Willey & Sons, Inc. 1999. – 1073 p.

3. Афанасьев В.П., Васильев В.Н., Игнатьев А.И., Колобкова Е.В., Никоноров Н.В., Сидоров А.И., Цехомский В.А. Новые люминесцентные стекла и стеклокерамики и перспективы их использования в тонкопленочной солнечной энергетике // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80. – № 10. – С. 69–79.
4. Dubrovin V.D., Ignatiev A.I., Nikonov N.V., Sidorov A.I., Shakhverdov T.A., Agafonova D.S. Luminescence of silver molecular clusters in photo-thermo-refractive glasses // Opt. Mater. – 2014. – V. 36. – P. 753–759.
5. Игнатьев А.И., Никоноров Н.В., Сидоров А.И., Шахвердов Т.А. Влияние ультрафиолетового облучения и термообработки на люминесценцию молекулярных кластеров серебра в фото-термо-рефрактивных стеклах // Опт. и спектр. – 2013. – Т. 114. – № 5. – С. 838–844.
6. Агафонова Д.С., Егоров В.И., Игнатьев А.И., Сидоров А.И. Влияние ультрафиолетового облучения и температуры на люминесценцию молекулярных кластеров серебра в фото-термо-рефрактивных стеклах // Опт. журн. – 2013. – Т. 80. – № 8. – С. 51–56.
7. Tomozawa M and Doremus R.H. Treatise on Materials Science and Technology: Glass II. – New York: Academic Press, 1977. – V. 17. – 349 p.
8. Pacchioni G., Skuja L. and Griscom D.L. Defects in SiO₂ and Related Dielectrics // Science and Technology. – 2000. – P. 624.
9. Jiang L. and Sheng J. Solarization of silver-doped soda-lime silicate glass containing X-ray induced color centers // Journal Materials Science. – 2005. – V. 40. – P. 5177–5180.
10. Griscom D.L. and Mizuguchi M. Determination of the visible range optical absorption spectrum of peroxy radicals in gamma-irradiated fused silica // Journal of Non-Crystalline Solids. – 1998. – V. 239. – P. 66–77.



Трушкина Анна Владимировна

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 4311

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: trushkina.anna@bk.ru

УДК 535.513

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФАЗОСДВИГАЮЩИХ
ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИХ ПРОИЗВОЛЬНОЙ
И ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ОРИЕНТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ**

А.В. Трушкина

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

Поляризационные приборы (ПП) используются для фотометрических и пирометрических измерений, кристаллооптических и многих других исследований. Для определения оптических и физико-химических параметров вещества проводят эллипсометрические исследования, в которых свойства вещества рассчитывают по изменению состояния поляризации излучения при взаимодействии с образцом [1].

При прохождении поляризованного излучения через элементы (в том числе, фазосдвигающие) оптической схемы ПП могут происходить нежелательные

изменения, как состояния поляризации, так и энергии излучения. Указанные изменения могут быть связаны не только с технологическими дефектами оптических элементов, но и с погрешностями ориентации элементов при юстировке оптической схемы и при эксплуатации прибора [2]. Возникающая при этом погрешность измерения может существенно повлиять на результаты исследования. Поэтому при проектировании оптических систем ПП необходимо иметь предварительные данные о поляризационных и энергетических свойствах фазовой пластинки и учитывать влияние, которое она оказывает на состояние поляризации излучения при ее произвольной и изменяющейся пространственной ориентации. Данный подход позволяет получить минимальную инструментальную погрешность и, таким образом, повысить точность измерений.

Целью работы являлась качественная и количественная оценка изменения параметров и энергии поляризованного излучения, проходящего через фазосдвигающие элементы, в том числе при их произвольной и изменяющейся ориентации в пространстве.

Для достижения указанной цели был проведен обзор существующих методов и средств эллипсометрических и поляриметрических измерений, на основании которого выбрана фотометрическая одноканальная схема Стокса-поляриметра. Была разработана программа на языке Python3, с помощью которой были рассчитаны поляризационные свойства плоскопараллельных анизотропных двулучепреломляющих пластинок из кристаллического кварца, фтористого магния и поливинилового спирта при их коллимационных поворотах. Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2.

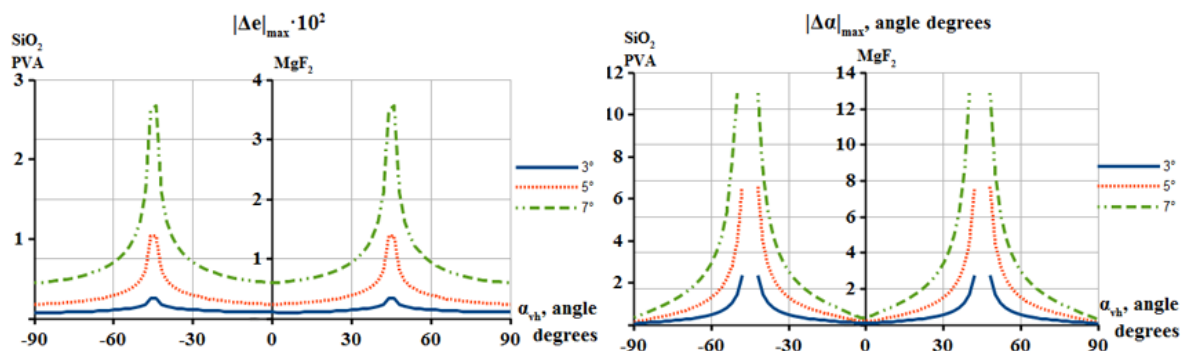


Рис. 1. Максимальные (при изменении азимута η от 0° до 360°) абсолютные изменения эллиптичности и азимута излучения на выходе линейных фазовых пластинок $\lambda/4$, выполненных из фтористого магния, кристаллического кварца и поливинилового спирта без подложки ($m=4$) в зависимости от азимута входного линейно-поляризованного излучения при различных углах падения ϵ :
1 – 3°; 2 – 5°; 3 – 7°

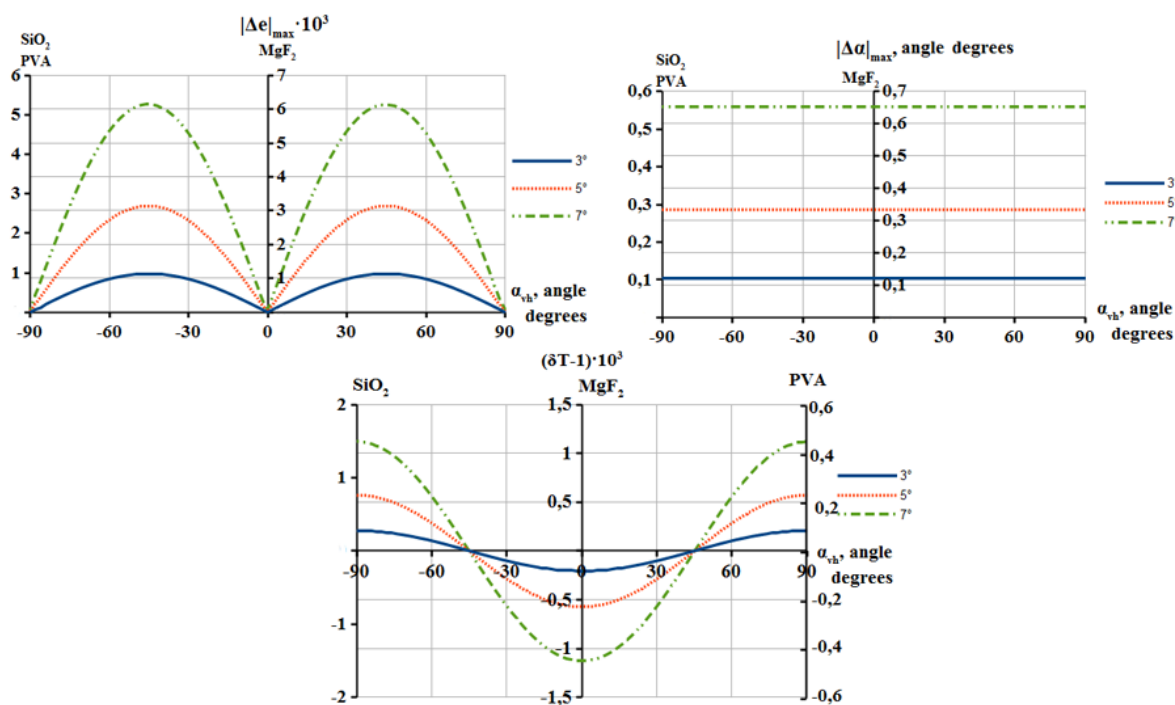


Рис. 2. Максимальные (при изменении азимута η от 0° до 360°) абсолютные изменения эллиптичности и азимута излучения на выходе линейных фазовых пластинок $\lambda/2$, выполненных из фтористого магния, кристаллического кварца и поливинилового спирта без подложки ($m=4$), а также изменения коэффициента пропускания пластинок в зависимости от азимута входного линейно-поляризованного излучения при различных углах падения ϵ : 1 – 3° ; 2 – 5° ; 3 – 7°

Кроме того была разработана установка для экспериментальных исследований поляризационных свойств оптических систем. Схема включает в себя источник оптического излучения, поляризатор и анализатор. Для крепления и обеспечения пространственных поворотов исследуемого объекта – фазовой пластинки – необходимы держатель и поворотный столик. Для получения потоков излучения на выходе пластинки при исходной и пространственной ориентации необходим приемник излучения. Для последующего анализа полученных потоков и вычисления поляризационных параметров излучения в схеме присутствует компьютер с установленным соответствующим программным обеспечением.

Для схемы были выбраны следующие компоненты:

- источник излучения – светодиод Kingbright L-1513SURC-E с $\lambda_{\max} = 630$ нм;
- приемное устройство – телевизионная камера VEC-545 с КМОП-матрицей OV5620;
- крепление пластинки – поворотный столик 02RM025 и держатель 03PM001 фирмы «Кобра-Оптикс»;
- источник питания – GPS-4303;
- объектив – Pentax B7514C (75 мм, 1:1,4).

Итак, в работе был проведен аналитический обзор, на основании которого была выбрана фотометрическая одноканальная схема, построенная по ненулевому принципу. Была составлена программа расчета поляризационных свойств оптических элементов, с помощью которой рассчитаны поляризационные свойства кристаллических и полимерных фазовых пластинок. Установлено, что последние вносят меньшую погрешность в результаты измерения по сравнению с кристаллическими пластинками. Их использование для уменьшения погрешностей измерений наиболее целесообразно.

Кроме того была разработана структурная схема экспериментальной установки, обоснован выбор ее элементов и проведен энергетический расчет.

Литература

1. Аззам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет. – М.: Мир, 1981. – 584 с.
2. Панков Э.Д., Коротаев В.В. Поляризационные угломеры. – М.: Недра, 1992. – 240 с.
3. Ищенко Е.Ф., Соколов А.Л. Поляризационная оптика: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 336 с.
4. Снопко В.Н. Поляризационные характеристики оптического излучения и методы их измерения. – Мн.: Навука і тэхніка, 1992. – 336 с.
5. Шерклифф У. Поляризованный свет. – М.: Мир, 1965. – 264 с.



Щербакова Екатерина Юрьевна

Год рождения: 1993

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптоэлектроники, группа № 4244

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: scherkat@yandex.ru

УДК 53.082.53

ФОТОМЕТР-КОЛОРИМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИФфуЗНО-ОТРАЖАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Е.Ю. Щербакова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Д. Яськов

Спектральные исследования в видимом диапазоне широко применяются в научных и заводских лабораториях, в областях биологии и медицины, химии и химических технологиях, колориметрии и др. Используемые до настоящего времени в лабораторной практике отечественные спектрофотометры, которые построены по классической схеме с поворотом плоской дифракционной решетки, устарели морально и выработали свой ресурс (СФ-26, СФ-46). Относительно новые разработки (СФ-56) так же, как и их зарубежные аналоги (в том числе на базе полихроматоров), зачастую остаются недоступными отечественным пользователям из-за достаточно высокой стоимости.

Поэтому представляет интерес разработка лабораторного спектрофотометра на основе интегрирующей сферы с использованием оптоэлектронных компонентов для видимой области длин волн, который при невысокой стоимости был бы универсальным и при незначительной переналадке мог обеспечить измерения спектров пропускания $T(\lambda)$ твердотельных или жидкофазных проб или же спектров отражения $R(\lambda)$ различных объектов (в том числе диффузно-отражающих), определение их колориметрических параметров и др.

Основной **целью работы** была разработка полезной модели фотометра-колориметра на основе интегрирующей сферы с внутренним экраном с

использованием электронных RGB компонентов для измерения координат цвета диффузно-отражающих объектов.

Фотометр-колориметр (рис. 1) для измерения координат цвета диффузно-отражающих объектов, содержащий интегрирующую сферу с отверстием, закрытым эталоном или исследуемым образцом, отличающийся тем, что в центре сферы по направлению нормали к отверстию для установки эталона или образца расположен блокирующий прямую засветку эталона или образца непрозрачный экран, на плоскости которого, противоположной эталону или образцу, установлен излучатель вместе с электрической системой его питания, а на плоскости, обращенной к эталону или образцу, расположен трехэлементный RGB фотодиод со встроенными светофильтрами для выделения красной, зеленой и синей составляющих в регистрируемом излучении; объектив, формирующий изображение эталона или образца на приемных площадках RGB фотодиода, в светозащитном корпусе вместе с оптическим фильтром на основе цветного стекла для подавления излучения на длинах волн более 760 нм, а также электронная плата сбора, обработки и вывода данных измерений.

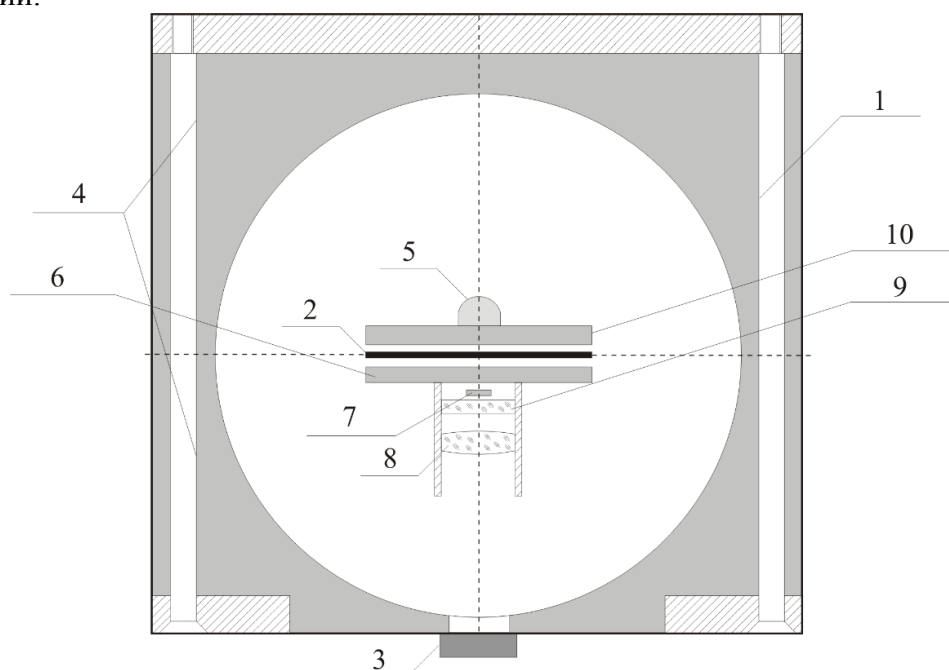


Рис. 1. Структурно-функциональная схема фотометра-колориметра:
1 – интегрирующая сфера; 2 – экран; 3 – объект; 4 – фланцы; 5 – излучатель;
6 – электронная плата сбора, обработки и вывода данных измерений; 7 – RGB
фотодиод; 8 – объектив; 9 – светофильтр; 10 – электрическая плата питания
излучателя

Распределение освещенности в полости интегрирующей сферы с внутренним экраном по ее различным зонам для образцов с коэффициентом диффузного отражения в пределах от 0,1 до 0,9 представлено на рис. 2. Это распределение в верхней полости сферы имеет значительную неоднородность, хотя на исследуемом образце оно остается равномерным. Поэтому фотометрические свойства интегрирующей сферы с внутренним экраном остаются такими же, как и для сферы с внешним расположением излучателя и фотодетектора. Определение фотометрических погрешностей измерения коэффициента диффузного отражения проводится расчетом соотношения площадей внутренней поверхности интегрирующей сферы и отверстия (люка) для установки образца (или эталона).

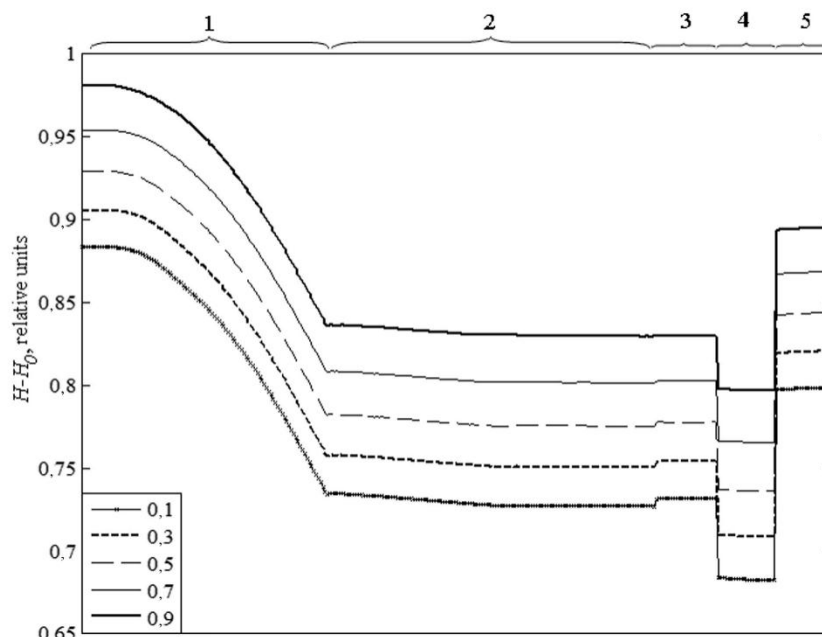


Рис. 2. Распределение освещенности ($H - H_0$) на поверхности сферы, образца и экрана: 1 – верхняя полусфера; 2 – нижняя полусфера; 3 – поверхность образца; 4 – нижняя поверхность экрана; 5 – верхняя поверхность экрана

Сопоставительный анализ фотометрических погрешностей измерения коэффициента диффузного отражения в этих двух конфигурациях интегрирующей сферы приведен в таблице.

Таблица. Сопоставительный анализ фотометрических погрешностей измерения коэффициента диффузного отражения в сферах различных конфигураций

Коэффициент диффузного отражения образца	Относительные фотометрические погрешности	
	Сфера с внутренним экраном	Сфера без экрана
0,1	0,0467	0,0458
0,3	0,0453	0,0444
0,5	0,0439	0,0430
0,7	0,0425	0,0416
0,9	0,0411	0,0402

Техническим результатом заявляемой полезной модели является повышение эффективности использования излучателя, снижение массогабаритных параметров фотометра-колориметра вплоть до возможности реализации портативных моделей, повышение долговременной временной стабильности приемно-регистрирующего тракта. Вышеуказанный технический результат достигается за счет новых конструктивных решений.

Литература

1. Джадд Д., Вышецкий Г. Цвет в науке и технике. – М.: Мир, 1978. – 592 с.
2. Патент RU №38059, публикация 2004, МКИ G01J. Установка для измерения коэффициента отражения диффузно рассеивающих поверхностей.
3. Патент RU № 6220, публикация, МКИ G01J. Эталонное устройство для передачи размера единиц координат цветности самосветящихся объектов.
4. Патент RU № 2037790, публикация 1995, МКИ G01J3/46. Установка для измерения цветовых параметров светосигнальных приборов.

5. Белов Н.П., Грисимов В.Н., Яськов А.Д. Лабораторный спектрометр для исследования коэффициента отражения и определения параметров цветности диффузно отражающих объектов // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – № 7. – С. 74–78.
6. Tardy H.L. Matrix method for integrating – sphere calculations // Optical Society of America. – 1991. – V. 8. – № 9. – P. 1411–1418.

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



Александрова Ольга Владимировна

Год рождения: 1993

Гуманитарный факультет, кафедра прикладной экономики
и маркетинга, группа № 4072

Специальность: 010800 – Экономика

e-mail: olaich@mail.ru

УДК 339.13 + 338.46

**АНАЛИЗ РЫНКА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ РОССИИ
И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ СТЕПЕНИ ИНТЕГРАЦИИ
ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ И КЛИЕНТА**

О.В. Александрова

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

Рынок транспортно-логистических услуг в России в настоящее время – одна из наиболее значимых и активно развивающихся отраслей экономики. Его эффективное функционирование способствует распределению ресурсов, товаров, технологий и работников, что важно, учитывая масштабы и протяженность территории страны. Исследование рынка транспортно-логистических услуг России актуально для современной экономики.

Проблема интеграции деятельности транспортно-логистической компании (ТЛК) и клиента имеет большое значение с точки зрения перспектив развития рынка. Повышение интеграции является одним из главных направлений развития мировой логистики в настоящее время. Поэтому выбор степени интеграции, оптимальной для российских условий, является насущной проблемой действующих компаний.

Целью исследования являлась разработка рекомендаций степени интеграции деятельности ТЛК и клиента в условиях современного российского рынка.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ современного состояния рынка транспортно-логистических услуг России, систематизированы характеристики степеней интеграции ТЛК и клиента, выявлены преимущества и недостатки, присущие каждой степени интеграции ТЛК и клиента. По итогам работы разработаны рекомендации степени интеграции ТЛК и клиента.

На основе проведенного анализа рынка транспортно-логистических услуг России были выявлены его основные характеристики:

- низкая степень концентрации рынка определяет высокий уровень конкуренции;
- территориальная диспропорциональность рынка;
- барьеры входа на рынок транспортно-логистических услуг России играют значительную роль [4];
- рынку свойственно наличие реальной дифференциации услуг, основанной на предоставлении услуг различной степени комплексности – от единичных операций до комплекса услуг;
- государственное регулирование рынка транспортно-логистических услуг признается экспертами недостаточно активным [2];

– наличие крупных сделок по слиянию и поглощению компаний положительно характеризуют состояние рынка.

В основе существования рынка транспортно-логистических услуг лежит передача фирмой транспортно-логистических операций в ведение профессиональной компании, для которой транспортная логистика является сферой основной деятельности.

Услуги, оказываемые ТЛК принято различать по степени комплексности.

2PL (Second Party Logistics, Логистика второй стороны). Самая простая форма оказания логистических услуг, которая заключается в оказании ТЛК узкого набора услуг.

3PL (Third Party Logistics, Логистика третьей стороны). Деятельность 3PL-компаний связана с оказанием комплекса логистических услуг [2].

4PL (Forth Party Logistics, Логистика четвертой стороны). Основной функцией таких логистических компаний является планирование, организация и оптимизация цепей поставок [3].

Каждая из степеней комплексности услуг предполагает определенную степень интеграции ТЛК и клиента. При повышении комплексности услуг повышается степень интеграции ТЛК и клиента.

На российском рынке транспортно-логистических услуг наибольшая доля обслуживания приходится на 2PL-компании (93,5%). Однако 3PL-компания как следующая форма взаимодействия клиента и ТЛК считается наиболее перспективной.

В работе выявлены факторы, препятствующие развитию 3PL-компаний в России.

1. Исторически сложившееся использование простых схем транспортировки «заказчик – исполнитель».
2. Невысокий уровень качества логистического обслуживания, недостаток опыта у специалистов, неразвитость деловых связей является существенным недостатком российских 3PL-компаний.
3. В России существует сложившееся среди клиентов логистических компаний предубеждение против интеграции деятельности с ТЛК.
4. Деятельность ТЛК затруднена: отсутствуют достаточно крупные и надежные 2PL-компании, выступающие в качестве подрядчиков.
5. Проблемой является отсутствие ТЛК с развитой региональной сетью обслуживания.
6. Существующая структура грузопотока определяет преимущественные перевозки железнодорожным и трубопроводным транспортом, т.е. 2PL-компаниями.

По итогам анализа деятельности компаний, оказывающих услуги различной степени комплексности, были разработаны рекомендации относительно их деятельности в условиях современного российского рынка.

Наиболее полно реализовать преимущества компании 2PL имеют возможность в работе со средним и малым бизнесом, развивая связи с множеством не крупных клиентов. Преимущественно ведется обработка грузов стандартных размеров и характеристик.

Потребителями услуг 3PL-компаний являются российские и иностранные компании. При этом спрос на услуги возникает со стороны крупного бизнеса, а также от обладателей грузов, требующих индивидуального подхода.

На российском рынке сегмент 4PL представлен исключительно в виде дочерних предприятий компаний-производителей, логистические службы которых выделяются в обособленное предприятие.

Обобщая результаты исследования, можно сделать вывод, что на современном этапе развития рынка транспортно-логистических услуг России в краткосрочной перспективе лидерство принадлежит 2PL-компаниям. В долгосрочной перспективе имеют преимущества ТЛК с более высокой степенью интеграции с клиентом.

Литература

1. Дементьев А.В. Контрактная логистика: монография. – СПб: Книжный дом, 2013. – 145 с.
2. Транспорт и логистика: власть и транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rbcdaily.ru/industry/562949979760906>, своб.
3. Уотерс Д. Управление цепью поставок / Пер. с англ. В.Н. Егоровой. – М.: Юнити-Дана, 2003. – 503 с.
4. Федорова А.Ю. Экономика отраслевых рынков. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 79 с.



Идрисов Равиль Фиркатович

Год рождения: 1992

Факультет инфокоммуникационных технологий,
кафедра световодной фотоники, группа № 4954

Специальность: 210400 – Телекоммуникации

e-mail: t.rikman@aol.com

УДК 681.7.063 + 681.7.068

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК С ДИСКРЕТНО ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ПЕРИОДОМ

Р.Ф. Идрисов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С.В. Варжель

Чирпированные волоконные брэгговские решетки (ВБР) широко используются в волоконно-оптических системах связи в устройствах компенсации хроматической дисперсии [1]. Такие решетки могут найти широкое применение при создании чувствительных элементов волоконно-оптических измерительных систем на основе массивов решеток Брэгга.

Технология создания распределенных волоконно-оптических фазовых интерферометрических датчиков (ФИД) на основе решеток Брэгга требует записи массивов решеток с заданными коэффициентами отражения и шириной спектра на полувысоте в процессе вытяжки волоконного световода [2].

Известно, что волоконные решетки Брэгга типа I можно записать практически с любым коэффициентом отражения и шириной спектра на полувысоте, однако это требует использования методов записи с длительной экспозицией (10–20 мин) [3], что невозможно осуществить в процессе вытяжки оптического волокна. Применение решеток типа II позволяет осуществить технологию одноимпульсной записи брэгговских решеток с коэффициентами отражения до 100% и шириной пика отражения на полувысоте до 1 нм [4]. Однако решетки типа II характеризуются резкой зависимостью наведенной модуляции показателя преломления в оптическом волокне от плотности энергии в лазерном импульсе [5]. Эта особенность усложняет получение решетки с нужным коэффициентом отражения, кроме того запись решетки типа II в волокно понижает механическую прочность волоконного световода [6].

Поэтому для создания чувствительного элемента волоконно-оптического ФИД с требуемым соотношением коэффициентов отражения пар решеток и достаточной шириной спектра на полувысоте был предложен и апробирован метод получения

чирпированных ВБР с дискретно изменяющимся периодом в процессе вытяжки оптического волокна [7].

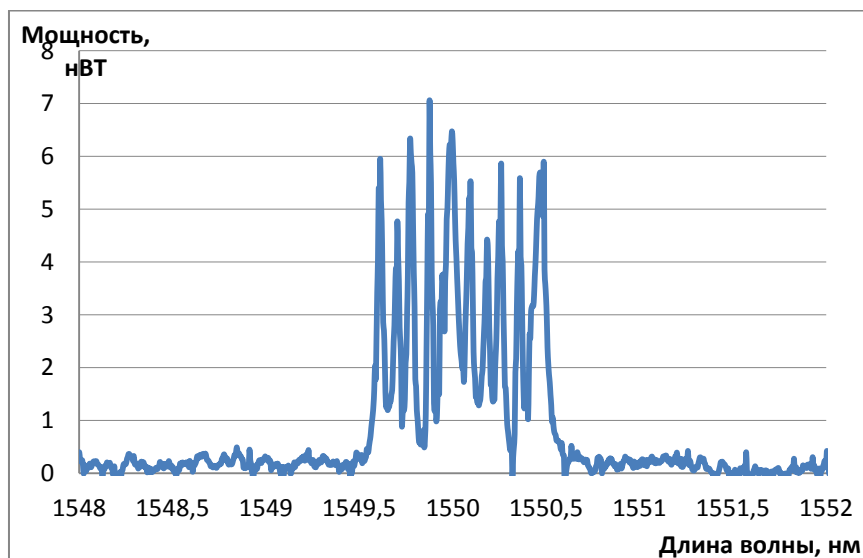


Рис. 1. Спектр волоконной брэгговской решетки с дискретно изменяющимся периодом

Основной **целью работы** являлась проверка применимости таких решеток в распределенных волоконно-оптических ФИД. Для достижения цели работы были проведены экспериментальные исследования влияния различных внешних воздействий на спектральные характеристики решеток Брэгга.

1. Влияние продольного механического напряжения. С помощью аппарата, создающего натяжение, соответствующее заданному значению приложенной силы, и оптического анализатора спектра проверили влияние натяжения волокна на смещение центральной длины волны. Эксперимент проводился при значениях приложенной силы от 4 до 20 Н. Предельные значения обусловлены техническими характеристиками и возможностями аппарата. Шага в 1 Н достаточно для определения зависимости. Источник света и спектроанализатор через разветвитель были подключены к решетке, которая, в свою очередь, находилась в области световода, к которой прикладывалось механическое продольное напряжение с помощью специализированного аппарата. По результатам были построены графики, получены зависимости.
2. Влияние температурного воздействия. Известно, что заметная деградация решеток, образование которых обусловлено электрострикционным механизмом, наблюдается уже при 200–300°C [6]. Кроме того, изменение температуры приводит к изменению длины волны брэгговского резонанса, что может помешать корректной работе ФИД. Таким образом, задачей данного эксперимента являлось получение зависимости сдвига брэгговского резонанса с ростом температуры, а также определение предельных температур работы датчика на основе ВБР типа I с дискретно изменяющимся периодом.

Для проведения эксперимента была собрана схема, включающая помимо источника излучения и спектроанализатора, термокамеру, управляемую термостатом, и измерителем оптической мощности.

ВБР нагревали в термокамере до 370°C, ее спектр непрерывно контролировался на оптическом спектроанализаторе. Рис. 2 наглядно демонстрирует смещение спектра в длинноволновую область с ростом температуры, а также сильное уменьшение коэффициента отражения при температуре термокамеры более 140°C. При температуре 280°C спектр решетки практически стал неразличим на фоне шума оптической схемы.

Для определения термоустойчивости решетки был проведен ряд испытаний. Несколько образцов последовательно выдержали в термокамере в течение 3 ч 20 мин. при различных температурах. Деградация решеток не отмечена при 100 и 120°C.

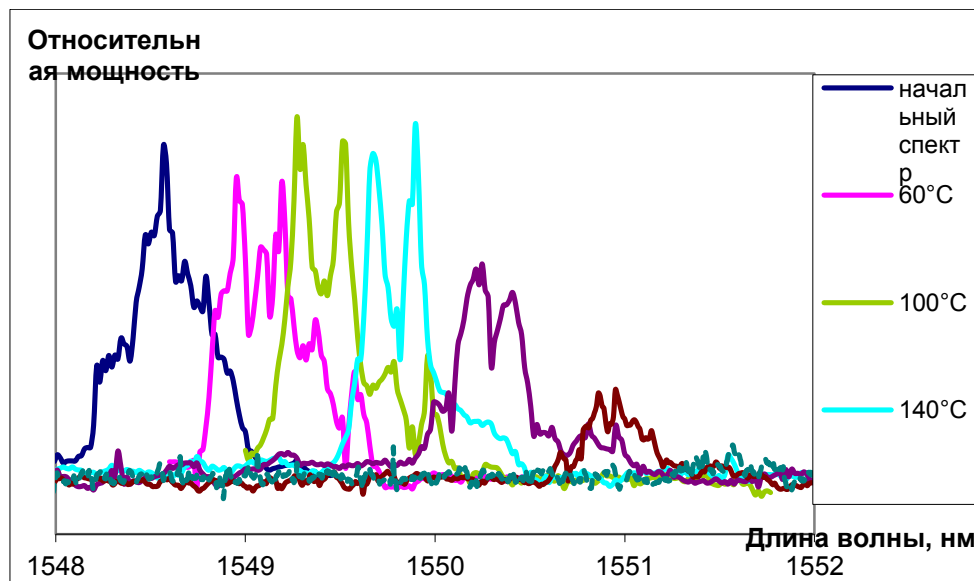


Рис. 2. Зависимость спектра от температуры

3. Влияние намотки. Для исследования влияния намотки участка волокна с индуцированной решеткой, была использована оснастка с различными окружностями. Участок волокна с ВБР был последовательно намотан на диаметры от 50 до 5 мм. Спектрограмма снималась после намотки на каждый диаметр. Было зафиксировано перетекание энергии излучения между осями двулучепреломляющего световода. При этом спектральное расстояние между пиками отражения не менялось, не происходило смещений вплоть до намотки световода на диаметры менее 10 мм. После проведения эксперимента на относительно больших окружностях, намотка на меньшие происходила с небольшим усилием, необходимым для преодоления упругих свойств оптического волокна, вследствие этого, на спектрограмме наблюдалось равномерное смещение на 0,2 нм, при намотке на наименьший диаметр, смещение составило 0,4 нм. Изменение локализации пиков было связано с приложенным растягивающим усилием, вследствие чего происходило растяжение кварцевого стекла и смещение, характерное для механического растяжения. Эксперимент позволил установить, что для волоконных решеток с длиной 100 мм намотка даже на маленькие диаметры не оказывает существенного влияния на спектр отражения решетки.
4. Зависимость от состояния введенной поляризации. Исследовалась зависимость коэффициента отражения чирпированных ВБР с дискретно изменяющимся периодом от состояния введенной в двулучепреломляющий световод поляризации. Для проверки этой зависимости была собрана схема, ключевыми элементами которой являются контроллер поляризации и экстинкциометр. В схему поочередно были включены пять исследуемых образцов. Различие отраженной энергии от разных состояний поляризации не превысило 2%. Полученные результаты позволяют судить о независимости ВБР с дискретно изменяющимся периодом от состояния введенной поляризации.

В процессе выполнения работы были исследованы различные факторы влияния на спектральные характеристики чирпированных ВБР с дискретно изменяющимся периодом.

Теоретически рассчитано количество секций чирпированной ВБР с дискретно изменяющимся периодом для получения квазинепрерывного спектра отражения решетки.

Поставлены эксперименты с созданием продольного механического напряжения. Получена зависимость смещения брэгговского резонанса от прикладываемого растягивающего усилия. Проведены опыты по термическому воздействию. Получены зависимости смещения спектра чирпированных ВБР с дискретно изменяющимся периодом от температуры. Поставлены опыты по определению термостойкости испытываемых образцов. Исследована зависимость коэффициента отражения чирпированных ВБР с дискретно изменяющимся периодом от состояния введенной в двулучепреломляющий световод поляризации. Произведена намотка на различные диаметры. Проанализированы спектры решеток, намотанных на окружности разных размеров.

Исследованные образцы имеют достаточный спектр на полувысоте и коэффициент отражения для использования в ФИД. Для получения квазинепрерывного спектра отражения чирпированной ВБР необходимо увеличить количество секторов решетки, соответственно уменьшив угол смещения зеркал интерферометра при записи дифракционной структуры. В зависимости от требований к отражающей способности, такая структура может быть записана с той же длиной или большей.

Литература

1. Othonos A. Fiber Bragg gratings // Rev. Sci. Instrum. – 1997. – V. 68. – № 12. – P. 4309–4341.
2. Мешковский И.К., Варжель С.В., Беликин М.Н., Куликов А.В., Брунов В.С. Термический отжиг решеток Брэгга при изготовлении волоконно-оптических фазовых интерферометрических датчиков // Изв. вузов. Приборостроение. – 2013. – Т. 56. – № 5. – С. 91–93.
3. Becker M., Bruckner S., Lindner E., Rothhardt M., Unger S., Kobelke J., Schuster K., Bartelt H. Fiber Bragg Grating Inscription with UV Femtosecond Exposure and Two Beam Interference for Fiber Laser Applications // Proc. of SPIE. – 2010. – V. 7750, 775015-1.
4. Meshkovskiy I.K., Strigalev V.E., Kulikov A.V., Varzhel' S.V. Bragg Gratings Induced in Birefringent Optical Fiber with an Elliptical Stress Cladding // Journal of Photonics. – 2013. – Article ID 936036 – 4 p.
5. Reekie L., Archambault J.-L., P. Russell St.J. 100% reflectivity fibre gratings produced by a single excimer laser pulse // OSA/OFC. – 1993. – Paper PD14. – P. 327–330.
6. Васильев С.А., Медведков О.И., Королев И.Г., Божков А.С., Курков А.С., Дианов Е.М. Волоконные решетки показателя преломления и их применение // Квантовая электроника. – 2005. – Т. 35. – № 12. – С. 1085–1103.
7. Kashyap R. Fiber Bragg Gratings. – San Diego, CA: Academic Press, 1999. – 478 p.



Ильина Ксения Викторовна

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4104

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: kse1920@yandex.ru

УДК 004.054 + 004.4'22

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

К.В. Ильина

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.М. Дергачев

Качество программного продукта характеризуется набором свойств, определяющих, насколько продукт удовлетворяет требованиям всех заинтересованных сторон. Таким образом, постановка задачи обеспечения качества продукта выливается в задачу определения заинтересованных лиц, критериев качества и поиска оптимального решения, удовлетворяющего этим критериям. Тестирование считается одним из наиболее устоявшихся способов обеспечения качества разработки программного обеспечения (ПО) [1].

Еще совсем недавно тестирование ПО проводилось вручную либо самими программистами, либо пользователями, что вряд ли можно было назвать системным подходом и к тому же не позволяло оценивать качество кода. Чуть позже тестирование выделилось в отдельную область знаний в составе разработки ПО, но быстро пришло понимание того, что тестирование вручную неэффективно, поскольку требует больших трудовых и временных затрат. Первые средства автоматизации тестирования практически представляли собой библиотеки, которые можно было использовать для написания тестов, что требовало от тестировщика умения программировать на уровне разработчика [2].

Современные средства тестирования ПО включают в себя инструменты для тестирования графического интерфейса, совместимости требований, покрытия кода, web-интерфейса, утечки памяти и т.д. Но мощь инструментов автоматизированного тестирования растет, позволяя идти в ногу с растущими потребностями для более быстрой и качественной разработки менее дорогостоящих приложений [3].

Целью работы являлось составление рекомендаций для сокращения времени, стоимости и количества ресурсов, используемых при проведении функционального тестирования ПО.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. описание модели жизненного цикла разработки ПО и модели ускоренной разработки ПО. Обозначение места тестирования в модели жизненного цикла;
2. обзор особенностей и анализ техник функционального тестирования;
3. исследование инструментов автоматизированного функционального тестирования. Выявление сильных и слабых сторон рассматриваемых инструментов;
4. рекомендации по выбору подходящего инструментального средства для проведения тестирования;
5. экспериментальная проверка эффективности предлагаемой технологии.

В ходе работы было произведено разделение рассматриваемых инструментов автоматизированного тестирования по типам приложений (таблица).

Таблица. Инструменты автоматизации тестирования по типам приложений

Тип приложения	Десктопные приложения	Веб-приложения	Мобильные приложения
Инструменты для тестирования	Microsoft UI Automation Framework, Visual Studio 2010 Coded UI Test, Autoit, TestComplete, IBM Rational Functional Tester, xUnit, HP Quick Test, Ranorex, Squish	Selenium, Watir, Fitnesse, xUnit, HP Quick Test, Visual Studio 2010 Coded UI Test, Autoit, TestComplete, IBM Rational Robot, Ranorex, Squish	Ranorex, Squish, Robotium, TestComplite

Для сравнения перечисленных инструментов были выбраны следующие параметры: количество поддерживаемых операционных систем, типов тестируемых приложений, скриптовых языков, поддержка механизма Record and Play, наличие встроенной IDE для разработки тестов, возможность экспорта в другие IDE, наличие документации, цена. Для сравнения веб-приложений были добавлены следующие параметры: количество поддерживаемых браузеров и возможность тестирования Flash и Ajax приложений. Для анализа мобильных приложений добавили еще один параметр: возможность работы с эмулятором и реальным устройством. Параметры сравнения удалось найти на соответствующих официальных сайтах инструментов автоматизированного тестирования и специализированных форумах.

Для выбора наиболее эффективного инструмента был использован метод экспертных оценок. Для каждого инструмента автоматизированного тестирования был рассчитан критерий эффективности. Наиболее эффективному инструменту соответствует наибольшее значение данного критерия.

В ходе работы был проведен эксперимент, в рамках которого проводилось ручное и автоматизированное тестирование веб-приложения. Из анализа результатов был сделан вывод, что автоматизация тестирования не дает мгновенного эффекта. Результаты будут проявляться в следующих случаях:

1. там, где тестовые скрипты периодически повторяются;
2. при выполнении комплексного тестирования для последовательно возрастающего количества версий ПО;
3. регрессионное тестирование на уровне системного тестирования.

Практически любую задачу можно решить с помощью любого инструмента, однако, трудоемкость и стоимость решения будут сильно различаться. Поэтому перед началом внедрения инструмента автоматизированного тестирования необходимо:

1. определить требования к системе автоматизированного тестирования, согласовав их со всеми людьми, заинтересованными в автоматизации;
2. определить компоненты системы для того, чтобы в дальнейшем описать структуру автотестов;
3. оценить технические и денежные ресурсы;
4. выбрать подходящий инструмент автоматизированного тестирования;
5. использование пробной версии выбранного инструмента позволит существенно уменьшить финансовые риски при внедрении;
6. перед внедрением инструмента автоматизированного тестирования необходимо составить план тестирования;
7. для успешного осуществления программы автоматизации тестирования стоит потратить время на анализ и формулировку соответствующего процесса внедрения.

Стоит отметить, что целью автоматизации является повышение эффективности процесса тестирования за счет высвобождения специалистов и, следовательно, уменьшения затрат. При рассмотрении вопроса автоматизации стоит помнить о затратах на внедрение и адаптацию инструмента. Поиск баланса между ручным и автоматизированным тестированием любого программного продукта является важной задачей подразделения тестирования в любой организации.

Литература

1. Котляров В.П. Основы тестирования программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/48/48/lecture/1424>, своб.
2. Можаяев П. Средства автоматизированного тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2009/03/8161608/>, своб.
3. Dustin E., Rashka J., Paul J. Automated Software Testing. Introduction, Management and Performance. – Addison-Wesley Professional, 1999. – 608 p.



Кайгородцева Екатерина Владимировна

Год рождения: 1993

Гуманитарный факультет, кафедра прикладной экономики
и маркетинга, группа № 4072

Специальность: 080100– Экономика

e-mail: katya_chita@mail.ru

УДК 338.4.033

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «ЗАБАЙКАЛЬСКАЯ ПРИГОРОДНАЯ ПАССАЖИРСКАЯ КОМПАНИЯ»

Е.В. Кайгородцева

Научный руководитель – д.э.н., профессор О.В. Васюхин

Российская Федерация – это, прежде всего, огромное пространство, требующее наличие достаточного количества транспортных коммуникаций, чтобы связывать это пространство, не давая ему превращаться в некую аморфную массу, лишенную динамики существования.

Пригородные пассажирские перевозки – наиболее массовые железнодорожные перевозки пассажиров, осуществляемые внутри городских агломераций, в пригородных зонах больших городов, а также в промышленных и курортных центрах. Пассажирские перевозки занимают особое место на транспортном рынке. Это обусловлено необходимостью выполнения одной из важнейших гарантий государства, закрепленной в статье 27 Конституции Российской Федерации, – свободы передвижения граждан [1].

Данная работа разработана с целью повышения эффективности функционирования пригородного пассажирского железнодорожного транспорта в Забайкальском крае. Актуальность темы продиктована тем, что пригородный пассажирский транспорт является одним из самых популярных и доступных для населения видов транспорта, в качестве средства передвижения на короткие расстояния. На сегодняшний день пригородные железнодорожные перевозки как транспортная услуга переживают стадию спада и являются убыточными.

Целью исследования являлась разработка мероприятий по повышению эффективности деятельности пригородной пассажирской компании в Забайкальском крае. Объектом исследования выступало ОАО «Забайкальская пассажирская компания» (ОАО «ЗППК»), которое является типичным представителем в сфере транспортного обслуживания в регионах Российской Федерации.

За период деятельности пригородного комплекса с 2011–2013 гг. были проанализированы основные финансово-экономические показатели, в результате чего было выявлено, что ОАО «ЗППК» относится к группе предприятий с критическим финансовым состоянием [2]. Следует отметить, что рейтинг предприятия снизился на 14% вследствие снижения деловой активности предприятия.

В ходе работы были выделены основные виды потерь в деятельности ОАО «ЗППК»:

- дефекты (некачественная перевозка);
- перепроизводство (средняя населенность вагона по данным 2012 года составляет всего лишь 15,55 чел./ваг.);
- запасы;
- ожидания.

Пути выхода из безубыточного состояния ОАО «ЗППК» может послужить ввод в эксплуатацию нового подвижного состава; оптимизация графика движения электропоездов в соответствии со спросом на данные услуги; построение диспетчерами грамотного расписания движения совместно с ОАО «РЖД»; ввод скоростных и высокоскоростных электропоездов [4]; замена тепловозов на локомотивы электровозной или моторвагонной тяги; закупка рельсовых автобусов; выделение компаний в самостоятельный вид бизнеса, т.е. образование открытых акционерных обществ; предоставление сопутствующих платных услуг населению и пассажирам на вокзалах и в пути следования; расширение рекламной деятельности; закрытие убыточных касс; развитие материально-технической базы пассажирского пригородного хозяйства.

В ходе работы были определены экономические проблемы, которые связаны со стоимостью аренды подвижного состава, управлением пассажиропотока и потерями времени при обслуживании пассажиров. При постепенном переходе на электровозную тягу, ОАО «ЗППК» может сократить затраты по обслуживанию подвижного состава на тепловозной и моторвагонной тягах. Например, обслуживание поезда на тепловозной тяге в 1,75 раза превышает затраты по обслуживанию электропоезда. Для уменьшения времени ожидания, возможно увеличить или снизить выдачу подвижного состава. Это можно сделать в самый «пик» спроса в утреннее время с 7:00 до 9:00 часов и вечернее – с 17:00 до 19:00. Также для сглаживания неравномерности можно задействовать интермодальные перевозки (с использованием нескольких видов транспорта). По маршрутам на небольшие расстояния (от 12 до 21 км) можно задействовать автотранспорт.

Проведенный в работе SWOT-анализ позволил выделить приоритетные задачи развития пригородного пассажирского транспорта:

- преодоление слабых сторон – предъявление жестких требований к качеству подвижного состава, взаимодействие с ОАО «РЖД» с целью развития инфраструктуры, всемерное содействие повышению финансовой эффективности деятельности ОАО «ЗППК», выход на уровень безубыточности;
- недопущение реализации угроз – установление взаимовыгодных договорных отношений с субъектами федерации, активная маркетинговая политика, продуманная система развития персонала.

Спрос на транспортные услуги носит переменный характер, т.е. объемы перевезенных пассажиров зависят, во-первых, от времени суток, во-вторых, от

сезонной компоненты. В осенне-зимний период и весной уменьшение среднемесячного пассажиропотока составляет от 10 до 15%, а летом увеличение на 20–30%.

В работе был проведен анализ одного из маршрутов движения пригородного пассажирского электропоезда, были рассчитаны потери за год в денежном выражении, которые составили 934 985 руб.

Методом моментных наблюдений были определены основные потери времени при обслуживании пассажиров транспортной компанией. С учетом выявленных потерь компании предложен план мероприятий по улучшению качества обслуживания пассажиров. Результатом работы стала оценка перспектив повышения производительности труда, а разработанные мероприятия позволят снизить потери времени на 28% и повысить эффективность процесса на 9,9%.

Литература

1. Закон РФ от 25 июня 1993 г. № 5242-1 «О праве граждан Российской Федерации на свободу передвижения, выбор места пребывания и жительства в пределах Российской Федерации» // Ведомости Съезда народных депутатов РФ и Верховного Совета РФ. – 1993. – № 32. – Ст. 1227.
2. Сайт ОАО «Забайкальская пригородная пассажирская компания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zppk.ru/>, своб.
3. Терешина Н.П., Лapidуса Б.М., Трихункова М.Ф. Экономика железнодорожного транспорта: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.
4. Шнейдер М.А., Проскурякова Е.А. Рынок пригородных железнодорожных перевозок: управление и экономика. Монография. – СПб: Изд-во ООО «Типография «НП-Принт», 2012. – 288 с.



Мерзлякова Маргарита Эдуардовна

Год рождения: 1992

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № 4212

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: margarita.merzlyakova@gmail.com

УДК 536.2.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.Э. Мерзлякова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.П. Волков

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования теплопроводности нового типа полидемитилсилоксанового заливочного компаунда.

Развитие современной техники способствует разработке новых материалов со специфическим комплексом полезных свойств. К их числу относятся кремнейорганические эластомеры, обладающие повышенной термостойкостью, хорошей эластичностью, высокими диэлектрическими показателями, атмосферо-,

влаго-, и озоностойкостью, биологической инертностью. Все шире используются композиции холодного отверждения на основе низкомолекулярных полиорганилсилоксанов. Эти композиции, в частности различные типы силиконовых заливочных материалов, в настоящее время с успехом применяют в различных областях техники [1]. Работа выполнена в рамках исследовательского договора ФГУП «НИИСК» с ОАО «Ижорские заводы» по разработке нового типа заливочного компаунда для биологической защиты от нейтронного излучения новых транспортно-упаковочных контейнеров для перевозки отработанного ядерного топлива.

Основной **целью работы** являлось исследование влияния температуры и концентрации наполнителей на теплопроводность полидиметилсилоксанового заливочного компаунда.

Для исследования были предложены композиции заливочных компаундов представленные в табл. 1.

Таблица 1. Исследуемые компаунды

№ композиции	Состав композиций					
	СКТН А, мас. % (м.ч.)	ПЭС-5, мас. % (м.ч.)	Гидроксид алюминия, мас. % (м.ч.)	Гидрид титана, мас. % (м.ч.)	Карбид бора, мас. % (м.ч.)	Цинковые белила (ZnO), мас. % (м.ч.)
515	70,8 (100)	28,4 (40)				
346	39,4(100)	15,8 (40)	19,7 (50)	19,7(50)		
503	78,7 (100)		19,7 (25)			
504	65,7 (100)		32,8 (50)			
505	56,3 (100)		42,2 (75)			
506	49,3 (100)		49,3 (100)			
516	47,4 (100)	19 (40)		23,7 (50)	3,8 (8)	4,7 (10)
517	42,6 (100)	17,0 (40)		31,9 (75)	3,4 (8)	4,3 (10)
518	32,3 (100)	12,9 (40)		48,4 (100)	2,6 (8)	3,2 (10)

Для исследования значений теплопроводности при комнатных температурах, проведены испытания образцов на установке ТПФ-3. В основе прибора лежит стационарный сравнительный метод, подробно изложенный в работе [2].

Результаты опыта приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты опыта

Обр. №	515	503	504	505	506	516	517	518	346
λ , Вт/(м·К)	0,29	0,33	0,41	0,48	0,57	0,36	0,37	0,54	0,52

Как видно из таблицы, образец № 515 (без наполнения) имеет наименьшую теплопроводность. С увеличением концентрации наполнителей теплопроводность композиций возрастает.

Для уточнения полученных результатов были проведены исследования теплопроводности на измерителе ИТ- λ -400 в диапазоне температур 25–175°C. В основу работы измерителя положен динамический метод монотонного разогрева. Работа измерителя и вывод расчетных формул подробно рассмотрены в работе [2]. Образцы изготавливались в виде дисков диаметром 15 мм и высотой около 3 мм; предел допускаемой основной погрешности измерения теплопроводности составил $\pm 10\%$. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 3 и на графиках (рис. 1, рис. 2).

Таблица 3. Результаты эксперимента

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ обр. 503	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ обр. 504	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ обр. 505	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ обр. 506
25	0,32	0,47	0,56	0,67
50	0,30	0,33	0,54	0,64
75	0,28	0,39	0,50	0,63
100	0,30	0,38	0,48	0,61
125	0,28	0,40	0,48	0,62
150	0,26	0,45	0,47	0,61
175	0,25	0,36	0,46	0,57

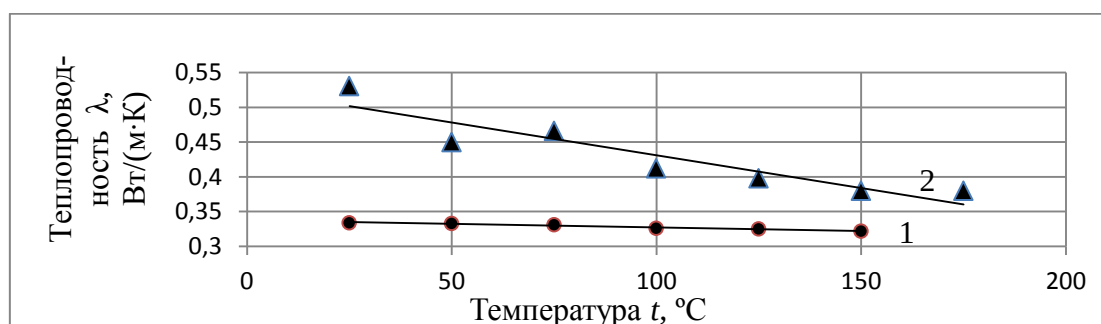


Рис. 1. Зависимость теплопроводности от температуры: 1 – образец № 515; 2 – образец № 346

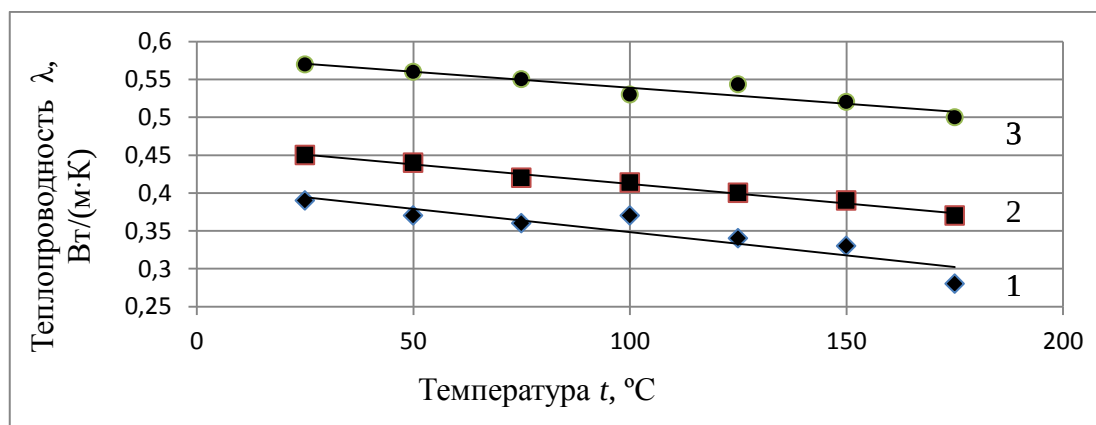


Рис. 2. Зависимость теплопроводности от температуры: 1 – образец № 516; 2 – образец № 517; 3 – образец № 518

Обобщая результаты работы, отметим следующее:

1. теплопроводность чистого полимера и композиций на его основе с ростом температуры уменьшается;
2. с увеличением концентрации наполнителей теплопроводность композиций увеличивается;
3. в работе проведена оценка погрешности измерений теплопроводности на данной установке. Относительная погрешность не превышает 6% [3].

Литература

1. Долгов О.Н., Воронков М.Г., Гринблат М.П. Кремнийорганические каучуки и материалы на их основе. – Л.: Химия, 1975. – 112 с.

2. Платунов Е.С., Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения. Учеб. пособие / Под ред. Е.С. Платунова. – СПб: СПбГУНиПТ, 2010. – 738 с.
3. Касандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. – М.: Наука, 1970. – 103 с.

**Разумова Инна Аркадьевна**

Год рождения: 1993

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № 4212

Специальность:140400– Техническая физика

e-mail: innapiter2@inbox.ru

УДК 536.24**АНАЛИЗ ПЛОСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ
ТЕПЛОВИЗОРА****И.А. Разумова****Научный руководитель – к.т.н., ассистент Д.А. Минкин**

В настоящее время тепловизор – прибор для дистанционной оценки температурного поля поверхности объектов является очень значимым в различных областях жизни. Этот прибор используется в современном мире почти во всех сферах нашей жизни: медицина, строительство, пищевая промышленность, научные исследования, военная техника и др. Тепловизор позволяет сразу получить обобщенную тепловую картину исследуемого объекта и конкретные значения температуры его элементов.

Основные требования, предъявляемые к тепловизионной аппаратуре: чувствительность и разрешающая способность должны позволять регистрировать мелкие объекты с малыми температурными контрастами, угол обзора должен быть достаточно большим. Погрешность определения температур у тепловизора должна быть минимальной, потому, что от точности показания данного прибора зависит успех выполняемых с помощью него задач [2]. Для этого проводят проверку тепловизионных измерительных приборов в соответствии с ГОСТ Р 8.619-2006.

Цель работы – расчет параметров нагревательного элемента в устройстве для калибровки инфракрасных приборов. Калибровка позволяет установить соответствие между показаниями измерительного прибора и значением физической величины.

При тепловизионных измерениях функции эталонных источников, как правило, выполняют протяженные излучатели в виде модели абсолютно черного тела. Пластина – излучатель находится в свободно-конвективном теплообмене с окружающей средой, а также в лучистом теплообмене. Однако интенсивность конвективного теплообмена по высоте пластины меняется как минимум в три раза, в результате чего низ пластины может оказаться холоднее, а верх – горячее (рис. 1).

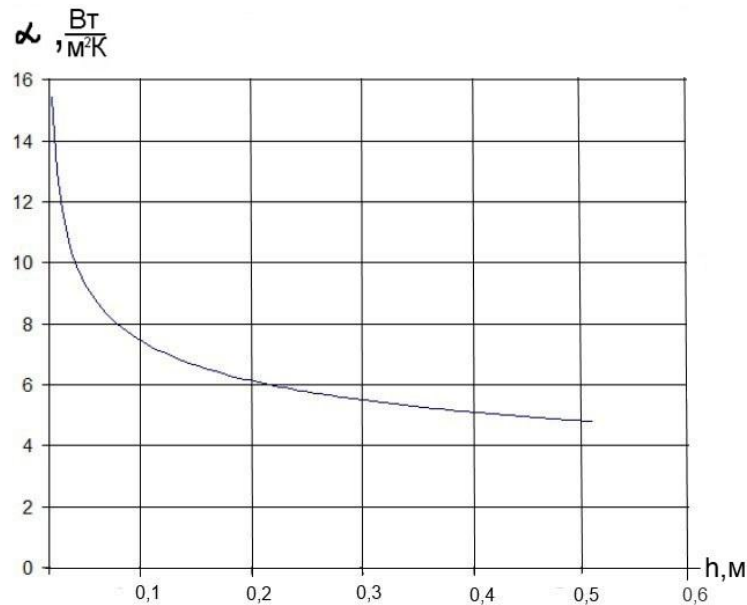


Рис. 1. График зависимости коэффициента конвективного теплообмена от высоты пластины

Для реализации равномерного температурного поля предложен метод перераспределения источников тепловыделений, а именно: внизу пластины подводить более высокие значения мощности, а сверху пластины – более низкие значения.

Основой расчета является закон Ньютона–Рихмана:

$$\Phi = \alpha(x) S \Delta T. \quad (1)$$

Конвективная составляющая находится из формулы

$$\alpha_k(x) = \frac{Nu_x \lambda}{x}, \quad (2)$$

$$Nu_x = 0,473 \sqrt[4]{Gr_x Pr}, \quad Gr_x = \frac{g \beta \theta x^3}{\nu^2}, \quad Pr = \frac{\nu}{a}, \quad (3)$$

где $\alpha_k(x)$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией; λ – коэффициент теплопроводности воздуха; x – координата по высоте пластины; ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха; β – коэффициент объемного расширения; g – ускорение силы тяжести; θ – превышение температурой пластины температуры среды; a – коэффициент температуропроводности воздуха. Лучистую составляющую находим по формуле

$$\alpha_{lij} = \varepsilon_{nij} \varphi_{ij} \cdot 5,67 \frac{\left(\frac{T_i}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_j}{100}\right)^4}{t_i - t_j},$$

где ε_{nij} – приведенная степень черноты; φ_{ij} – коэффициент взаимной облученности; t_i, t_j – температура среды и температура пластины [3].

Для того, чтобы создать необходимое равномерное температурное поле [5], предлагалось изготовить пластину с канавками для монтажа нагревателя с переменным шагом по высоте пластины – излучателя (рис. 2).

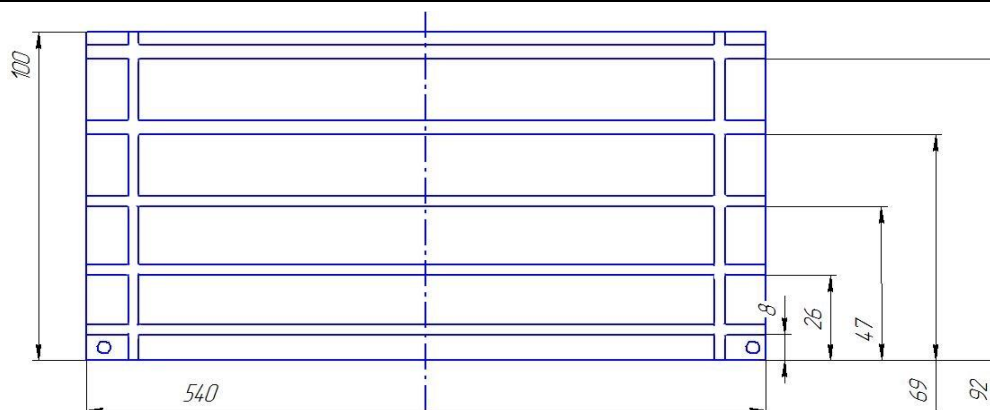


Рис. 2. Фрагмент пластины с канавками для монтажа нагревателя

В ходе работы были реализованы три основные задачи:

1. расчет распределения коэффициента конвективного теплообмена по высоте пластины;
2. расчет распределения мощности, необходимой для формирования равномерного температурного поля;
3. расчет шага расположения нагревателя и параметров электропитания.

Результаты расчета заложены в основу макета излучателя устройства для калибровки тепловизоров. Неизотермичность составила $\pm 2^{\circ}\text{C}$, что является допустимым значением.

Литература

1. Абасов М.Ю. Создание системы метрологического обеспечения тепловизионных измерительных приборов // Приборы. – 2007. – № 8(86). – С. 12.
2. ГОСТ Р 8.619-2006. Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки. – Введ. 01.01.2007. – М.: Стандартиформ, 2006. – 19 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1981. – 416 с.
4. Курт В.И. Состояние и перспективы развития измерительных стендов для определения параметров тепловизионных приборов // Приборы. – 2008. – № 11(101). – С. 1.
5. Шарков А.В., Кораблев В.А., Макаров Д.С., Минкин Д.А., Савинцева Л.А. Устройство для калибровки тепловизоров // Приборы. – 2008. – № 3(93). – С. 44.



Сандаков Артём Олегович

Год рождения: 1993

Институт холода и биотехнологий, факультет пищевых технологий, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № и4302

Специальность: 260100 – Технология продуктов питания

e-mail: artemsandakov@yandex.ru

УДК 663.42

ВЛИЯНИЕ СОЛОДА КОРОТКОГО РАЩЕНИЯ НА ВЯЗКОСТЬ ЗАТОРА И СУСЛА

А.О. Сандаков

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.В. Меледина

В 2011 году в Российской Федерации вступил в силу Закон от 18.07.2011 № 218-ФЗ, а с 1 июля 2012 года ст. 2 дополнена подпунктами 13.1–13.3 в соответствии с которыми, были введены новые поправки, в которых регламентируется определения пива и пивных напитков. Введение вышеприведенных изменений в Закон № 218-ФЗ ставит пивоваренную промышленность в довольно сложное положение. Эти поправки были внесены с целью улучшить качество выпускаемой в России продукции, а так же приравнять российских производителей с немецкими пивоварами. Но ситуация в России отличается, дело в том, что в настоящее время при производстве пива предприятия используют несоложенные материалы и мальтозную патоку в объемах значительно превышающих разрешенный в Законе объем добавок. А значит, продукция таких предприятий либо должна перейти в разряд «Пивных напитков», либо объем производства и номенклатура продукции неминуемо должна серьезно сократиться. Далеко не все предприятия захотят сменить название на этикетке на невзрачное «пивной напиток», а значит нужно искать альтернативные решения, т.е. адекватные замены несоложенным материалам.

Реальным выходом из создавшегося положения может быть переход пивоваренных заводов на широкое использование солода короткого ращения (СКР). Поэтому следует сказать, что широкое использование СКР (как заменитель несоложенного сырья) позволит сохранить ту же аппаратно-технологическую структуру производства, сохранить высокую производительность предприятия и при этом соответствовать требованиям предъявляемым поправками от 1 июля 2012 года.

В связи с этим, следует учитывать физико-химические особенности СКР, в частности такой показатель как вязкость. **Целью работы** являлось исследование влияния СКР на вязкость затора и сусла.

Объектами исследования являлся СКР из двух сортов ячменя Cervo, Beatrix, конгресное сусло полученное из него и образцы сусла, произведенного по стандартному режиму затирания с соблюдением всех ферментативных стадий. Сусло было получено настойным методом (без отварок) по классической схеме подготовки сусла.

Прежде всего, необходимо сравнить показатели солодов, а затем сделать выводы об отклонениях, вызываемых различной длительностью ращения. Стоит отметить, что для проведения экспериментальной части брался солод трехдневного ращения (остальные данные показывают динамику изменения).

Очевидно, что экстрактивность у солода нормального ращения (СНР) (5 суток) выше, чем у СКР. Хотя и разница не слишком большая (не более 5%), в промышленных

объемах это значительно увеличит расход солода на получение нужного выхода сухих веществ.

Время осахаривания у СНР меньше, это объясняется большей концентрацией ферментов. Данный пункт более подробно рассмотрен в литературном обзоре, поэтому останавливаться здесь мы на нем не будем.

Число Кольбаха, а так же число Хартонга у СКР, естественно ниже, чем у СНР. Но, это касается исключительно солодов одного сорта. Так, у Cervo СКР даже при трехдневном рашении, эти показатели много выше, чем у Beatrix СНР.

Основным показателем, который можно связать напрямую с вязкостью является фриабельность или мучнистость. Очевидно, что по показателям фриабельности солод Beatrix СКР явно проигрывает солоду Cervo СКР.

Для проведения эксперимента (изучение динамики изменения вязкости при использовании СКР) было взято три образца: Cervo СКР, Beatrix СКР, Beatrix СНР.

Для того, чтобы эксперимент можно было воспроизводить снова, необходимо было создать условия для повторности. Для этого все образцы были подроблены на дробилке с известным зазором между вальцами. После того, как образцы были доставлены в лабораторию, было проведено затирание настойным методом на водяной бане. Были подготовлены несколько заторов каждого образца (по пять каждого), для определения необходимых характеристик в определенных интервалах температур. Были выбраны температуры:

1. 45–50°C – белковая пауза и пауза для расщепления β-глюкана;
2. 63°C – мальтозная пауза;
3. 72°C – пауза осахаривания;
4. 76°C – пауза деактивации ферментов. Температура окончания затирания.

Далее от каждого образца было отобрано по 30 мл для определения вязкости. В лабораторных условиях использовался капиллярный вискозиметр. Перед определением все образцы были доведены до постоянной температуры 20°C. Все результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Тип солода	Температура точки отбора	Первое измерение, с	Второе измерение, с	Третье измерение, с	Среднее значение, с
Cervo СКР	45	5,19	5,37	5,30	5,2
	52	5,39	5,60	5,55	5,51
	63	7,42	7,39	7,06	7,29
	72	7,3	7,57	7,63	7,5
	76	7,7	7,59	7,87	7,72
Beatrix СКР	45	4,94	4,68	4,99	4,87
	52	5,01	4,58	4,97	4,85
	63	5,44	5,44	5,62	5,5
	72	6,96	7,15	7,15	7,09
	76	7,34	7,56	7,43	7,44
Beatrix Контроль	45	4,56	4,75	4,87	4,73
	52	4,94	4,81	4,69	4,81
	63	6,08	6,14	6,23	6,15
	72	6,31	6,03	6,47	6,27
	76	6,8	6,45	6,82	6,69

Далее образцы были отправлены в специализированную лабораторию для определения плотности, а также вязкости (используя анализатор пива фирмы «Anton Paar»). Данные с анализатора представлены на рисунке.

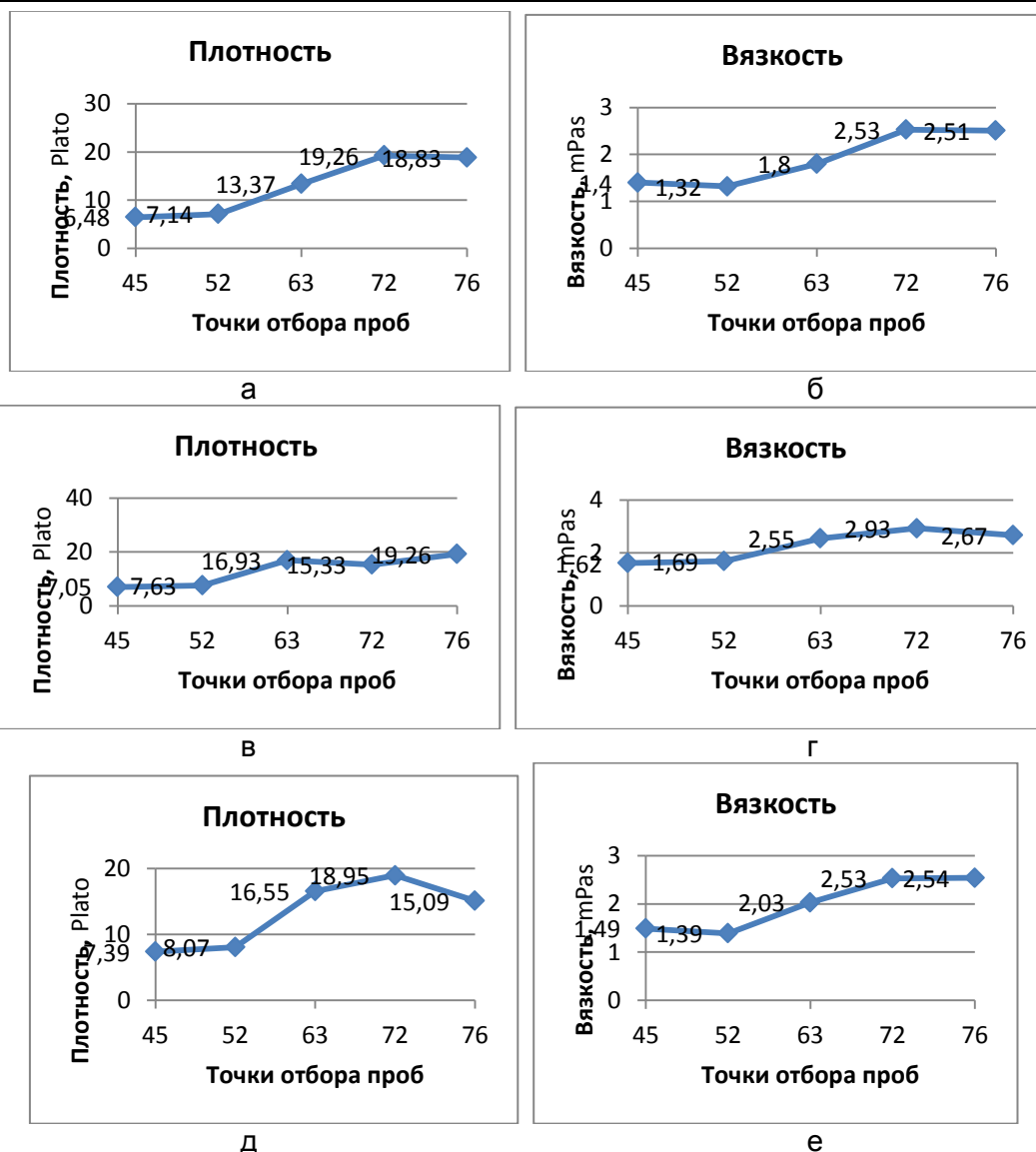


Рисунок. Данные с анализатора: Beatrix СКР (а, б); Cervoise СКР (в, г); Beatrix Контроль (д, е)

После получения результатов, кинематическая вязкость, полученная с помощью капиллярного вискозиметра, была пересчитана в динамическую, используя формулу зависимости:

$$\mu = \nu \cdot \rho,$$

где μ – динамическая вязкость; P – плотность вещества; ν – кинематическая вязкость.

Данные, полученные в результате расчетов, были занесены в общую табл. 2, которая показывает конечный результат измерений вязкости при помощи капиллярного лабораторного вискозиметра.

Таблица 1. Конечные результаты эксперимента

Тип солода	Температура точки отбора, °C	Кинематическая вязкость, мм ² /с	Динамическая вязкость, мПа·с
Cervo СКР	45	1,27	1,31
	52	1,32	1,36
	63	1,75	1,87
	72	1,80	1,91
	76	1,85	1,99

Тип солода	Температура точки отбора, °С	Кинематическая вязкость, мм ² /с	Динамическая вязкость, мПа·с
Beatrix СКР	45	1,17	1,20
	52	1,16	1,19
	63	1,32	1,39
	72	1,70	1,83
	76	1,79	1,92
Beatrix Контроль	45	1,14	1,17
	52	1,15	1,19
	63	1,48	1,58
	72	1,50	1,61
	76	1,61	1,71

Из представленных солодов наименьшую вязкость имеет Beatrix (нормального ращения). Наибольшую вязкость имеет солод Cervo СКР. Чуть ниже показания вязкости у Beatrix СКР.

Из данных, полученных в результате эксперимента на анализаторе пива, можно сделать вывод, что наибольшую вязкость имеет Cervoise СКР. Самая низкая вязкость получилась у Beatrix СКР.

Данные полученные с помощью разных методов отличаются, несмотря на это, общим в двух определениях является то, что Cervoise СКР имеет наибольшую вязкость при затирании.

Эксперименты, проведенные при помощи капиллярного вискозиметра, так и при помощи современного аналитического оборудования, показывают, что вязкость сусла при затирании с использованием СКР выше, нежели в сусле, в котором используется СНР.

Различие в показателях вязкости различных солодов составляет менее 20%. Данные полученные при помощи капиллярного вискозиметра, также как и данные полученные при помощи высокоточного анализатора, хотя и разнятся, тем не менее, имеют ту самую разницу в 20%.

Для данной работы самым важным выводом является следующее: СКР увеличивает вязкость затора-сусла, но полученное увеличение не критическое, увеличение, которое можно исправить при помощи комплекса мероприятий: выбором способа дробления, способ затирания, использование ферментных препаратов.

Это позволяет продолжить исследования в данной области, ведь СКР может в будущем стать общеупотребляемым дополнением в рецептурах пива.

Литература

1. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. – СПб: Профессия, 2003. – 304 с.
2. Кунце В. Технология солода и пива. – СПб: Профессия, 2001. – 912 с.
3. Нарцисс Л. Технология солодоращения / Пер. с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб: Профессия, 2007. – 584 с.
4. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения. – СПб: Профессия, 2007. – 641 с.
5. Волярович М.П. Большая Советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1453544>, своб.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.homedistiller.ru, своб.



Сосновский Егор Александрович

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4106

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: egortg@gmail.com

УДК 04.414.23

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ В СИСТЕМАХ СО СРЕДНИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Е.А. Сосновский

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев

Информационно-вычислительные системы характеризуются большим количеством классов запросов, поступающих на обработку, ко времени пребывания которых предъявляются требования в виде ограничений на средние значения. Выполнение этих ограничений может быть реализовано за счет выбора способа управления потоками запросов разных классов, задаваемого в виде приоритетной дисциплины обслуживания (ДО), определяющей последовательность обработки запросов [1]. При этом задача выбора дисциплины обслуживания сводится к задаче назначения запросам разных классов приоритетов, при которых обеспечивается выполнение заданных ограничений на времена пребывания запросов при минимальной производительности системы. Многообразие приоритетных дисциплин обслуживания и способов назначения приоритетов, особенно при большом количестве классов запросов, требует автоматизации процесса распределения приоритетов и его программной реализации [2].

Основной **целью работы** являлась разработка программы, позволяющей автоматизировать процесс распределения приоритетов в системах массового обслуживания со средними ограничениями на время пребывания запросов.

Описание модели. В качестве модели системы используется одноканальная система массового обслуживания (СМО) с неоднородным потоком, отображающая обработку запросов в процессоре (рисунок).

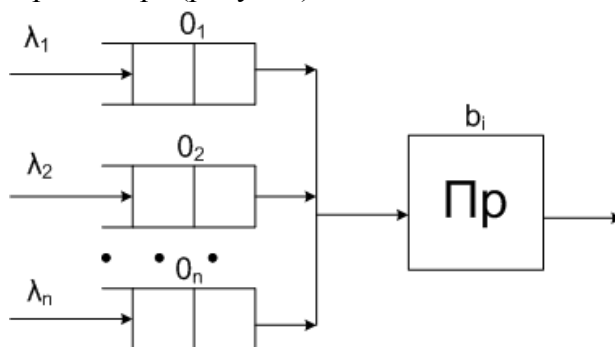


Рисунок. Модель системы

В качестве исходных данных используются следующие величины: количество классов запросов, поступающих в систему; интенсивности потоков запросов, которые полагаются простейшими; средние значения и коэффициенты вариации ресурсоемкости обработки запросов; ограничения на время пребывания в системе запросов каждого класса.

Описание программы. Программа реализована на языке программирования Java [2]. При написании программы были запрограммированы классы и методы классов, основные из которых представлены в таблице.

Таблица. Классы и методы классов

Классы	Методы	Описание
1	2	3
MainFrame	makePriorityMatrix	Задание матрицы приоритетов
1	2	3
	saveFile	Сохранение исходных данных
MatrixDialog	makeCanonical Matrix	Приведение матрицы приоритетов к каноническому виду
Perfomance Calculator	calculateV0Line	Расчет нижней границы производительности обеспечивающей отсутствие перегрузок
	calculateV0Double Line	Расчет нижней границы производительности с учетом ограничений по всем классам
PerfomanceS earchFrame	accuracyTextFieldKeyT yped	Проверка корректности матрицы приоритетов
	calculateButtonActionP erformed	Расчет производительности по заданной матрице приоритетов
	checkMatrix	Проверка матрицы приоритетов на правильное заполнение
PerfomanceS tepingFrame	calculateButtonActionP erformed	Варьирование производительности
	GraphicsAction Performed	Построение и отображение графиков

В процессе выполнения работы была рассмотрена модель СМО, произведена ее параметризация, сформулированы этапы распределения приоритетов, реализованы программно-математические зависимости обслуживания заявок и ДО, разработан пользовательский интерфейс.

Литература

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
2. Клакевич А.В., Сосновский Е.А. Автоматизированное распределение приоритетов в системах со средними ограничениями / Сб. трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. Вып. 5. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – С. 35–38.



Фам Ван Хоа

Год рождения: 1990

Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптоинформационных технологий и материалов,
группа № 4346

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: phamhoa0303@mail.ru

УДК 681.7.064.454

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЯТИСЛОЙНЫХ ПРОСВЕТЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

В.Х. Фам

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Губанова

Развитие оптического приборостроения привело к тому, что ряд оптических приборов работают в нескольких областях спектра. Для обеспечения сохранения величины проходящего потока излучения необходимо снизить потери от отражения на преломляющих поверхностях оптических элементов [1]. С этой целью на преломляющие и отражающие поверхности наносятся просветляющие покрытия, которые снижают Френелевский коэффициент отражения. Это определяет **цель и актуальность работы.**

В современном приборостроении широко используются интерференционные просветляющие покрытия для уменьшения коэффициента отражения на одной, двух длинах волн или в некотором участке спектра [2]. Для снижения коэффициента отражения в нескольких областях спектра в настоящее время неизвестны интерференционные системы. Создание интерференционных систем, содержащих три и более слоя и обеспечивающих снижение коэффициента отражения границы двух сред с разными показателями преломления в разных спектральных областях является актуальной задачей.

Пятислойная просветляющая система, состоящая из слоев равной оптической толщины, позволяет расширить диапазон высокого пропускания оптических элементов в широкой области спектра.

Для обеспечения условия просветления необходимо выполнение строгого соотношения между показателями преломления слоев и показателем преломления подложки, т.е. материала, на котором находится покрытие [3]. Для пятислойной системы, образованной слоями, толщины которых равны между собой, соотношение между показателями преломления, формирующими это покрытие, выглядит следующим образом: $n_0 n_m n_2^2 n_4^2 = (n_1 n_3 n_5)^2$, где n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – показатели преломления слоев, формирующих данное покрытие; n_0 и n_m – показатели преломления воздуха и подложки, соответственно. При дополнительном условии: $n_1 n_5 = n_2 n_4 = n_3^2 = n_0 n_m$, такое покрытие имеет несколько нулевых минимумов отражения, расположенных при различных длинах волн. На рис. 1 показана область выбора пары показателей преломления (n_1, n_2) , определяющая первые два слоя пятислойной системы, которая позволяет получить три или пять нулевых минимумов отражения в широком спектральном диапазоне.

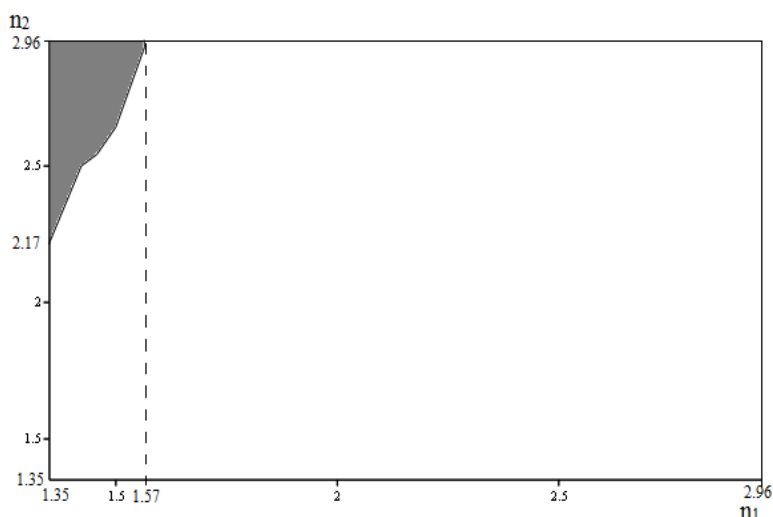


Рис. 1. Область выбора показателей преломления слоев (n_1, n_2), входящих в пятислойную систему, которая позволяет получить три (темная область) или пять (светлая область) нулевых минимумов отражения ($n_m = 4,0$)

Расширение спектрального диапазона работы оптических приборов в длинноволновую область спектра приводит к необходимости разработки покрытий для ИК-диапазона. Показатель преломления оптических материалов, прозрачных в ИК-диапазоне, существенно больше, чем в видимой области спектра, отличен и набор пленкообразующих материалов, используемых для интерференционных покрытий в этой области спектра.

Применение пятислойных просветляющих покрытий с условием $n_1 n_5 = n_2 n_4 = n_3^2 = n_0 n_m$ обычно происходит на поверхностях, имеющих показатель преломления не менее, чем 1,82. Это значит, что пятислойные просветляющие системы эффективно работают в ИК-области спектра. На рис. 2 представлены спектральные характеристики некоторых пятислойных систем, работающих в ИК-области спектра.

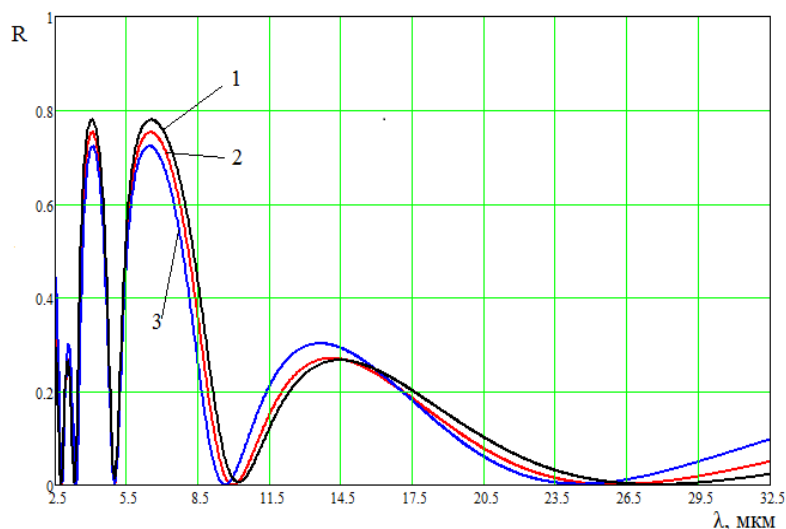


Рис. 2. Спектральные характеристики пятислойных систем, работающих в ИК-области спектра: 1 – $n_1=2,40$ (ZnSe), $n_2=1,47$ (KCl), $n_3=2,00$ (AgCl), $n_4=2,38$ (KrS-5), $n_5=1,43$ (CaF₂), $n_m=3,40$ (Si); 2 – $n_1=2,40$ (ZnSe), $n_2=1,54$ (KBr), $n_3=2,00$ (AgCl), $n_4=2,52$ (TiO₂), $n_5=1,67$ (CsBr), $n_m=4,00$ (Ge); 3 – $n_1=2,40$ (ZnSe), $n_2=1,67$ (CsBr), $n_3=2,20$ (ZnS), $n_4=2,67$ (CdTe), $n_5=2,00$ (AgCl), $n_m=5,00$ (Te)

Значение интегрального энергетического коэффициента (средние значения) отражения R_i этих кривых и коэффициент отражения подложки R_m (коэффициент отражения при отсутствии покрытия) показано в таблице.

Таблица. Значения R_i и R_m

	1	2	3
R_i , %	18,7	17,8	18,4
R_m , %	29,6	36,0	44,4
$R_i - R_m$, %	10,9	18,2	26,0

Предложенная в работе методика выбора показателей преломления материалов, из которых формируется пятислойное интерференционное четвертьволновое покрытие, позволяет создавать различные структуры просветляющих покрытий, обеспечивающие снижение энергетического коэффициента отражения в различных участках спектра.

Литература

1. Путилин Э.С. Оптические покрытия. Учебное пособие по курсу «Оптические покрытия». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 227 с.
2. Варфоломеев Г.А., Котликов Е.Н., Лавровская Н.П., Тропин А.Н., Хонинева Е.В. Проектирование, изготовление и исследование интерференционных покрытий: учебное пособие. – СПб: ГУАП, 2009. – 188 с.
3. Губанова Л.А., Путилин Э.С. Просветляющие покрытия на основе нанослоев // IX международная конференция «Прикладная оптика-2010». – 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.convdocs.org/docs/index-157421.html>, своб.



Чернова Ольга Олеговна

Год рождения: 1993

Гуманитарный факультет, кафедра прикладной экономики
и маркетинга, группа № 4072

Специальность: 080100 – Экономика

e-mail: olya-ch35@mail.ru

УДК 338.4.033

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП ДЛЯ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ, ЗДАНИЙ И МАГИСТРАЛЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

О.О. Чернова

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

Первое наружное освещение появилось в Санкт-Петербурге в 1706 г., с тех пор оно прошло несколько этапов развития, с каждым годом значительно увеличивалось количество светильников в городе и их светотехнические характеристики. Последним на сегодняшний день является этап внедрения светодиодов в наружное освещение. Светодиодные лампы используются в наружном освещении Санкт-Петербурга с

2009 г., и перспектива их применения не вызывает сомнения у экспертов эксплуатирующего наружное освещение Санкт-Петербурга государственного унитарного предприятия «Ленсвет».

Основной **целью работы** являлось обоснование целесообразности использования светодиодных ламп для наружного освещения Санкт-Петербурга.

Комплекс наружного освещения города представляет собой пространственно-распределенную организационно-техническую структуру, и включает в себя: инженерные комплексы, системы энергоснабжения, здания и сооружения предприятий, занятых эксплуатацией наружного освещения, установки наружного освещения [1]. В общем виде наружное освещение города можно классифицировать по виду освещаемого объекта на наружное освещение улиц и магистралей, внутриквартальное освещение и архитектурно-художественную подсветку.

В ходе работы автором были выявлены следующие проблемы наружного освещения Санкт-Петербурга: недостаточное выполнение комплексом наружного освещения своих функций, противоречие между получением выгоды и сохранением нормативных показателей наружного освещения, отсутствие единого эстетического образа города. Также были предложены возможные пути решения каждой проблемы, в основном представляющие собой государственные программы. Поставлен акцент на второй из выявленных проблем, так как основным средством государственной программы, направленной на ее решение, является использование светодиодных технологий в наружном освещении Санкт-Петербурга.

Одной из задач работы является анализ экономических показателей деятельности «Ленсвет». В ходе работы по предложенной [2] методике проведен анализ баланса «Ленсвет», анализ доходов и расходов предприятия, анализ доходности и рентабельности, анализ и оценка прибыли предприятия. Выявлена положительная динамика основных экономических показателей деятельности «Ленсвет».

В работе выполнено сравнение светотехнических характеристик различных ламп, используемых в наружном освещении Санкт-Петербурга: дуговых ртутных ламп, металлогалогенных ламп, дуговых натриевых трубчатых ламп и светодиодов [3]. По итогам сравнения характеристики светодиодов признаны лучшими из всех вариантов.

Особое внимание в работе уделено сравнению энергосбережения и энергоэффективности различных ламп. На энергосбережение оказывает влияние величина мощности, потребляемой лампой, а показателем, характеризующим энергоэффективность, является световая отдача [3]. По итогам сравнения аналогичных по световому потоку ламп выявлено, что во всех его диапазонах светодиоды обладают наибольшей световой отдачей и наименьшей потребляемой мощностью при сохранении светотехнических характеристик, на основании чего сделан вывод о целесообразности использования светодиодов.

Для расчета экономической эффективности использован условный пример: рассмотрены характеристики одного светильника каждого вида, используемого в наружном освещении Санкт-Петербурга. Критерием экономической эффективности в работе выступает величина приведенных затрат, на которую влияют эксплуатационные расходы, включающие амортизационные отчисления, расходы по замене ламп и расходы по оплате электроэнергии. В капиталовложения, учитываемые при расчете приведенных затрат, входят первоначальная стоимость светильника и стоимость его монтажа. В таблице проведен расчет приведенных затрат по светильнику каждого вида.

Таблица. Расчет приведенных затрат по различным светильникам

Показатель	Светильник		
	Светильник РКУ для дуговой ртутной лампы мощностью 250 Вт	Светильник ЖКУ для дуговой натриевой трубчатой лампы мощностью 150 Вт	Светильник LED для светодиодного модуля мощностью 90 Вт
Амортизационные отчисления, руб.	359,63	469,63	863,85
Расходы по замене ламп в год, руб.	3103,01	1851,50	0,00
Расходы на оплату электроэнергии, руб.	3207,14	1959,92	1069,05
Эксплуатационные расходы, руб.	6669,78	4281,05	1932,90
Капитальные затраты, руб.	3596,34	4696,34	21596,34
Коэффициент нормативной эффективности	0,12	0,12	0,12
Приведенные затраты, руб.	7101,34	4844,61	4524,46

Рассчитанная величина приведенных затрат по светодиодным светильникам признана наименьшей, на основании чего сделан вывод об экономической целесообразности внедрения светодиодов в наружное освещение Санкт-Петербурга.

В работе проведена оценка сроков окупаемости дополнительных капиталовложений светильников со светодиодными лампами по сравнению со светильниками с дуговыми ртутными и дуговыми натриевыми лампами. Рассчитанные значения показателей по величине значительно меньше нормативных сроков службы светодиодных светильников, что позволяет сделать вывод о получении на протяжении оставшегося срока службы значительных экономических выгод по сравнению с другими светильниками.

Таким образом, использование светодиодных ламп для наружного освещения Санкт-Петербурга целесообразно по следующим причинам: обладание лучшими светотехническими характеристиками, обоснованная минимизацией приведенных затрат экономическая эффективность, невысокие сроки окупаемости по сравнению с длительными сроками службы. К недостаткам светодиодов относится отсутствие статистической информации, подтверждающей их эксплуатационные характеристики, из-за чего лампы не могут использоваться на высокоскоростных магистралях для сохранения безопасности движения.

По итогам работы светодиоды признаны целесообразными для использования в наружном освещении Санкт-Петербурга, после 2020 г. ожидается получение статистической информации и их массовое применение, что позволит получить значительные экономические выгоды.

Литература

1. Указания по эксплуатации установок наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов. – М.: Стройиздат, 1990. – 124 с.
2. Пласкова С.Н. Экономический анализ: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Эксмо, 2010. – 704 с.
3. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.

**ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ
КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ**



Абдеева Альбина Флюоровна

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологии,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа № 4661

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: lady.abdeeva@yandex.ru

УДК 658.562.012.7

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО
КОНТРОЛЯ**

А.Ф. Абдеева

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Аникейчик

В настоящее время, несмотря на высокие потенциальные возможности тепловизионного метода, его применение с целью оценки теплотехнических свойств ограждающих конструкций (ОК) зачастую носит качественный характер – визуализация дефектов ОК в виде неравномерности их температурных полей. Вместе с тем, основу метода составляют бесконтактные измерения полей температур между внутренними и наружными поверхностями ОК, которые могут быть использованы при вычислении количественных показателей теплотехнических свойств ОК [1].

Работа направлена на разработку методики комплексного теплотехнического обследования ОК, позволяющей повысить достоверность оценки качества теплоизоляционных свойств ОК зданий и сооружений (ЗиС) по результатам тепловизионного контроля.

Согласно общепринятой классификации каркас ЗиС состоит из несущих и ограждающих конструкций. Анализ теплопотерь через типовые ОК ЗиС показал, что большая часть тепла теряется через стены и окна. Процентное соотношение теплопотерь в ОК представлено на рис. 1.

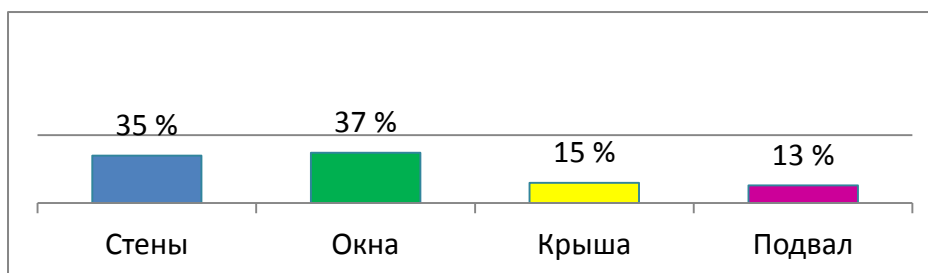


Рис. 1. Распределение теплопотерь в ОК ЗиС

Одним из способов уменьшения теплопотерь являются конструктивные решения по утеплению ОК [2].

В работе обоснованы: выбор наиболее приемлемого метода – тепловизионного контроля, для анализа теплотехнических характеристик ОК; выбор показателя теплотехнических свойств ОК – сопротивление теплопередаче, количественное оценивание данного показателя может быть проведено при известных температурах

внутреннего и наружного воздуха, внутренней и наружной поверхности ОК и теплового потока через нее, получаемых при тепловизионном контроле [3].

Методика комплексного теплотехнического обследования (КТО) ОК ЗиС с применением тепловизионной техники определяет основные положения, требования к персоналу, требования к приборному обеспечению. Следует отметить, что в рамках предложенной методики проводится комплексирование контактных и тепловизионных методов измерений. По результатам измерения определяется вся необходимая информация, а именно температура внутренней и наружной поверхности ОК, тепловой поток через реперную зону и распределение температуры на поверхности ОК.

Далее по результатам измерений рассчитывается сопротивление теплопередаче и производится оценка его погрешности. Оценка качества теплоизоляции ОК ЗиС заключается в сравнении сопротивления теплопередаче, полученного при КТО, с сопротивлением теплопередаче, рассчитанного с использованием данных сертификатов соответствия на материалы, и сопротивлением теплопередаче в соответствии с климатическими условиями местности.

Апробация методики проводилась на примере оценки сопротивления теплопередаче ОК жилого здания, представленного на рис. 2. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что расчетное сопротивление теплопередаче не существенно отличается от проектных данных и превышает сопротивление теплопередаче по СНИП.

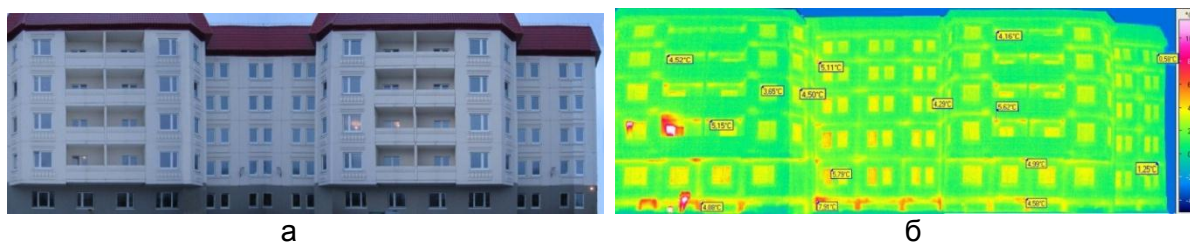


Рис. 2. Внешний вид фасада здания (а) и его термограмма (б)

Комплексное обследование теплотехнического состояния наружных ОК эксплуатируемых и вновь возводимых зданий показывает, что практически всегда существует несоответствие теплотехнических характеристик тем величинам, которые были заложены в проектах или должны быть соблюдены согласно действующим нормативным документам. Разработанная методика позволяет повысить достоверность оценки теплотехнических свойств ОК за счет дополнения результатов контактных методов измерения результатами тепловизионного обследования ОК.

Литература

1. Вавилов В.П., Торгунаков В.Г., Ширяев В.В., Иванов А.И., Нестерук Д.А. Тепловой неразрушающий контроль // Известия ТПУ. – 2003. – № 1. – Т. 306. – С. 110–118.
2. Стандарт СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – Введ. 01.03.2006. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 62 с.
3. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – Введ. 01.01.1985. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 28 с.



Адамчик Марина Николаевна

Год рождения: 1994

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4103

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: feliciano@bk.ru

УДК 004.048

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ДАННЫХ НА ИНТЕРНЕТ-САЙТАХ

М.Н. Адамчик

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

В наше время Интернет является неотъемлемым источником разнообразной информации. Объем этой информации непрерывно растет, также увеличивается количество предоставляемых услуг. Анализ сведений на Интернет-сайтах можно автоматизировать. **Целью работы** являлась разработка программного комплекса для осуществления автоматизированного сбора, обработки и анализа изменяющихся данных Интернет-сайтов.

Изучением и разработкой способов и методов анализа данных занимается направление компьютерных технологий Data Mining – интеллектуальный анализ данных. На работу с данными Интернет-ресурсов направлен раздел Data Mining – Web Mining, т.е. интеллектуальный анализ веб-данных [1]. В зависимости от цели анализа и анализируемых данных Web Mining разделяется на три категории [1, 2]:

1. анализ веб-структур (Web Structure Mining), направленный на выявление взаимосвязей между веб-страницами;
2. анализ использования (Web Using Mining), направленный на выявление шаблонов во взаимодействии пользователей с веб-ресурсом;
3. анализ содержимого (Web Content Mining), направленный на выявление новых знаний из имеющихся данных веб-ресурсов.

В данной работе использовались принципы анализа содержимого веб-страниц.

Программы для сбора и анализа данных были реализованы на примере веб-сайтов погоды. Целью анализа являлось выявление наиболее достоверного источника сведений о погодных условиях для Санкт-Петербурга. На рис. 1 показана структура разработанной программы по сбору данных. В качестве источников данных были выбраны страницы сервисов экспорта прогнозов погоды в XML-формате. Сведения об особенностях структуры и форматах предоставления данных веб-сайтов содержатся в файлах-свойствах properties. Необходимые данные извлекаются с веб-страниц с помощью XPath. Собранные данные хранятся в локальной базе данных Oracle. Обработка и анализ осуществляются в базе данных. Для визуального представления результатов автоматизированного анализа создано APEX-приложение.

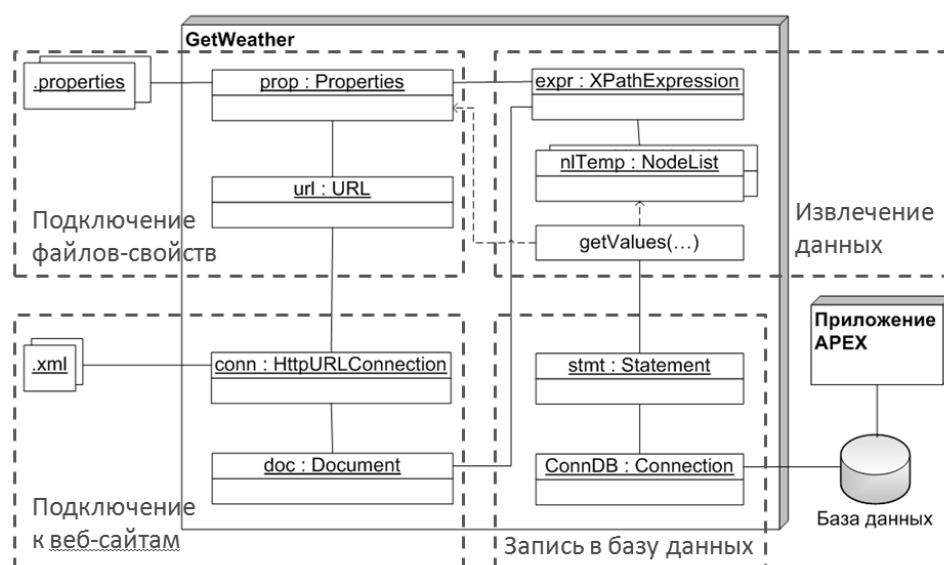


Рис. 1. Организация программы по сбору данных

С помощью разработанной программы данные о погодных условиях и прогнозах погоды автоматически собирались ежедневно с девяти веб-сайтов. Для сбора с веб-страниц были отобраны параметры погодных условий, предоставляемые в числовом виде: температура воздуха (°C), скорость ветра (м/с), облачность (%), влажность (%), давление (гПа), количество осадков (мм).

При реализации сбора данных с Интернет-сайтов были согласованы различия в единицах измерения параметров погодных условий, различия в формате даты, различия в интервале предоставления прогнозов, а также различия в расположении необходимых данных на веб-странице.

Для расчета достоверности данных веб-сайтов была выведена формула, которая учитывает:

- достоверности данных по каждому из шести выбранных параметров погодных условий;
- достоверности диапазонов температур;
- стабильность прогноза.

При анализе данных были также учтены различия в количестве предоставляемых параметров погодных условий и периодах прогноза.

На рис. 2 показана таблица на странице АРЕХ-приложения с результатами автоматизированного анализа данных, собранных с веб-сайтов погоды за апрель. Анализ данных осуществляется по запросу пользователя.

ID	Name	Days of forecast	Reliability ▼
3	Yandex Weather	9	83,21%
7	Nepogoda	4	81,05%
9	YR.no	9	76,85%
1	Open Weather Map	6	74,6%
5	EuroMeteo	2	67,66%
6	rp5	1	65,08%
4	Meteoservice	1	63,33%
8	World Weather Online	4	58,43%
2	Yahoo Weather	4	53,19%

1 - 9

Recalculate

Рис. 1. Результаты анализа данных

В результате выполнения работы была разработана программа для автоматического сбора данных с Интернет-сайтов, автоматизированы обработка и анализ собранных данных. Были проведены эксперименты по сбору данных с помощью разработанной программы на примере Интернет-сайтов погоды. Принципы организации сбора и обработки данных, использованные в работе, могут быть применены для автоматизации анализа изменяющихся данных веб-сайтов любой тематики.

Литература

1. Liu B. Web Data Mining. Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data. – Springer, 2006. – 493 с.
2. Царьков С. Web Mining: основные понятия. – 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.basegroup.ru/library/web_mining/basic_conceptions/, своб.



Акимова Александра Анатольевна

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа № 4149

Специальность: 220200 – Автоматизация и управление

e-mail: sharlara@yandex.ru

УДК 621.865.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РОБОТОВ

А.А. Акимова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Болтунов

Функциональные возможности манипуляционных механизмов обуславливают их применение во многих отраслях промышленности, таких как машиностроение, приборостроение, автомобилестроение, подводные и космические исследования, используются они и для работ в экстремальных условиях. В зависимости от области применения роботов к ним предъявляются различные технические требования, такие как число степеней свободы, грузоподъемность, рабочая зона, погрешность позиционирования. Если к механизму предъявляются такие требования, как жесткость конструкции, высокая грузоподъемность и точность, то предпочтение по сравнению с механизмами с последовательным расположением звеньев отдается механизмам параллельной структуры [1].

Классические роботы представляют собой механизмы, состоящие из нескольких звеньев, которые последовательно соединены различными типами соединений. По аналогии с электрической цепью, их можно назвать последовательными роботами. В отличие от них, параллельные роботы имеют несколько кинематических цепей, которые связывают его рабочий орган с неподвижным основанием.

Основными недостатками данных механизмов являются относительно небольшая рабочая область и повышенная сложность управляющего программного обеспечения [2].

Параллельные роботы, осуществляющие движение в плоскости называются плоскими параллельными роботами (ППР).

Основной **целью работы** являлось построение конфигурационного пространства 7 видов ППР.

Для описания топологии кинематических связей параллельных механизмов принято использовать ряд букв, которые кодируют последовательность и тип кинематических пар, начиная с неподвижного основания [3]. Тогда топология параллельного механизма с тремя идентичными кинематическими цепями может быть записана в виде 3-XXX, где 3 – число кинематических цепей; $X = \{R, P\}$, где R – вращательное соединение, P – поступательное соединение.

Цепи могут представлять следующие последовательности: 3-RRR, 3-RRP, 3-RPR, 3-RPP, 3-PRR, 3-PRP, 3-PPR. Они представлены на рис. 1. Последовательность 3-PPP исключена.

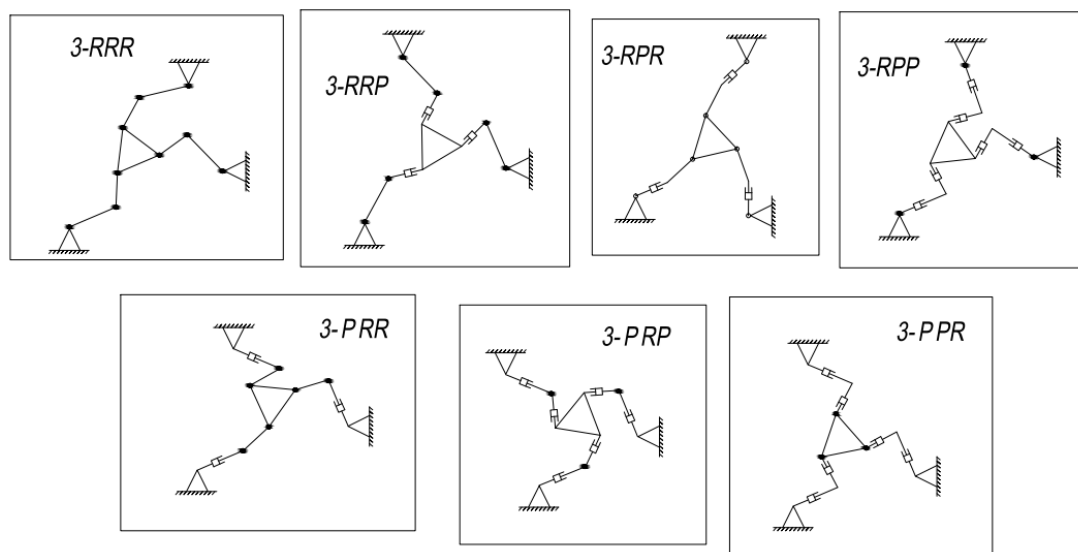


Рис. 1. Различные плоские полностью параллельные роботы с тремя степенями свободы и тремя идентичными цепями

Так как ППР имеют три степени свободы, то их конфигурационное пространство будет трехмерным. Для построения конфигурационного пространства необходимо найти все возможные обобщенные координаты рабочего органа (x, y, φ) , т.е. найти все возможные решения прямой задачи кинематики [4]. Основной сложностью при нахождении конфигурационного пространства является решение системы уравнений, задающих обобщенные координаты рабочего органа, так как уравнения системы являются трансцендентными. Поэтому для построения конфигурационного пространства необходимо наложить ограничения на возможные решения системы.

Для робота вида 3-RRR конфигурационное пространство имеет вид, представленный на рис. 2, где по осям абсцисс и ординат откладывается положение рабочего органа, а по оси аппликат его угол поворота.

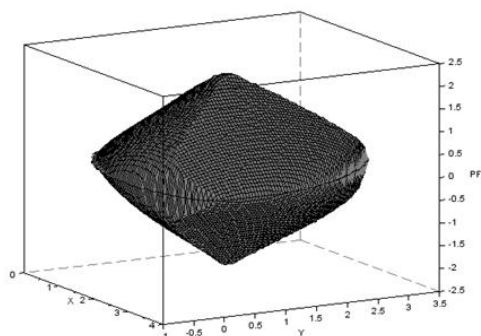


Рис. 2. Конфигурационное пространство плоского робота вида 3–RRR

Для остальных видов ППР поиск конфигурационного пространства также сводится к наложению ограничений на возможные решения.

Нахождение конфигурационного пространства и возможных граничных положений системы необходимо для:

- поиска «запрещенных зон» и положений механизмов системы;
- создания более оптимального алгоритма планирования сложных траекторий [2];
- создания быстрых алгоритмов проверки достижимости между двумя точками конфигурационного пространства системы;
- моделирования работы устройства в граничных состояниях [5];
- более детального исследования применимости механизма при решении поставленных задач.

В ходе выполнения работы по моделированию ППР была решена прямая и обратная задача кинематики для 7 видов ППР, разработаны методы построения конфигурационного пространства и произведено моделирование конфигурационного пространства для каждого типа ППР.

Литература

1. Merlet J.-P. Parallel Robots (Second Edition). – The Netherlands: Springer, 2006. – 401 p.
2. Kong X., Gosselin C. Type Synthesis of Parallel Mechanisms. – Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – 271 p.
3. Тарабанин В.Б. Структура механизмов. Классификация кинематических пар. – 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tmm-umk.bmstu.ru/lectures/lect_2.htm, своб.
4. Антонов С.Е. Разработка автоматизированного программно-аппаратного комплекса для исследования многокоординатных нелинейных механизмов на примере прецизионных триподов: дисс. канд. техн. наук: 05.13.06. – СПб, 2013. – 146 с.
5. Тарг С.М. Конфигурационное пространство. Большая Советская энциклопедия в 30 т. – М.: Советская энциклопедия», 1969–1978.



Антонов Георгий Александрович

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4106

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: gogiant19920@gmail.com

УДК 004.932.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОПОСТАВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Г.А. Антонов

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.С. Рубина

В рамках современного этапа развития интеллектуальных информационных систем компьютерное зрение используется для решения широкого круга задач. Большинство из этих задач включают в себя в качестве подзадачи сопоставление локальных областей изображений.

Задача сопоставления включает в себя следующие этапы:

1. выделение локальных особенностей при помощи детекторов;
2. построение дескрипторов (описаний) локальных особенностей;
3. определение соответствия между дескрипторами изображений.

На успешное решение задачи сопоставления могут влиять различные факторы, и в их число входит аффинное преобразование изображений. **Целью исследования** являлась разработка метода сопоставления локальных областей изображений в условиях аффинных искажений.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. изучение детекторов и дескрипторов локальных особенностей;
2. исследование детекторов локальных особенностей на повторяемость в условиях аффинных искажений;
3. разработка усовершенствованного метода сопоставления локальных областей изображений;
4. тестирование предложенного метода.

Исследование детекторов локальных особенностей на повторяемость. Целью исследования стало нахождение детектора, обладающего лучшим показателем повторяемости в условиях аффинного преобразования.

Используемые обозначения: I_1 – исходное, неискаженное изображение; I_2 – изображение, полученное из I_1 при помощи матрицы преобразования M ; M – матрица аффинного преобразования. Имеет следующий вид:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ Z & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где Z – коэффициент матрицы преобразования. От его величины зависит то, насколько сильно I_2 будет отличаться от I_1 , P – аргумент детектора.

Исследование проведено при помощи симуляции аффинных искажений и включает в себя следующую последовательность действий:

1. из исходного изображения $I1$ получено искаженное изображение $I2$ при помощи матрицы аффинного преобразования M с заданными коэффициентами;
2. на изображениях $I1$ и $I2$ выделяются локальные особенности при помощи детектора D . Множества особенностей $K1$ и $K2$ соответственно;
3. координаты особенностей, найденных на $I2$, восстанавливаются обратным аффинным преобразованием;
4. для каждой точки из множества $K1$ происходит поиск соответствующей точки из множества $K2$ по восстановленным координатам. Таким образом, выделяются повторенные после искажения особенности;
5. коэффициент повторяемости подсчитывается по следующей формуле:

$$R = \frac{B}{A}, \quad (2)$$

где A – количество особенностей, найденных на изображении $I1$; B – количество особенностей, повторенных на изображении $I2$.

В работе исследовано свойство повторяемости шести наиболее широко используемых детекторов (Harris [1, 2], Harris-Laplace, Fast-Hessian, MSER [3], DoG [4, С. 6], FAST [5, С. 250]) на 30 изображениях при 25 значениях коэффициентах матрицы аффинного преобразования. Кроме того, для каждого детектора производилось варьирование значения его аргумента P . Таким образом, было проведено $30 \cdot 25 \cdot (7+4+5+5+5+7) = 24750$ опытов.

Результаты исследования шести детекторов на повторяемость представлены на рис. 1.

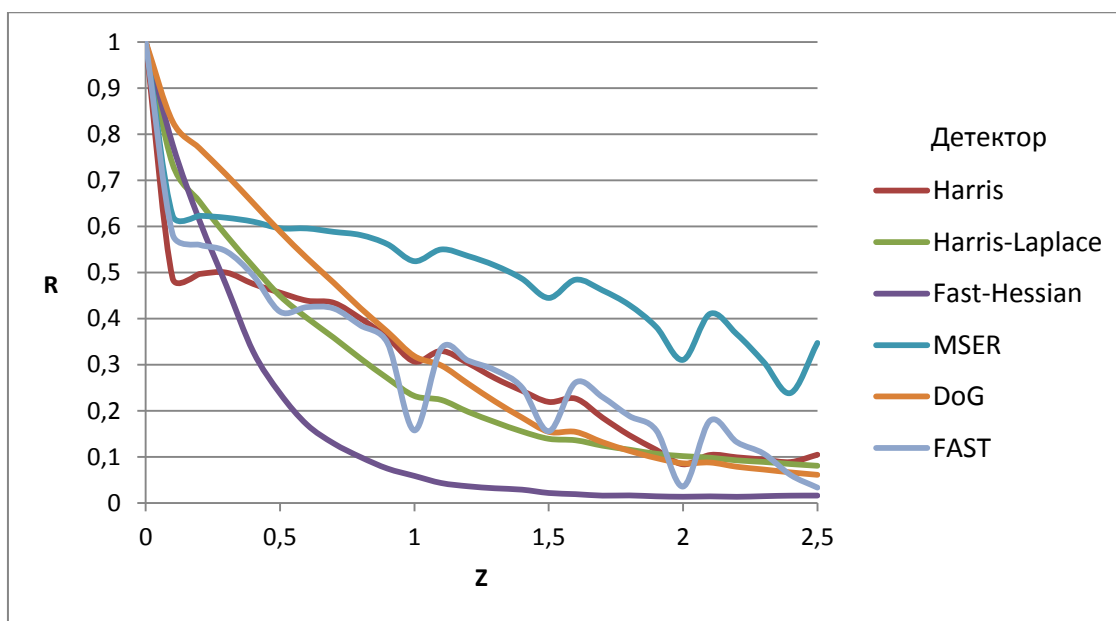


Рис. 1. Графики зависимости повторяемости R детекторов от значения элемента матрицы аффинного преобразования

Исследование показало, что детектор MSER лучше других подходит для сопоставления локальных областей в условиях аффинных искажений.

Предложенный метод заключается в усовершенствовании существующего метода SIFT путем замены встроенного в SIFT детектора DoG на детектор MSER.

Целью тестирования предложенного метода является проверка коэффициента правильности сопоставления (КПС) предложенного метода на практике.

Тестировались коэффициент сопоставления H и КПС L .

$$H = \frac{c}{N}, \quad (3)$$

где N – количество обнаруженных особенностей; C – количество сопоставленных особенностей.

$$L = \frac{W}{C}, \quad (4)$$

где C – количество сопоставленных особенностей; W – количество правильно сопоставленных особенностей.

Количество правильно сопоставленных особенностей вычисляется следующим образом:

1. координаты сопоставленных особенностей искаженного изображения восстанавливаются при помощи аффинного преобразования, обратного тому, каким было получено искаженное изображение;
2. внутри каждой пары особенностей происходит сравнение координат особенности на исходном изображении и восстановленных координат особенности на искаженном изображении;
3. если сравнение показало, что координаты идентичны, сопоставление считается правильным.

Тестирование предложенного метода включает в себя следующие этапы:

1. детектирование особенностей на $I1$ и $I2$ методами MSER и DoG;
2. описание особенностей методом SIFT;
3. сопоставление особенностей;
4. вычисление коэффициента сопоставления H и КПС L .

Тестирование коэффициента сопоставления. Для сравнения методов отобразим отношение G коэффициентов сопоставления на графике (рис. 2).

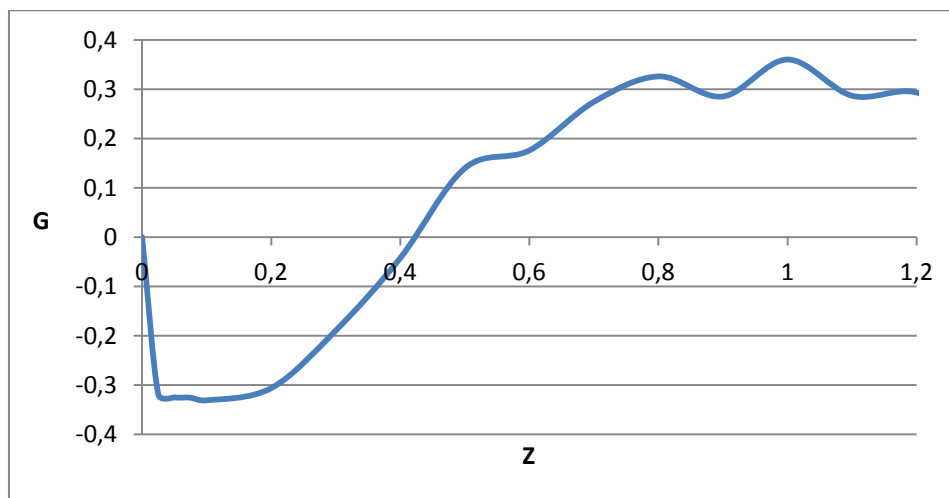


Рис. 2. График зависимости прироста G коэффициента сопоставления H от коэффициента Z матрицы аффинного преобразования M

$$G = \frac{H_{\text{предл}}}{H_{\text{суц}}} - 1,$$

где $H_{\text{суц}}$ – коэффициент сопоставления при детекторе DoG; $H_{\text{предл}}$ – коэффициент сопоставления при детекторе MSER.

Тестирование КПС. Для сравнения методов отобразим отношение V коэффициентов сопоставления на графике (рис. 3).

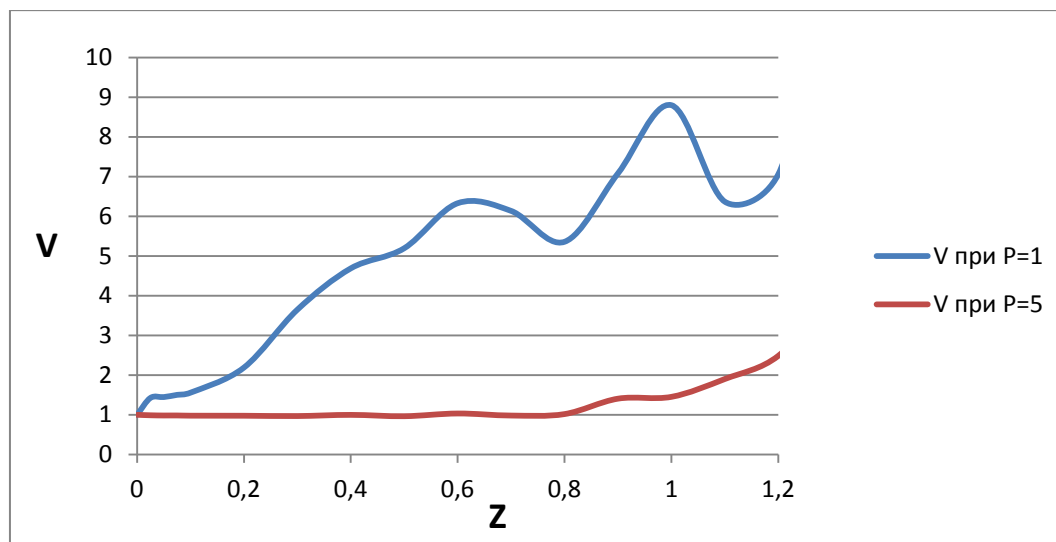


Рис. 3. Графики зависимостей отношений V КПС $L_{\text{суц}}$ и $L_{\text{предл}}$ от коэффициента Z матрицы аффинного преобразования M при максимальном и минимальном аргументе детектора существующего метода

$$V = \frac{L_{\text{предл}}}{L_{\text{суц}}}, \quad (5)$$

где $L_{\text{суц}}$ – КПС при использовании детектора DoG; $L_{\text{предл}}$ – КПС при использовании детектора MSER.

В отличие от коэффициента сопоставления, КПС зависит от аргумента детектора. Поэтому были рассмотрены крайние значения.

Дополнительное исследование было проведено с целью определить какое количество точек правильно сопоставляет разработанный метод по сравнению с существующим.

Исследование проводилось при минимально возможных значениях аргументов детекторов, что обеспечивало нахождение максимального количества особенностей. Результаты представлены на рис. 4.

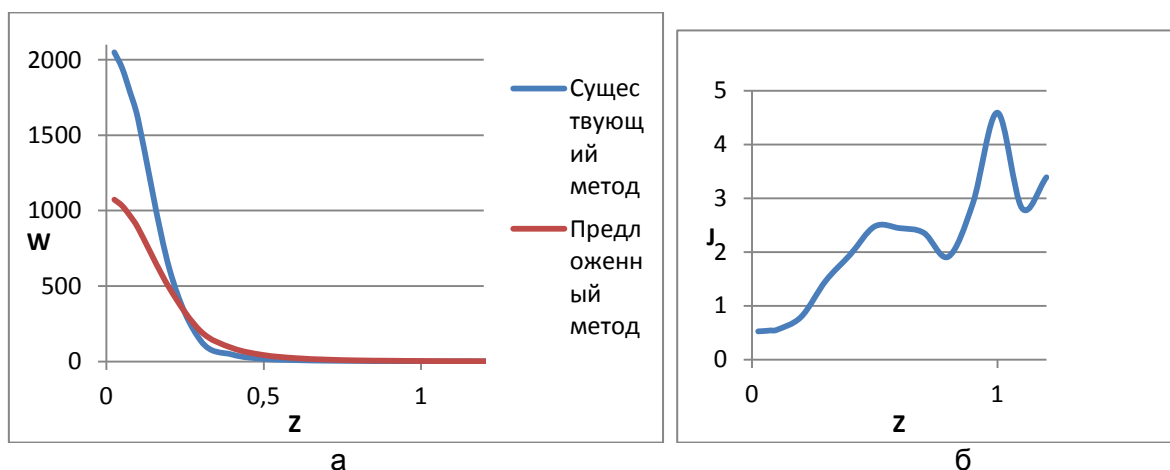


Рис. 4. Графики зависимостей количества правильно сопоставленных точек W от коэффициента Z матрицы аффинного преобразования M (а); график отношения W существующего метода к W предложенного метода от Z (б)

Выводы. Предложенный метод показал:

- в среднем на 26% больший коэффициент сопоставления H (максимально на 36%);
- в среднем в 1,2–4,58 раз (максимально в 8,7 раз) больший КПС V в зависимости от аргумента детектора P ;

- меньшую зависимость КПС от параметра P детектора, чем существующий метод;
- проводит в среднем в 2,6 раза больше правильных сопоставлений при меньшем количестве детектированных точек в диапазоне $Z \in [0,3; 1,2]$;
- в отличие от существующего метода количество правильно сопоставленных точек регулируется аргументом детектора P .

В предстоящих исследованиях планируется работа над сопоставлением локальных областей в условиях проективных искажений.

Литература

1. Harris C., Stephens M. A combined corner and edge detector // Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference. – 1988. – P. 147–152.
2. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. – Microsoft Research, 2010. – 979 p.
3. Matas J., Chum O., Urban M., Pajdla T. Robust Wide Baseline Stereo from Maximally Stable Extremal Regions // BMVC. – 2002. – С. 384–393.
4. Lowe G.D. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // Computer Science Department University of British Columbia Vancouver. – 2004. – С. 94–110.
5. Tuytelaars T., Mikolajczyk K. Local Invariant Feature Detectors: A Survey // Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision. – 2007. – V. 3. – № 3. – P. 177–280.



Бодров Кирилл Юрьевич

Год рождения: 1991

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: camcoh@easycoding.org

УДК 004.415.25

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЧЕТВЕРОНОГОГО РОБОТА

К.Ю. Бодров

Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.Б. Заморуев

В последнее время замечен значительный рост интереса к робототехнике. Особенно выделяются в этом шагающие роботы, что не удивительно, ведь благодаря новым современным материалам, новым двигателям, механическим и электронным компонентам, а также развитию программного обеспечения, средств связи и всевозможных сенсоров, они получают новый шанс стать такими же популярными, как и роботы на колесной основе. Но, несомненно, они при этом остаются весьма сложными в разработке и создании систем управления.

Актуальность и прилив интереса к таким роботам обусловлен, в том числе развитием военных технологий, благодаря которым появляются все больше различных роботизированных комплексов, беспилотных летательных аппаратов, а теперь, и

механических «друзей солдата». В тоже время растущий уровень технологий создает техногенные катастрофы небывалых масштабов, как то произошло на АЭС «Фукусима». Теперь лишь шагающим роботам под силу выполнить самые сложные задачи по разбору завалов, предотвращению утечек реакторов и комплекса смежных проблем.

Данная работа является первым шагом в разработке четвероногого робота со сложным строением корпуса и конечностей, комплексной системой датчиков и сенсоров, дополняемой системой видеозрения для прохождения препятствий, которые современные роботы пока преодолевают с трудом, с сопутствующим ориентированием на местности и составлением карт.

В качестве первого шага взята разработка алгоритмов и программ управления сложными конечностями подобных роботов, которые в дальнейшем лягут в систему управления задуманной конструкцией.

Обзор существующих аналогов. Аналоги данной идеи можно разделить на робототехнические системы и программные комплексы различного уровня.

Робототехнические системы. В большинстве своем это различные шагающие роботы компаний Boston Dynamic, а также промышленные и любительские роботы-манипуляторы. К сожалению, все алгоритмы их работы являются коммерческой (а в некоторых случаях и военной) тайной.

Для разработки робота, входящей в рамки данной работы, ближайшими аналогами выступают четвероногие шагающие роботы компаний Boston Dynamics и лаборатории Федеральной политехнической школы Лозанны.



Рис. 1. Робот «LS3» (а), являющийся улучшенной версией шагающего робота «Big Dog», разработанного компанией Boston Dynamics; робот «Wild Cat» (б), являющийся улучшенной версией робота «Cheetah», разработанного компанией Boston Dynamics совместно с MIT's Biomimetic Robotics Lab

Стоит отметить, что у всех данных роботов в основе используется лишь двухзвенный плоский манипулятор, редко – трех, и те со значительными ограничениями по углам поворота конечностей друг относительно друга, в то время как в данной работе рассматриваются конечности, в основе которых лежит четырехзвенный плоский манипулятор.

Для разработки одной конечности робота, ближайшими аналогами являются различные промышленные манипуляторы.

В качестве аналогов программных комплексов выступают различные профессиональные среды программирования роботов, специализированные операционные системы для роботов и отдельные алгоритмы и программы, часто, любительского уровня. Как и в случае с робототехническими аналогами, профессиональные разработки не раскрывают подробностей об используемых алгоритмах и их структуре, а любительские сводятся к самым простым манипуляциям с сервомоторами.

В результате этого было принято решение разрабатывать собственные алгоритмы и дополнительно провести небольшое исследование, в каком направлении и какими средствами проводить их разработку.

Разработка системы. В качестве основных средств разработки были выбраны:

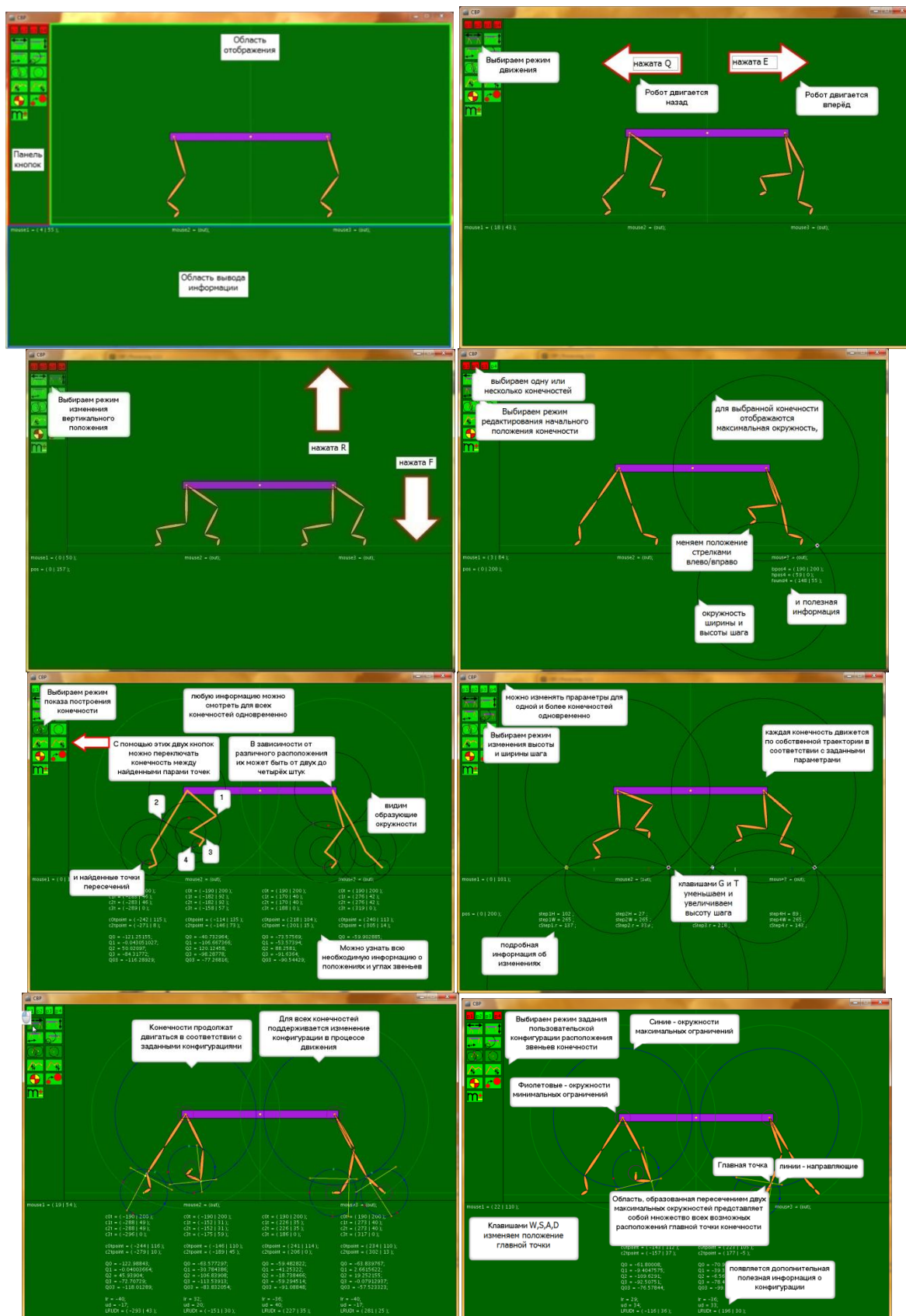
- среда программирования Processing с одноименным языком программирования;
- среда программирования Microsoft Visual Studio 2010 на языке C/C++ с использованием аналога хеш-списков и математического программирования;
- среда MatLab, с использованием нейронных сетей и адаптивных нейронных сетей нечеткой логики.

После изучения ряда материалов по перечисленным выше темам, и, в особенности, по математическому программированию и оптимизации, была выработана итоговая концепция, достаточно простая, но при этом обладающая приемлемой точностью и хорошим уровнем контроля за процессами, происходящими при работе алгоритмов, которая и легла в основу итоговой программы. А именно, все задачи удалось решить, используя достаточно простые и наглядные идеи, основанные на уравнениях прямых и окружностей, нахождении их пересечений, накладываемых ими ограничений и использованием векторного исчисления.

Итоговые простые алгоритмы сложились в более сложный, достаточно гибкий и подходящий не только для целевого четырехзвенного плоского манипулятора, но и для плоских манипуляторов с большим или меньшим числом звеньев.

В качестве языка для разработки был выбран язык программирования Processing, благодаря тому, что с его помощью можно легче, чем на остальных языках, написать программу с интерактивным графическим интерфейсом, которая позволит вносить изменения в параметры системы и наблюдать не только за работой алгоритмов, но и за тем, как изменения параметров влияют на работу алгоритмов.

В итоге был разработан ряд алгоритмов, начиная от самых простых, заканчивая алгоритмами, усложняющимися по мере необходимости. Была успешно решена задача, связанная с неоднозначностью выбора расположения плоской четырехзвенной конечности. Были решены задачи с заданием пользовательской конфигурации расположения такой конечности и сохранением этой конфигурации при движении. Были созданы алгоритмы, отвечающие за поиск альтернативных вариантов расположения конечности, в случае, если невозможно сохранить заданную пользователем конфигурацию, а также алгоритм для выполнения той же задачи, но в более сложных случаях. Кроме того, в итоговой разработанной модели тела с конечностями можно варьировать любые параметры, включая: размеры тела и конечностей; количество конечностей; длины отдельных сегментов конечности; длину, высоту и скорость шага; массы каждого сегмента конечности и тела; есть возможность выбора самых простых типов расположения сегментов конечности; присутствует возможность задать пользовательскую конфигурацию и менять ее по ходу выполнения программы; а также ряд других параметров. Каждый из них можно изменять как для всех конечностей одновременно, так и для каждой в отдельности. Для визуализации был написана программа, пример выполнения которой представлен на рис. 2 с пометкой «Контрольный пример выполнения программы». Так же на рис. 3 представлены блок-схемы частей из разработанных алгоритмов.



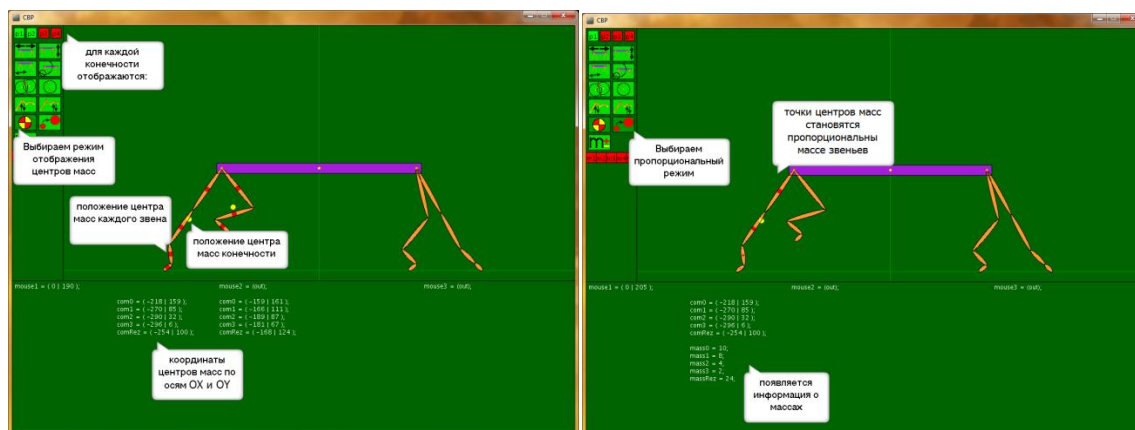
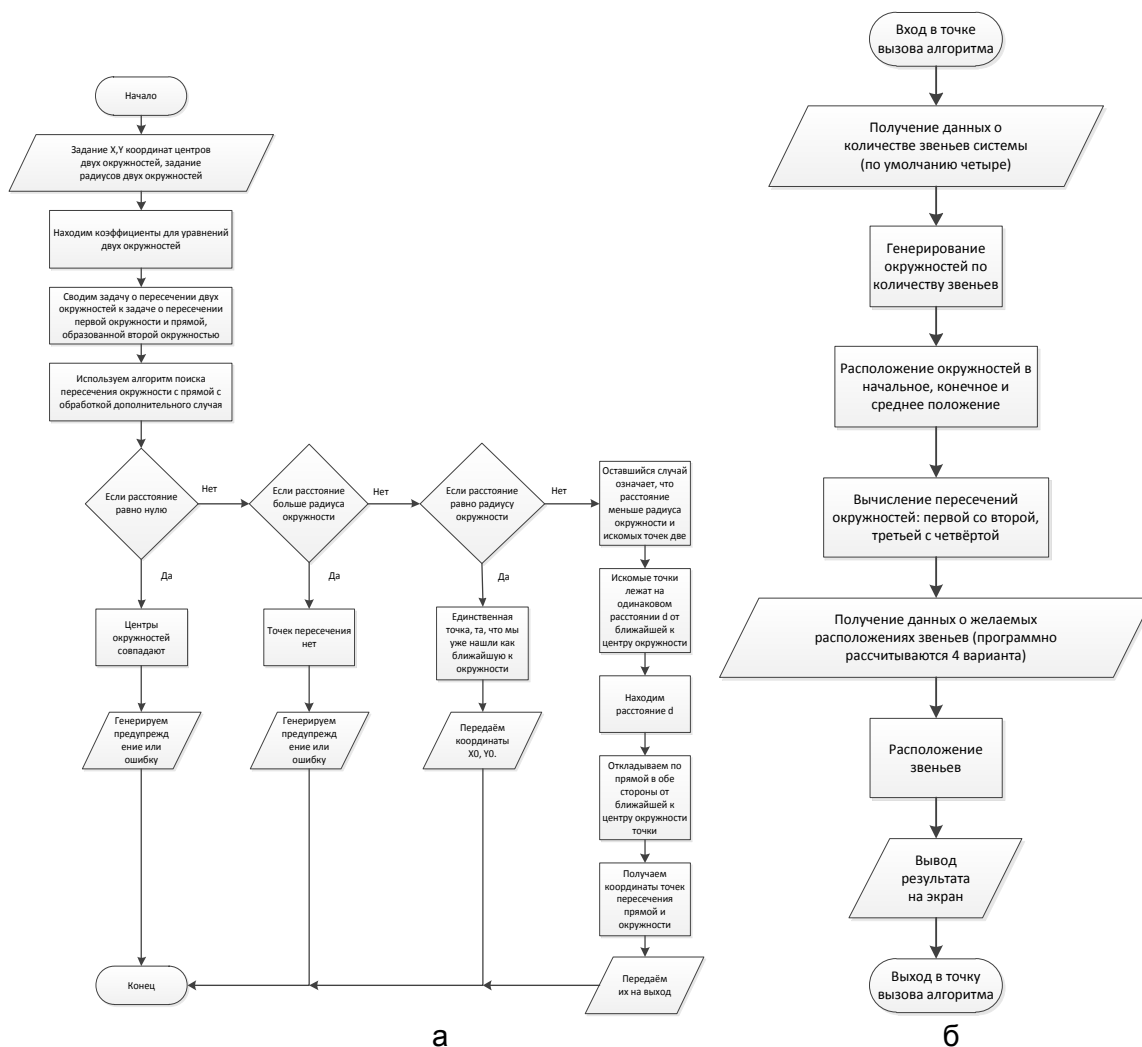


Рис. 2. Контрольные примеры выполнения программы



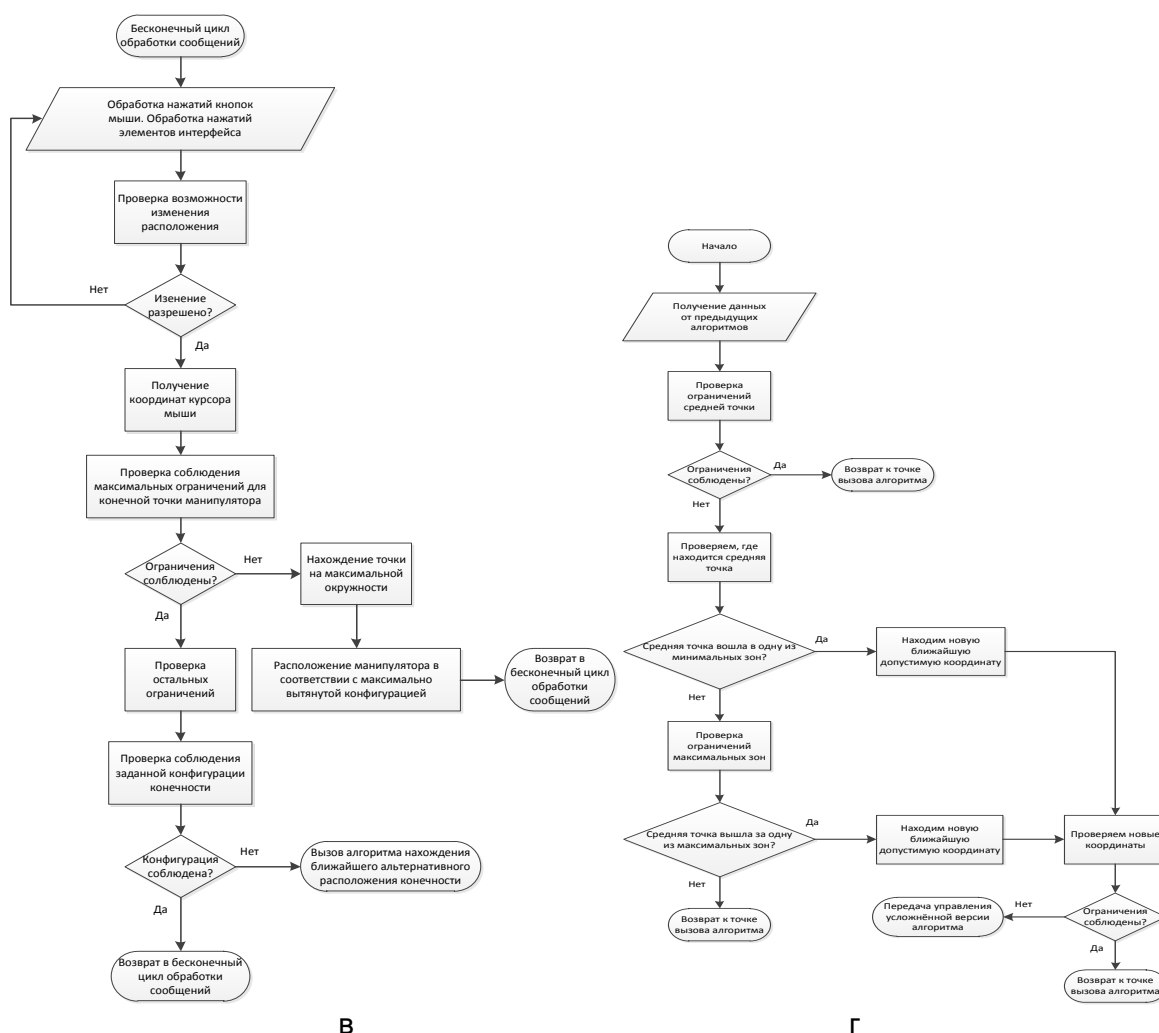


Рис. 3. Блок-схемы алгоритма: поиска пересечения двух окружностей (а); выбора начального расположения конечности (б); управления движением конечности с помощью мыши (в); нахождения ближайшего альтернативного расположения звеньев конечности (г)

Итоги работы:

1. рассмотрены аналоги робототехнических и программных систем;
2. проведено исследование по выбору направления разработки алгоритмов и языков для их программирования и визуализации;
3. разработаны оригинальные алгоритмы для конечностей шагающего робота сложного типа;
4. разработано интерактивное графическое приложение, визуализирующее работу алгоритмов и позволяющее изменять любые используемые в их работе параметры.

Планы и перспективы:

1. продолжение разработки новых алгоритмов;
2. усложнение существующих алгоритмов, выход в 3D;
3. разработка комплексной системы управления;
4. применение системы видеозрения;
5. система составления карт местности;
6. система ориентирования на местности;
7. разработка принципиально новых конечностей для шагающих роботов;
8. возможное участие в робототехнических соревнованиях и конкурсах.

Литература

1. Reas C., Fry B. Getting Started with Processing». – Maker Media, Inc, 2010. – 210 p.
2. Bohnacker H., Gross B., Laub J., Lazzaroni C. Generative Design: Visualize, Program, and Create with Processing. – Princeton Architectural Press, 2012. – 472 p.
3. Glassner A. Processing for Visual Artists: How to Create Expressive Images and Interactive Art. – A.K. Peters/CRC Press, 2010. – 955 p.
4. Noble J. Programming Interactivity: A Designer's Guide to Processing, Arduino, and Openframeworks. – O'Reilly Media, 2009. – 736 p.
5. Terzidis K. Algorithms for Visual Design Using the Processing Language. – Wiley, 2009. – 384 p.
6. Reas C., Fry B., Maeda J. Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists. – The MIT Press, 2007. – 736 p.
7. Wikipedia – язык программирования Processing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Processing>, своб.
8. Официальный сайт Processing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.processing.org/>, своб.



Гладков Александр Николаевич

Год рождения: 1989

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра систем управления и информатики, группа № 4148

Специальность: 220200 – Автоматизация и управление

e-mail: sashaglad@yandex.ru

УДК 681.5.013

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДЕФЛЕКТОРОМ

А.Н. Гладков

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

В современном мире наибольшее внимание уделяется нанотехнологиям. Для конструирования приборов и устройств высокой точности необходимы соответствующие прецизионные элементы. И самой актуальной проблемой на данный момент является повышение точности позиционирования. Традиционные электромеханические системы связаны с рядом проблем, таких как нелинейности кинематических передач – люфты, сухое трение, зоны нечувствительности и т.д. Существует биморфный пьезоэлектрический дефлектор, решающий проблему прецизионного отклонения оптического луча [1]. Однако отличительной особенностью биморфного пьезоактюатора, на основе которого выполнен данный дефлектор, является обеспечение значительных перемещений в миллиметровом диапазоне, но при низкой жесткости, малой блокирующей силе и резонансной частоте. Система управления данным дефлектором разрабатывается под решение конкретной задачи. В предлагаемой работе предлагается использование широкоприменяемого пакетного пьезоактюатора, который обеспечивает требуемое перемещение в пределах 10 мкм и

при этом обладает значительной жесткостью и способен генерировать усилия огромной величины. Синтезированная система управления обеспечивает унифицированность применения пьезоэлектрического дефлектора при высоких показателях точности.

Целью работы являлась разработка и исследование системы управления пьезоэлектрическим дефлектором. Данная цель достигается путем решения следующих задач:

1. разработка функциональной схемы системы управления;
2. выбор типа регулятора;
3. формирование математической модели системы управления;
4. исследование динамических свойств.

Основным управляющим элементом является микроконтроллер. Микроконтроллер вырабатывает задающее воздействие, управляющий силовым преобразователем, который в свою очередь коммутирует высокое напряжение, подаваемое на пьезодвигатель. Пьезодвигатель жестко связан с зеркалом, перемещение которого измеряется фотоэлектрическим датчиком положения, осуществляющим обратную связь по перемещению. Контроль напряжения осуществляется датчиком напряжения, показания которого также обрабатываются микроконтроллером.

Для синтеза системы управления, необходимо представить объект управления в виде математической модели. Пьезоэлектрический дефлектор описывается дифференциальным уравнением третьего порядка. Следовательно, структурная схема формируется в виде трех последовательно соединенных интеграторов с соответствующими коэффициентами, описывающими динамику работы пьезоактюатора. Общая передаточная функция имеет вид, представленный ниже [2].

$$W_A(p) = \frac{\Delta l(p)}{e_n(p)} = \frac{K_o/K_y}{T_3 \frac{m_\Sigma}{K_y} p^3 + \left(\frac{m_\Sigma}{K_y} + T_3 \frac{K_d}{K_y} \right) p^2 + \left(T_3 + \frac{K_d}{K_y} + R_a K_n \frac{K_o}{K_y} \right) p + 1}, \quad (1)$$

где T_3 – постоянная времени, определяемая внутренним сопротивлением источника ЭДС и статической емкостью пьезоактюатора.

В соответствии с математической моделью объекта управления (1), объект в пространстве состояния описывается следующим образом:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\frac{K_y}{M_p} & -\frac{K_d}{M_p} & \frac{K_o}{M_p} \\ 0 & -\frac{K_o}{C_o} & \frac{-1}{R_a C_o} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -2,386 \cdot 10^9 & -22,27 & 858,984 \\ 0 & -9 \cdot 10^6 & -709,22 \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ \frac{1}{R_a C_o} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 709,22 \end{bmatrix}, \quad C = [1 \quad 0 \quad 0], \quad (2)$$

где A – матрица, определяющая свойства объекта; B – матрица входа управляющих воздействий; C – матрица выхода.

Для синтеза системы управления был выбран регулятор астатического типа. Так как он отрабатывает постоянное воздействие с нулевой ошибкой, а гармоническое или периодическое линейное с некоторой постоянной ошибкой, которую можно минимизировать за счет оптимального выбора коэффициентов регулятора, и таким образом является наиболее унифицированным с учетом широкого спектра применения пьезоэлектрического дефлектора.

Для синтеза данного регулятора методом модального управления необходимо добавить в объект управления интегратор и далее рассчитать коэффициенты обратной связи решением уравнения Сильвестра.

Для формирования коэффициентов обратной связи расширенной модели объекта управления, использовалась эталонная модель, описываемая стандартным полиномом Ньютона четвертого порядка [3].

С использованием уравнения Сильвестра находятся коэффициенты обратной связи, где первый элемент является коэффициентом интегрирующей составляющей регулятора, а остальные соответствующими коэффициентами пропорциональной составляющей регулятора по перемещению, скорости и напряжению.

Общая структурная схема включает в себя объект управления, астатический регулятор и задающий блок. Данная схема представлена на рисунке.

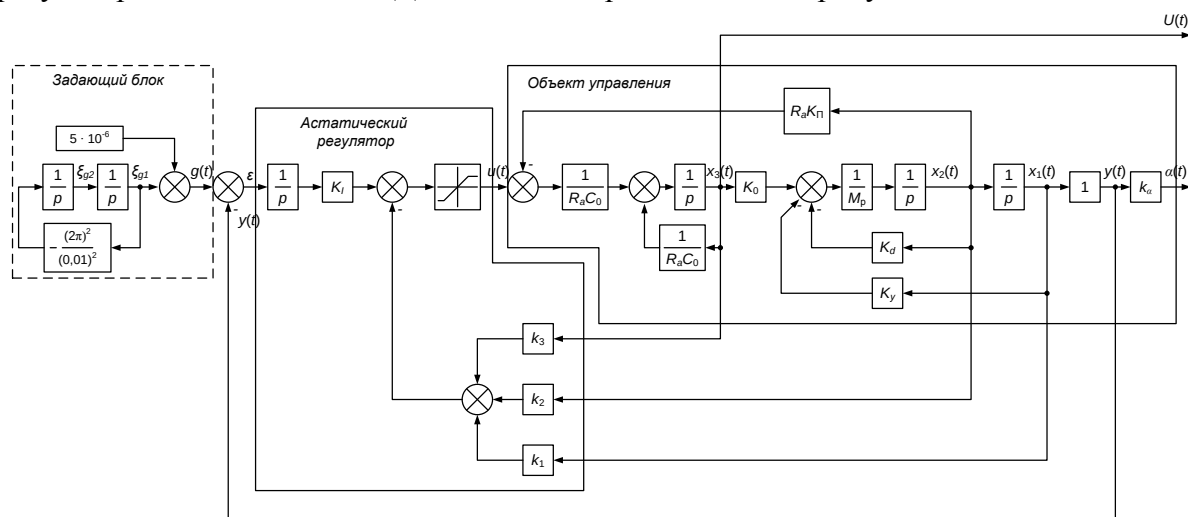


Рисунок. Структурная схема системы управления

Исследования динамических свойств системы показали, что разработанная система управления отрабатывает постоянное задающее воздействие с нулевой ошибкой, а гармоническое или линейное периодическое воздействие с некоторой постоянной ошибкой. При уменьшении желаемого времени переходного процесса точность отработки периодических сигналов увеличивается.

Таблица иллюстрирует результаты исследования динамических свойств системы, по ней также видно, что при отсутствии коэффициента обратной связи по скорости возникает перерегулирование, составляющее 37% и увеличивается время переходного процесса.

В результате был разработан унифицированный астатический модальный регулятор, обеспечивающий время переходного процесса не более 0,001 с, отсутствие перерегулирования и нулевую установившуюся ошибку при отработке ступенчатого задающего воздействия или установившуюся ошибку, составляющую не более 0,64% от задающего воздействия при отработке гармонического или периодического линейного сигнала.

Таблица. Результаты исследования динамических свойств системы управления

Задаваемое время переходного процесса $t_{пз}$, с	Коэффициенты расширенной матрицы линейных стационарных обратных связей				Перерегулирование σ , %	Время переходного процесса t_n , с
	K_I	k_1	k_2	k_3		
0,06	465,77	$-1,95 \cdot 10^6$	$-1,66 \cdot 10^4$	-0,30	0	0,0591
0,01	$5,99 \cdot 10^5$	$-1,21 \cdot 10^7$	$-1,66 \cdot 10^4$	3,37	0	0,0108
0,005	$9,59 \cdot 10^6$	$-2,43 \cdot 10^7$	$-1,66 \cdot 10^4$	7,77	0	$49,75 \cdot 10^{-4}$
0,001	$5,99 \cdot 10^9$	$-1,19 \cdot 10^8$	$-1,60 \cdot 10^4$	42,96	0	$9,94 \cdot 10^{-4}$

Задаваемое время переходного процесса $t_{пз}$, с	Коэффициенты расширенной матрицы линейных стационарных обратных связей				Перерегулирование σ , %	Время переходного процесса $t_{п}$, с
	K_I	k_1	k_2	k_3		
0,0005	$9,59 \cdot 10^{10}$	$-2,20 \cdot 10^8$	$-1,43 \cdot 10^4$	86,95	0	$4,97 \cdot 10^{-4}$
0,0001	$5,99 \cdot 10^{13}$	$1,85 \cdot 10^9$	$4,25 \cdot 10^4$	438,89	0	$9,99 \cdot 10^{-5}$
0,00002	$3,75 \cdot 10^{16}$	$3,78 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^6$	$2,20 \cdot 10^3$	0	$1,99 \cdot 10^{-5}$
0,0005	$9,59 \cdot 10^{10}$	$-2,20 \cdot 10^8$	0	86,95	37	$4,16 \cdot 10^{-3}$
0,0005	$9,59 \cdot 10^{10}$	$-2,20 \cdot 10^8$	$-1,43 \cdot 10^4$	86,95	0	$4,97 \cdot 10^{-4}$

Продолжение таблицы

Задаваемое время переходного процесса $t_{пз}$, с	Время переходного процесса $t_{п}$, с	Управляющее напряжение U , В		Диапазон перемещения ПА, мкм	Отставание выхода от задания, с	Период колебаний гармонического воздействия T , с
		При ступенчатом воздействии	При гармоническом воздействии			
0,06	0,0591	27,78	13,87÷13,91	4,992÷5,007	—	0,01
0,01	0,0108	27,78	8,79÷19	3,2÷6,8	$4,15 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,005	$49,75 \cdot 10^{-4}$	27,78	3,6÷24,2	1,3÷8,7	$2,43 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,001	$9,94 \cdot 10^{-4}$	27,78	0,18÷27,6	0,065÷9,936	$0,52 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,0005	$4,97 \cdot 10^{-4}$	27,78	0,047÷27,731	0,0162÷9,984	$0,26 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,0001	$9,99 \cdot 10^{-5}$	27,78	0,004÷27,774	0,0007÷9,999	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,00002	$1,99 \cdot 10^{-5}$	-80÷229	-40÷114	0÷10	$0,01 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,0005	$4,16 \cdot 10^{-3}$	до 38	0,047÷27,731	-2,89÷10,3	$0,26 \cdot 10^{-3}$	0,01
0,0005	$4,97 \cdot 10^{-4}$	—	0,0019÷27,78	0,0007÷9,999	$0,25 \cdot 10^{-3}$	0,05
0,0005	$4,97 \cdot 10^{-4}$	—	0,0005÷27,78	0,0002÷9,999	$0,25 \cdot 10^{-3}$	0,1

Литература

1. Компания Элпа. – Электронные текстовые данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elrapiezo.ru>, своб.
2. Бойков В.И., Бобцов А.А., Быстров С.В., Григорьев В.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 131 с.
3. Григорьев В.В., Журавлева Н.В., Лукьянова Г.В., Сергеев К.А. Синтез систем автоматического управления методом модального управления. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 148 с.



Голубев Евгений Александрович

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологии, кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: kenni9393@gmail.com

УДК 612.766.1

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЖИМА СПОРТИВНОЙ ШТАНГИ С ПОМОЩЬЮ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Е.А. Голубев

Научный руководитель – аспирант Д.С. Короткин

Биомеханический контроль техники выполнения тяжелоатлетических упражнений необходим для оценки кинематических и динамических параметров выполняемого двигательного действия. Кинематическая структура обуславливает движение атлета в пространстве. При ее изучении регистрируются пространственные, временные и пространственно-временные характеристики (траектория, длительность, ритм и др.) [1].

В данный момент основным методом для анализа параметров упражнения является захват движений спортивного снаряда с помощью камер. Значительным недостатком таких систем является возможность их использования только в закрытых, специально оборудованных помещениях. В методе, рассмотренном в данной работе, не требуется дорогостоящего специализированного оборудования, за исключением портативных инерциальных устройств и компьютера со специальным программным обеспечением.

Выделяют девять ключевых точек на графиках скорости и ускорения штанги [2].

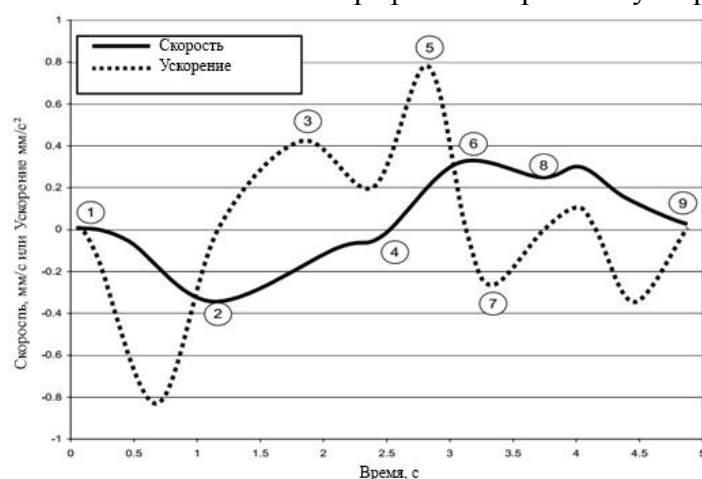


Рис. 1. Типичные вертикальные скорости и ускорения штанги

Анализируя показания в ключевых точках, спортсмен сможет вносить коррективы в тренировочную программу для улучшения своих спортивных показателей.

Основной целью работы являлась разработка методики определения биомеханических параметров упражнения в этих ключевых точках. Для достижения цели работы были проведены эксперименты. С помощью инерциального измерительного устройства фирмы Xsens записывались ускорения во время выполнения подхода [3].

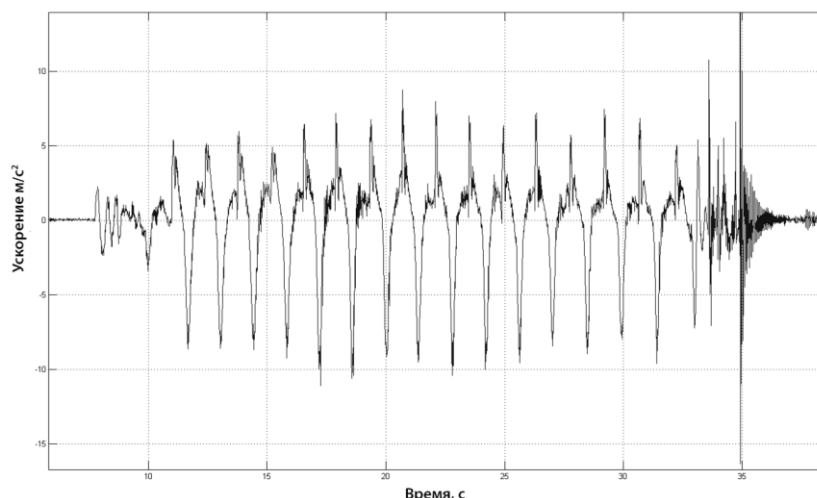


Рис. 2. Пример сигнала, получаемого с инерциального устройства, представлены ускорения по оси Z, частота дискретизации 100 Гц

Акселерометры имеют нежелательное явление, называемое дрейфом нуля, вызванное небольшим постоянным смещением сигнала ускорений. Наличие дрейфа может вызывать большие ошибки при интегрировании. Если сигнал ускорения с акселерометра проинтегрировать без какой-либо фильтрации, полученный результат может получиться ошибочным. Для компенсации этой ошибки был написан специальный алгоритм [4].

Для анализа было использовано среднее значение с датчиков на обоих концах грифа. По полученным данным программа находит ключевые точки на графиках скоростей и ускорений, а также выводит числовые значения в этих точках в графическое окно приложения.

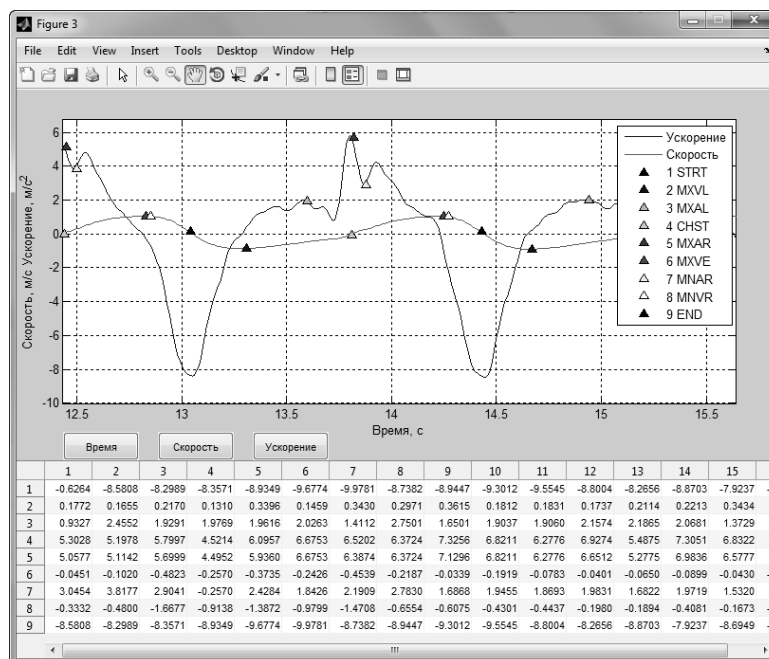


Рис. 3. Результат работы программы

В работе показан биомеханический анализ параметров жима лежа с помощью инерциальных устройств. Программа успешно определяет все ключевые точки на графиках скорости и ускорения, а также выводит числовые параметры в этих точках.

Литература

1. Жеков И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. – М.: Физкультура и Спорт, 1976. – 192 с.
2. Duffey Michael J. A biomechanical analysis of the bench press. – PhD dissertation. The Pennsylvania State University, Pennsylvania, 2008.
3. MTw Tech. описание и информация о продукте. Xsens. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xsens.com/products/mtw-development-kit-lite/>, своб.
4. Tsang Chi Chiu. Error Reduction Techniques for a MEMS Accelerometer-based Digital Input Device. – The Chinese University of Hong Kong, 2008. – 140 p.



Горшечникова Елена Александровна

Год рождения: 1994

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4104

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная
техника

e-mail: stackframe01@gmail.com

УДК 004.31

ЭФФЕКТИВНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Е.А. Горшечникова

Научный руководитель – к.т.н., доцент П.В. Кустарев

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) представляет собой набор методов, алгоритмов и технологий по преобразованию сигналов, представленных в цифровой последовательности. Одной из областей применения цифровых алгоритмов являются методы обработки изображений. В работе проводится исследование вариантов программной и аппаратной реализаций основных алгоритмов ЦОС, оценка преимуществ и недостатков при их реализации на аппаратной платформе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Также были рассмотрены функции обработки изображений, в частности один из операторов выделения границ изображения – оператор Превитта.

Цель работы – исследование основных факторов, влияющих на ресурсопотребление и ресурсораспределение для различных вариантов аппаратной реализации систем ЦОС на ПЛИС.

Задачи работы:

1. изучение базовых вопросов теории ЦОС;
2. разработка на ПЛИС сложно-функциональных блоков (СФБ), реализующих алгоритмы быстрого преобразования Фурье и свертки на базе фильтра с конечной

импульсной характеристикой. Разработка системы СФБ по выделению границ изображений;

3. сравнение ресурсопотребления и производительности различных реализаций СФБ ЦОС на универсальных ПЛИС семейств Virtex4, Virtex6 и Spartan3 фирмы Xilinx, а также на ПЛИС тех же семейств, специализированных для цифровой обработки сигналов (ЦОС-ПЛИС).

Теоретические результаты работы:

1. установлены и проверены основные факторы, определяющие эффективность применения ЦОС-ПЛИС для ЦОС по сравнению с универсальными ПЛИС тех же семейств. Большое количество распараллеленных ЦОС-операций предполагает использование ПЛИС с большим объемом логики. ЦОС-ПЛИС в части организации межсоединений специально спроектированы для параллельной обработки нескольких потоков данных. Кроме того, на ЦОС-блоки может быть перенесена большая часть арифметических операций, что позволит дополнительно сократить ресурсопотребление, в частности, снизить процент незадействованных LUT-таблиц в занятых секциях ПЛИС, что позволит увеличить функциональную плотность и минимизировать энергопотребление схемы. В универсальных ПЛИС параллельная обработка займет значительно большее количество ресурсов межсоединений, что затруднит размещение логических блоков и снизит эффективность использования ресурсов ПЛИС. Это скажется и на стоимости схемы, которая прямо зависит от количества логических секций в ПЛИС;
2. установлена зависимость быстродействия и эффективности распределения ресурсов от вида используемых оперативных запоминающих устройств (ОЗУ). Использование распределенных (регистровых) ОЗУ позволяет повысить быстродействие системы, так как данные размещаются непосредственно в самих секциях ПЛИС. Однако если критерием оптимальности является физический размер схемы (количество занятых секций), то такой подход является неэффективным. Более рациональным решением будет использование блочного ОЗУ на кристалле ПЛИС. Количество занятых секций при хранении данных в блочном ОЗУ снижается за счет уменьшения числа занимаемых межсоединений ПЛИС.

Практические результаты

СФБ КИХ-фильтра. Разработан и синтезирован СФБ КИХ-фильтра на 15 коэффициентов. Согласно результатам сравнительного синтеза с использованием и без использования ЦОС-секций можно сделать вывод, что большая часть арифметических операций перенесена на ЦОС-секции и свободных LUT-таблиц в секциях не осталось, что подтверждает положение пункта 1 теоретических результатов.

СФБ БПФ. Использование блочного ОЗУ дает неравномерное распределение ресурсов ПЛИС – около 40% LUT-таблиц для занятых секций остаются незадействованными. Однако при использовании распределенного ОЗУ существенно возрастает процент занятой площади ПЛИС. Полученные результаты являются подтверждением пункта 2 теоретических результатов.

СФБ Превитта. Разработана система 32 параллельно подключенных СФБ. Синтез проводился на универсальной и ЦОС-ПЛИС семейства Spartan3. Так как самой системой СФБ занято более 50% площади, то оставшихся ресурсов универсальной ПЛИС не достаточно для размещения каких-либо СФБ кроме системы СФБ Превитта. На ЦОС-ПЛИС количество занятых секций не изменилось, но доля занятой площади ПЛИС существенно снизилась ввиду того, что ЦОС-ПЛИС обладает большим объемом логики, чем универсальная.

Инженерный результат. При выполнении практической части работы была синтезирована система СФБ Превитта по распознаванию границ изображений. Была проведена проверка работоспособности схемы на эталонных изображениях. Разработанная система работает в несколько раз быстрее, чем ее программный аналог на микропроцессорах сходного с ПЛИС уровня стоимости. Полученная система может быть внедрена в проекты по созданию подвижных роботосистем для функции распознавания границ изображений.

Результаты исследования показали, что реализацию цифровых алгоритмов обработки сигналов на ПЛИС можно считать эффективным решением с точки зрения быстродействия и ресурсопотребления.

Литература

1. Смит С. Цифровая обработка сигналов. – Додэка, 2008. – 718 с.
2. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход. – 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.
3. Bradsky G. Learning OpenCV. – O'Reilly Media, 2008. – 555 p.
4. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: ООО Бином-Пресс, 2006. – 656 с.



Донских Ксения Валерьевна

Год рождения: 1993

Гуманитарный факультет, кафедра экономической теории и бизнеса, группа № 4061

Специальность: 080100 – Экономика

e-mail: donsikh.ks@yandex.ru

УДК 334

ВЛИЯНИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

К.В. Донских

Научный руководитель – ст. преподаватель А.Ю. Федорова

Как показывает мировая практика, экономика любой современной страны не в состоянии нормально развиваться без разумного сочетания крупного, среднего и малого предпринимательства. Малый бизнес обладает особой мобильностью и гибкостью, создает благоприятные условия для развития экономики, так как развивается конкурентная среда, создаются дополнительные рабочие места, активнее идет структурная перестройка, расширяется потребительский сектор. Помимо того, развитие малого бизнеса ведет к насыщению рынка товарами и услугами, к повышению экспортного потенциала, лучшему использованию местных ресурсов.

Но для того чтобы достигнуть баланса и развиваться, экономике необходимо регулировать деятельность крупных фирм и фирм сектора малого и среднего предпринимательства. Для результативного регулирования, прежде всего, необходимо изучить и проанализировать то, что есть на сегодняшний день, грамотный анализ и оценка ситуации позволит оценить перспективы малого предпринимательства в

регионе, а также выявить направления деятельности для развития сектора малого бизнеса, чему и посвящена данная работа (на примере Санкт-Петербурга).

Основной **целью работы** являлась оценка влияния малого бизнеса на социально-экономическое развитие Санкт-Петербурга, а также выявление проблемных моментов и перспектив развития малого предпринимательства на ближайшие годы, с помощью анализа положения малого бизнеса в экономике Санкт-Петербурга.

На первом этапе работы было определено понятие малого бизнеса и критерии отнесения предприятия к субъекту малого бизнеса, которые изложены в таблице, изучены подходы для комплексной оценки влияния малого предпринимательства на социально-экономическое развитие региона.

Таблица. Современные основные критерии выделения субъектов малого предпринимательства в России

Пороговые ограничения выручки	Верхний предел занятости
микропредприятия (от 1 до 15 человек) – 60 млн. руб.	промышленность, строительство и транспорт: до 100 человек
малые предприятия (от 16 до 100 человек) – 400 млн. руб.	в оптовой торговле: до 50 человек
средние предприятия (от 101 до 250 человек) – 1 000 млн. руб.	в научно-технической сфере: до 60 человек
	в розничной торговле и сфере услуг: до 30 человек
Доля внешнего участия в капитале не должна превышать 25%	

Таблица составлена на основе данных [2].

Изучение научных трудов современных экономистов показало, что до недавнего времени единственная попытка комплексной оценки состояния малого бизнеса была сделана только к.э.н. О.М. Шестоперовым. Однако данная методика обладает рядом недостатков, которые предопределили необходимость адаптации существующего и доказавшего на практике свою состоятельность в различных областях научных знаний подхода к формированию комплексных показателей, к новой области – оценке результативности и влияния малого бизнеса на экономику в целом. В результате была предложена усовершенствованная модель комплексной оценки малого предпринимательства на социально-экономическое развитие региона Н.А. Соловьевой и О.В. Коневой, имеющая следующий вид:

$$K_y = 0,06X_1 + 0,28X_2 + 0,32X_3 + 0,09X_4 + 0,25X_5,$$

где K_y – комплексный показатель результативности малого бизнеса; X_1 – доля малых предприятий в общей совокупности предприятий; X_2 – доля малых предприятий в численности занятых; X_3 – доля малых предприятий в ВВП; X_4 – доля малых предприятий в общем объеме выручки предприятий; X_5 – доля малых предприятий в инвестициях в основной капитал.

Данная модель легла в основу анализа.

На втором этапе работы был проведен анализ показателей развития малого предпринимательства в Санкт-Петербурге в период 2000–2012 гг.

Автором предложена следующая шкала оценки вклада малого бизнеса в экономику региона: 48,0% и выше – вклад высокий; от 24,0% до 47,0% – вклад средний; от 0 до 23,0% – вклад незначительный [1].

На основе проведенного анализа были сделаны следующие выводы:

- до 2005 года участие малого бизнеса в экономике Санкт-Петербурга было незначительным. Коэффициент участия в период 2000–2005 гг. не превышал отметки в 22,9% (максимальное значение за этот период – в 2003 году);
- с 2005 по 2012 год, вклад малого предпринимательства в экономику Санкт-Петербурга был средним, а наивысшее значение коэффициента приходится на 2007–2009 гг., достигая 40%.

Третьим этапом работы стало прогнозирование значения участия малого бизнеса в экономике Санкт-Петербурга до 2015 года, посредством расчета доли малого предпринимательства в валовом региональном продукте (ВРП) города, так как этот показатель оказывает наибольшее влияние на результат комплексной оценки влияния малого бизнеса на социально-экономическое развитие Санкт-Петербурга, по результатам корреляционного анализа.

Далее в работе были прогнозированы значения ВРП Санкт-Петербурга и оборота малых предприятий до 2015 года двумя методами: наименьших квадратов и «скользящих средних».

На основе полученных моделей были рассчитаны значения участия малого бизнеса в экономике города (рисунок).

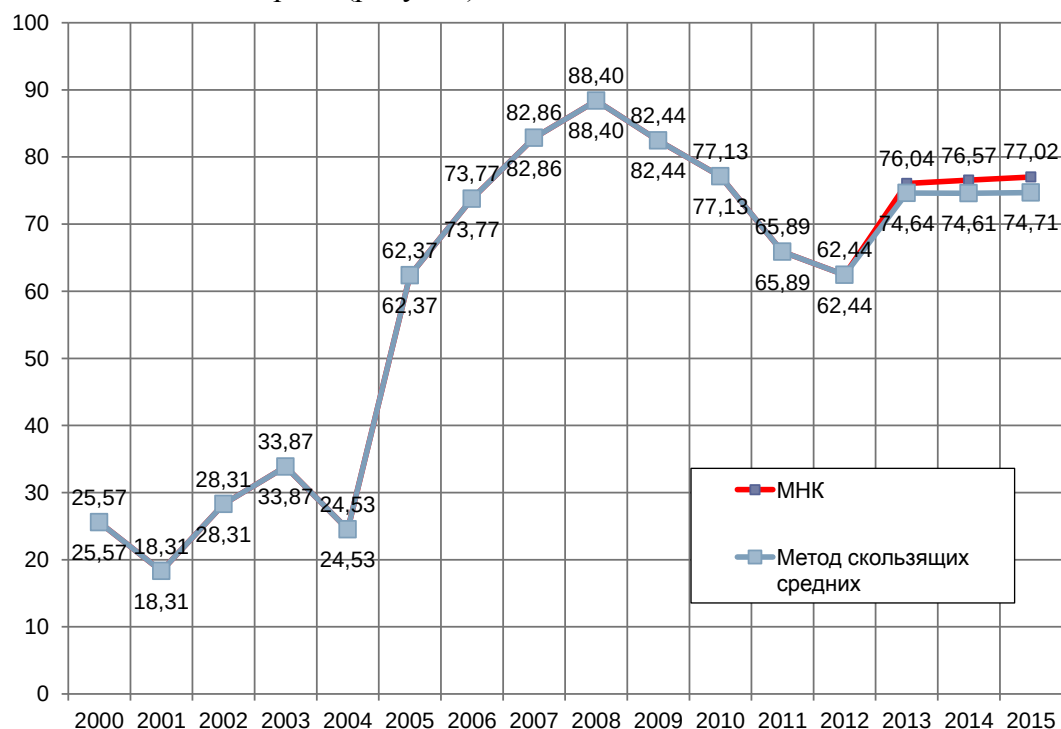


Рисунок. Прогноз доли малого бизнеса в ВРП Санкт-Петербурга до 2015 года

Таким образом, в ходе проделанной работы наблюдаются разумные результаты прогноза, которые показывают плавное увеличение вклада малого бизнеса в экономическое развитие Санкт-Петербурга.

Литература

1. Конева О.В., Соловьева Н.А. Комплексный подход к оценке вклада малого бизнеса в развитие сферы услуг // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 2(22) – С. 43–47.
2. Шеремета А.Д. Малое предпринимательство: организация, экономика, управление: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 480 с.



Дорохова Мария Сергеевна

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра информационных систем, группа № 4520

Специальность: 080700 – Бизнес-информатика

e-mail: dorohovama@mail.ru

УДК 005

**АНАЛИЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ НА ДОРАБОТКУ СИСТЕМЫ
ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОК ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «БАЛТИЙСКИЙ
ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ» НА БАЗЕ 1С: УПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

М.С. Дорохова (Университета ИТМО)

**Научный руководитель – к.э.н. А.З. Кереев
(ООО «Балтийский Завод-Судостроение»)**

Работа выполнена в рамках автоматизации процессов логистики на предприятии ООО «Балтийский Завод-Судостроение».

В качестве автоматизированного процесса рассматривается процесс планирования закупок на предприятии судостроения ООО «Балтийский Завод-Судостроение». Данный процесс определяет организацию взаимодействия подразделений предприятия в части планирования закупок, выбора поставщика, заключения договоров, сопровождения договоров, доставки, учета и выдачи в производство товарно-материальных ценностей (ТМЦ) требуемого количества и качества в запланированные сроки.

В настоящий момент вся система планирования заключается в ведении документации в формате Word Excel. На предприятии не существует регламентированного механизма планирования закупок, который мог бы согласовывать работу отдела логистики, конструкторов, производственных служащих и руководителей проекта. Существующий механизм существенно замедляет работу управления логистики, а также не позволяет контролировать всю цепочку процессов, начиная с выпуска ведомостей и заканчивая выдачей материалов в производство, что влечет за собой избыточные и ненужные закупки, и, как следствие, отклонения от бюджета. Пересмотр процесса планирования закупок особенно актуален для экономии денежных средств и стабилизации материального положения завода, ведь, как известно, не так давно он находился на грани банкротства.

На данный момент на предприятии учет движения ТМЦ ведется в системе 1С:УПП. Разработанный механизм планирования закупок 1С:УПП 8.3 не включает всех особенностей материального обеспечения на предприятии судостроительной отрасли ООО «Балтийский Завод-Судостроение», поэтому нуждается в значительной доработке.

Процесс планирования закупок был рассмотрен, начиная с возникновения потребностей подразделений завода в ТМЦ и заканчивая поставкой. Анализ процесса представлен как в словесном описании, так и в графическом виде с помощью диаграмм в нотации ЕРС, были выделены основные недостатки процесса.

В работе был представлен анализ деятельности отдела планирования и отчетности управления логистики, анализ функционала системы 1С:УПП в разрезе планирования закупок, предложено решение по улучшению процессов обеспечения подразделений завода, и, в итоге, сформулированы требования на доработку системы планирования закупок и написано задание на доработку системы 1С:УПП 8.3. В задании были

сформулированы требования к алгоритму планирования и описаны необходимые доработки стандартных форм документов, отчетов и справочников.

В результате после рассмотрения и анализа процесса, сформированное задание на доработку было передано программистам 1С завода и на момент защиты работы находилось на стадии программной реализации. Сформированный в задании алгоритм не исключает ручной работы специалистов логистики в части исключения из плана давальческого сырья, имеющегося ТМЦ, оформление переводов с проектов и актов замен, а нацелено на автоматическое заполнение плана по регламентированным датам и контроль его исполнения по этапам работы с номенклатурой в системе. В дальнейшем планируется составление процессов закупок на основе графиков строительства. Однако на сегодняшний день планирование производства не автоматизировано и ведется выбор специализированной системы для планирования судостроения.

Литература

1. Положение «О порядке организации процесса обеспечения товарно-материальными ценностями». – Введ. 10.07.2013. – СПб: ООО «Балтийский Завод-Судостроение». – 15 с.
2. 1С: Предприятие 8. Планирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://v8.1c.ru/enterprise/13/>, свобод.
3. Балашевич М.И., Баско И.М., Висюлин Ф.П. Обеспечение материальными ресурсами и коммерческая деятельность предприятия. Учеб. пособие для вузов. – Минск: Высшая школа, 2008. – 462 с.
4. Гартвич А.В. Планирование закупок, производства и продаж в 1С:Предприятие 8. – СПб: Питер, 2007. – 150 с.



Житенев Илья Юрьевич

Год рождения: 1992

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптикоэлектроники, группа № 4242

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: Innervision11@yandex.ru

УДК 535.3

ПРИМЕНЕНИЕ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

И.Ю. Житенев

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Д. Яськов

Этиленгликоль, пропиленгликоль и их водные растворы достаточно широко используются в современных аэропортах для предполетной противообледенительной обработки поверхности корпусов воздушных судов. Противообледенительная обработка воздушных судов является одной из сложнейших проблем гражданской авиации, так как наличие любых снежно-ледяных образований на поверхности воздушного судна значительно ухудшает его летно-эксплуатационные характеристики: увеличивает скорость сваливания и уменьшает подъемную силу [1]. Для контроля противообледенительной обработки перспективно применение рефрактометрических

технологий, основанных на явлении полного внутреннего отражения [2]. Применяемые датчики позволяют контролировать состав раствора и определять его общий расход. Рефрактометрические технологии позволяют оптимизировать экономические расходы на противообледенительную обработку путем точного подбора концентрации и определения возможности регенерации раствора или необходимости его утилизации. Рефрактометрические датчики общего назначения являются здесь малоприспособными по своим конструктивным особенностям; процедура калибровки и используемое программное обеспечение не всегда адаптировано для применения в конкретных средах. Применение рефрактометрии требует точных количественных данных по оптическим свойствам противообледенительных жидкостей [3]. Доступные в научно-технической литературе данные представляются лишь на качественном уровне и поэтому требуют дополнительных исследований. В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования оптических свойств противообледенительных жидкостей на основе водных растворов гликолей: этиленгликоля и пропиленгликоля. В ходе эксперимента исследовались температурные и концентрационные зависимости оптических свойств гликолей, а также оптическое поглощение в ультрафиолетовой (УФ) области спектра. Затем была произведена оптимизация рефрактометра применительно к растворам гликолей, его лабораторная калибровка и настройка, и исследованы его метрологические возможности.

Основной целью работы было исследование оптических свойств противообледенительных жидкостей на основе гликолей и разработка рефрактометрического датчика погружного типа для контроля их состава. В результате исследования концентрационной зависимости показателя преломления водных растворов этиленгликоля и пропиленгликоля были получены следующие зависимости, которые могут быть представлены полиномами третьей степени (1) и (2). Представляла интерес сопоставимость полученных зависимостей с рекомендованными данными [4]. Полученные зависимости и рекомендованные данные приведены на рис. 1. Сходимость была не хуже $\Delta n \leq 0,0008$.

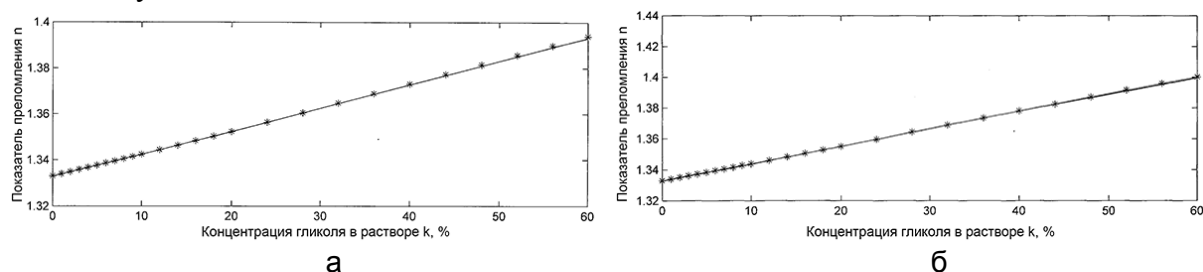


Рис. 1. Концентрационные зависимости показателя преломления водных растворов: этиленгликоля (а); пропиленгликоля (б). Точки – доступные качественные данные; прямая – интерполяция экспериментальных данных

Полученные зависимости оказались близки к линейным, но более точно они могут быть описаны полиномами третьей степени: для растворов этиленгликоля по формуле (1) и для растворов пропиленгликоля по формуле (2):

$$n(k) = -2,565 \times 10^{-8} k^3 + 2,9265 \times 10^{-6} k^2 + 9,1983 \times 10^{-4} k + 1,333, \quad (1)$$

$$n(k) = -3,9361 \times 10^{-8} k^3 + 3,5605 \times 10^{-6} k^2 + 1,047 \times 10^{-3} k + 1,333. \quad (2)$$

Концентрацию рассматриваемых водных растворов, исходя из данных по показателю преломления, можно также определить полиномами третьей степени (3) и (4), соответственно для растворов этиленгликоля и пропиленгликоля.

$$k(n) = 2,8222 \times 10^4 n^3 - 1,1632 \times 10^5 n^2 + 1,6076 \times 10^5 n - 7,4450 \times 10^4, \quad (3)$$

$$k(n) = 3,6938 \times 10^4 n^3 - 1,5093 \times 10^5 n^2 + 2,0643 \times 10^5 n - 9,4477 \times 10^4. \quad (4)$$

Погрешности в определении концентрации $k(n)$ в растворах при температуре 20°C и упомянутом выше наибольшем значении $\Delta n=0,0008$ составляет не более $\Delta k \leq 0,8\%$, что в полной мере удовлетворяет требованиям практической рефрактометрии.

Далее были исследованы температурные зависимости показателя преломления и определена зависимость термооптического коэффициента (dn/dT) показателя преломления, представленная на рис. 2.

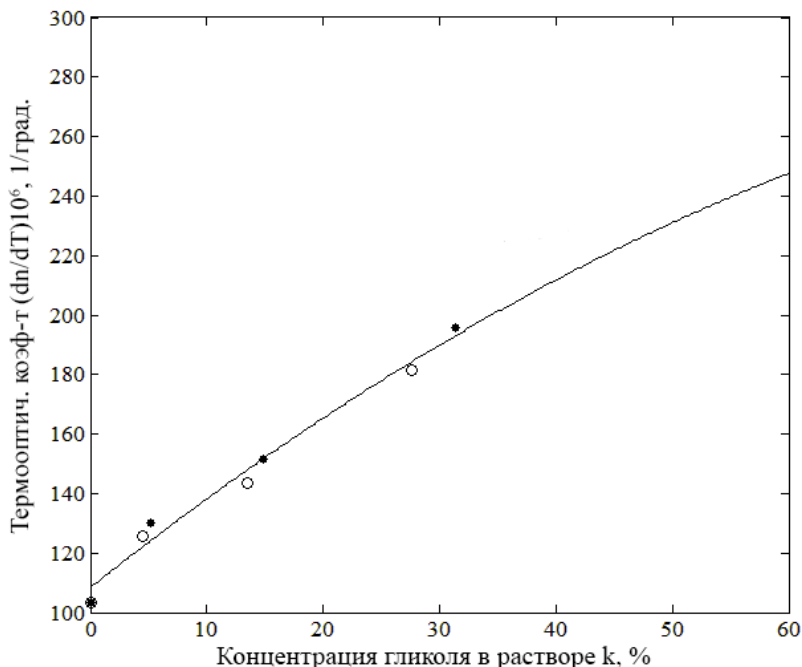


Рис. 2. Зависимость термооптического коэффициента показателя преломления от концентрации. Точки – экспериментальные данные: черные для растворов этиленгликоля и светлые для растворов пропиленгликоля. Сплошная линия – результат интерполяции

Зависимости $dn(k)/dT$ для обоих растворов совпали с погрешностью, близкой к погрешности измерения. Предполагалось, что эти зависимости будут иметь линейный характер, но оказалось, что они являются существенно нелинейными и могут быть описаны полиномом второй степени (5):

$$dn(k)/dT = -0,01315k^2 + 3,1098k + 108,35. \quad (5)$$

Это наблюдение существенно повышает точность датчика, так как доступные промышленные рефрактометры используют в основном шкалу BRIX, где температурная поправка определена ГОСТ 28562-90. В применении к растворам гликолей компенсация по BRIX является малоэффективной.

Следующим шагом было исследование оптического поглощения растворов в УФ-области спектра с целью определения концентрационной зависимости показателя преломления по характерным полосам оптического поглощения. Характерные особенности в УФ-спектрах обоих исследованных гликолей совпадали. В обоих растворах максимум поглощения приходится на длину волны $\lambda=247$ нм, а спектральный максимум прозрачности на $\lambda=272$ нм. Значение показателя преломления определялось интегралом по полосе поглощения (соотношения Крамерса-Кронига). Полученная полуэмпирическая модель использовалась для расчета показателя преломления $n(k)$ в растворах с концентрациями $k=0$; 10; 32 и 60%. Сходимость результатов эксперимента и расчетов при температуре $T=20^\circ\text{C}$ и концентрациях гликолей $k=0$ –60% была не хуже $\Delta n \leq 0,0008$, что достаточно близко к погрешности измерений.

В качестве базовой модели для разработки рефрактометрического датчика погружного типа был выбран промышленный рефрактометр ПР-1. Данный рефрактометр обладает такими преимуществами, в сравнении с аналогами, как: моноблочная реализация, увеличенная до 10 и более раз рабочая грань оптической призмы и возможность оптимизации рабочего диапазона прибора, что обусловлено относительно невысоким значением показателя преломления водных растворов гликолей, в сравнении со шкалой BRIX [5]. Применение большой рабочей грани призмы может способствовать ее самоочистке и тем самым исключить необходимость применения сложных очистных систем, что упрощает конструкцию и удешевляет прибор. В результате внесения некоторых конструктивных изменений, а также изменений в программное обеспечение рефрактометра был разработан датчик, обладающий следующими техническими характеристиками, представленными в таблице.

Таблица. Технические характеристики датчика

Технические характеристики	Значение параметра
Рабочий диапазон по показателю преломления среды	1,320–1,439
Рабочие пределы измерения концентрации в шкале BRIX	0–60%
Диапазон измерения концентрации Δ (BRIX) в рабочих пределах	60%
Погрешность измерения показателя преломления	$\pm 0,001$
Погрешность измерения концентрации (BRIX)	$\pm 0,5\%$
Температурная компенсация показаний рефрактометра	автоматическая
Допустимые пределы изменения рабочей температуры	0–140°C
Погрешность измерения температуры среды, не хуже	$\pm 1,0^\circ\text{C}$
Время выхода на рабочий режим после включения	20 мин
Период обновления данных (устанавливается программно)	0,1–3,0 с
Выходные сигналы аналоговые (концентрация, температура)	4–20 mA
Масса изделия	8,5 кг
Габаритные размеры	470×180×180 мм
Питание	220 В, 50 Гц

Обобщая результаты проведенной работы, отметим следующие: в данной работе впервые были исследованы оптические свойства гликолей на уровне требований промышленной рефрактометрии и впервые в отечественной практике использована конструкция оптической головки с призмой конической формы. Полученные в результате экспериментального исследования оптических свойств концентрационные и температурные зависимости были занесены в память прибора, что способствовало увеличению точности прибора. Также была упрощена оптическая схема прибора: увеличен диаметр осветительного жгута и исключен объектив, была предложена новая конструкция оптической головки погружного зонда. Для определения концентрации разработан и внедрен метод «заслонки», исключаящий влияние на результаты измерений неравномерности фоточувствительности элементов ПЗС-линейки. В ходе калибровки было отмечено, что положение границы «свет-тень» во всем диапазоне температур и концентраций приходится, в лучшем случае, на 1/3 рабочего диапазона. Таким образом, сократив рабочий диапазон, удалось повысить чувствительность прибора. Разработанный датчик превосходит доступные на отечественном рынке аналоги по своим конструктивным и метрологическим параметрам и полностью соответствует требованиям контроля противообледенительной обработки.

В настоящее время новый терминал аэропорта Пулково в городе Санкт-Петербург заказал два экземпляра промышленных рефрактометров для контроля состава противообледенительных жидкостей, которые находятся на стадии изготовления.

Литература

1. Рекомендации по противообледенительной обработке воздушных судов. – М.: Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное агентство воздушного транспорта, 2013. – 68 с.
2. Лейкин М.В., Молочников Б.И., Отражательная рефрактометрия. – Л.: Машиностроение, 1983. – 223 с.
3. Йоффе Б.В. Рефрактометрические методы в химии. – Л.: Химия, 1983. – 352 с.
4. Refractive index concentration tables [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://us.mt.com/us/en/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Refractometry_concentration_tables_browse.html, своб.
5. Акмаров К.А., Артемьев В.В., Белов Н.П., Лапшов С.Н., Майоров Е.Е., Патяев А.Ю., Смирнов А.В., Шерстобитова А.С., Шушова К.А., Яськов А.Д. Промышленные рефрактометры и их применение для контроля химических производств // Приборы. – 2012. – № 4(142). – С. 1–8.



Зайцева Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 4311

Специальность: 200200 – Оптотехника

e-mail: nastasy112@mail.ru

УДК 681.786.67

ПОСТРОЕНИЕ МНОГОРАКУРСНОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕМНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

А.С. Зайцева

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

В различных сферах деятельности все чаще используют технологии, позволяющие наглядно и информативно отражать характеристики и свойства исследуемого объекта. Одной из таких технологий является 3D-эффект.

Благодаря бинокулярному зрению человек видит мир одновременно с двух точек наблюдения. В результате изображения, получаемые левым и правым глазом, слегка отличаются и носят название – стереопары. Анализируя различия между изображениями стереопары, мозг человека получает информацию об объеме и удаленности наблюдаемых объектов [1]. Чтобы достигнуть 3D-эффекта необходимо для каждого глаза передать свое изображение.

Целью работы являлась разработка многоракурсной системы объемного телевидения, предназначенная для построения трехмерных изображений предъявляемых сцен с использованием трех телевизионных датчиков, расположенных по дуге на расстоянии 65 мм друг от друга. Дистанция наблюдения за объектом 6 м.

В задачи работы входило: провести аналитический обзор существующих систем объемного телевидения; разработать структурную схему системы; провести габаритно-энергетический расчет; разработать оптическую схему многоракурсной системы объемного телевидения; разработать электрическую схему модуля интерфейса и разработать конструкцию фотоприемного блока (ФПБ).

В ходе проведения аналитического обзора были рассмотрены общий принцип действия многоракурсных систем и основные методы их создания, с выявлением достоинств и недостатков каждого из них.

Исходя из заданных условий, была разработана структурная схема, показанная на рис. 1.

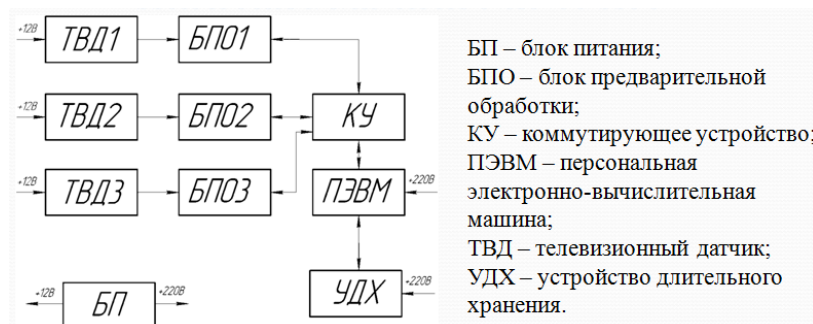


Рис. 1. Структурная схема многоракурсной системы объемного телевидения

Коммутацирующее устройство в системе предназначено для передачи одного из нескольких сигналов, поступающих от различных источников на персональную электронно-вычислительную машину (ПЭВМ). На основании полученных изображений обозреваемой площадки ПЭВМ строит трехмерную модель окружающих объектов. Для записи большого количества видеoinформации в системе используется устройство длительного хранения.

На основании разработанной структурной схемы был проведен габаритно-энергетический расчет, целью которого являлось определение основных параметров многоракурсной системы [2]. Расчет проводился для многоэлементного приемника оптического излучения – КМОП матрицы OV12830 [3] фирмы OmniVision, которая имеет формат кадра 16:9 и число эффективных пикселей: 4224×2376 . В результате габаритного расчета был подобран объектив Вега-7 с основными характеристиками: фокусное расстояние $f' = 20$ мм, относительное отверстие $D/f' = 1:2$ и угловое поле $2\omega = 35^\circ$.

Исходя из полученных данных, был проведен энергетический расчет [2], целью которого являлось вычисление потока, падающего на матрицу, и выбор источника излучения. Таким образом, для освещения всей площади обозреваемой площадки в качестве источников излучения были выбраны две кинопроекторные лампы К8 с подводимой мощностью 55 Вт.

На основании габаритно-энергетического расчета, была разработана оптическая схема многоракурсной системы объемного телевидения, показанная на рис. 2.

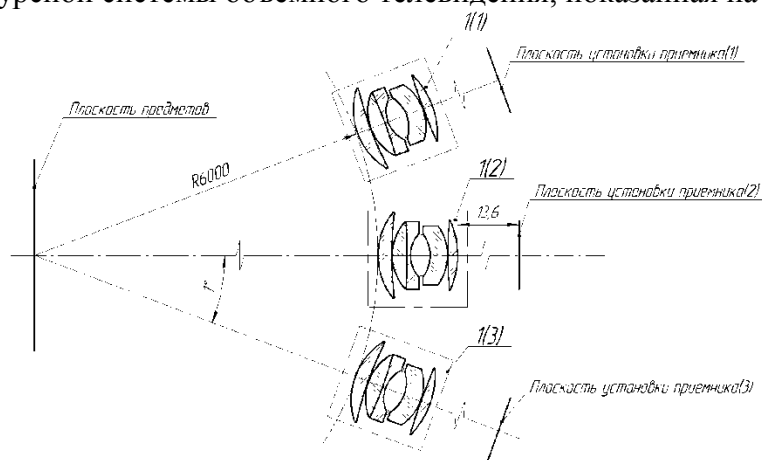


Рис. 2. Схема оптическая принципиальная многоракурсной системы объемного телевидения, где 1 – объектив «Вега-7»

Оптическая схема системы состоит из трех приемных блоков, у которых плоскости установок приемников расположены в задних фокальных плоскостях объективов. Источники излучения расположены на базовом расстоянии между видеокамерой и источником, равном 0,3 м. На оптической схеме источники излучения не указаны.

Также была разработана электрическая схема модуля интерфейса, основными компонентами которой являются контроллер ATMEGA8, выполняющий функцию оцифровки и передачи видеоинформации и ATMEGA8U2-MU, который выполняет роль USB-контроллера.

Зная конструктивные параметры отдельных компонентов и допуски центрирования сферических поверхностей, была разработана конструкция ФПБ.

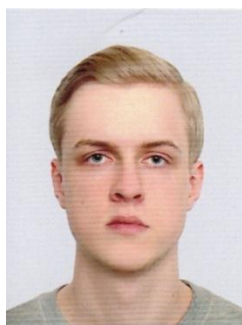
Конструкция ФПБ предусматривает разъем под шлейф для телевизионного датчика. Крепление указанных деталей с помощью установочных стоек обеспечивает наличие необходимого зазора между электрической платой и крышкой корпуса. В конструкции также предусмотрено крепление ФПБ к штативу с помощью резьбы.

Многоракурсная система объемного телевидения лишена недостатков, таких как передача только одного ракурса, невозможность обзора (оглядывания) объекта передачи, наличие очков у зрителей и т.д.

Разработанная многоракурсная система имеет простую конструкцию и позволяет производить видеосъемку высокой точности, имеющую широкоэкранный формат.

Литература

1. 3D теория. Обзор методов создания и просмотра стереоизображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.triaxes.ru/download/help/3DTheory-ru.pdf>, своб.
2. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения. Учебное пособие для вузов. – СПб: Политехника, 2000. – 274 с.
3. Omni Vision OV12830 Color CMOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ovt.com/download_document.php?type=sensor&sensorid=120, своб.



Зубаревич Василий Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4105

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: creamywhitestudios@gmail.com

УДК 004.415.25

КОМПЛЕКС ИНТЕРНЕТ-ТРАНСЛЯЦИИ ДЛЯ КЛУБНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

В.С. Зубаревич

Научный руководитель – к.т.н., ассистент С.В. Клименков

Видеотрансляции часто используются при проведении различных соревнований. Но зачастую организаторы небольших локальных турниров не могут позволить себе иметь дорогостоящую профессиональную систему трансляции на своем мероприятии. Для таких турниров может подойти более простая система, использующая свободное программное обеспечение и обладающая основными функциями профессиональной системы.

Первая, и главная функция – обеспечение видеотрансляции, требующей минимальных затрат ресурсов и денег (необходимо лишь наличие стабильного и достаточно быстрого интернет-соединения). Вторая – возможность дополнения видеопотока путем динамического наложения различной информации на него (счет, имена игроков или команд, время и др.). Третья – ведение статистики соревнования (подсчет очков на каждом этапе).

Основной **целью работы** являлась разработка системы интернет-трансляции с возможностью ведения статистики игры. Для достижения цели работы было проведено изучение различных программных решений для осуществления трансляции медиаконтента в интернете и учета различных параметров игры.

Протоколы потоковой интернет-трансляции. Вначале было проведено сравнение современных протоколов потоковой передачи данных в интернете: RTP, RTSP, RTMP и RTMFP. В качестве протокола трансляции был выбран протокол RTMP, так как он обеспечивает наибольшую надежность передачи за счет того, что основан на транспортном протоколе TCP. Другие рассмотренные протоколы основаны на транспортном протоколе UDP и не обеспечивают гарантированную передачу каждого пакета. Практически, это значит, что при использовании RTMP и наличии стабильного интернет-соединения с обеих сторон, клиенты будут получать непрерывное видео происходящего соревнования. Это важно, так как в различных соревнованиях имеет большее значение каждый момент игры, а задержка трансляции, возникающая из-за передачи с помощью транспортного протокола TCP, не столь важна.

Также, для реализации необходимых функций были изучены такие программные решения, как мультимедиа-фреймворк GStreamer, графическая библиотека Cairo, формат обмена данными JSON и системная библиотека GLib.

Программные решения. GLib – это низкоуровневая системная библиотека для языка программирования Си, которая используется средой GNOME. GLib значительно расширяет возможности языка программирования Си в сравнении со стандартной библиотекой libc. Дополнительные возможности включают в себя hash-таблицы, динамические массивы, *n*-мерные деревья, атомарные операции, строковые функции и динамическую загрузку модулей. Также, GLib предоставляет функции для создания потоков выполнения и их синхронизации.

GStreamer – это кроссплатформенный фреймворк для работы с мультимедиа, реализованный на языке программирования Си. Основой этого фреймворка является библиотека с открытым исходным кодом GObject. GStreamer используется в медиаплеерах, серверах потокового вещания, видеоредакторах и других приложениях, связанных с обработкой мультимедиа-данных. Функциональная архитектура GStreamer основана на плагинах, которые содержат в себе различные элементы для выполнения широкого круга задач.

JavaScript Object Notation – текстовый формат обмена данными. Формат первоначально появился как дополнение к языку программирования JavaScript, но сейчас является языком независимым. JSON имеет менее сложный формат, нежели XML, который также применяется для задач обмена информацией между серверами и клиентами. JSON-файл представляет из себя текст, состоящий либо из пар «атрибут:значение», либо как упорядоченный набор значений. В качестве атрибута в формате JSON используется символьная строка. Значением же может быть практически любая структура: объект (неупорядоченное множество других значений), массив (упорядоченное множество других значений), строка, число, булево значение или null. Благодаря такой примитивной структуре JSON лучше подходит для задач сериализации сложных структур.

Для создания изображения с информацией о ходе игры, накладываемого на видео с веб-камеры, используется библиотека Cairo. Cairo представляет из себя кроссплатформенную библиотеку для создания векторной графики. В данной библиотеке есть встроенные примитивы, позволяющие создавать двумерные изображения. Несмотря на то, что библиотека Cairo написана на языке Си, возможно ее использование с другими языками программирования посредством привязок.

Архитектура системы. Данный проект комплекса интернет-трансляции представляет из себя систему, состоящую из двух частей: аппаратной и программной. Аппаратная часть состоит из веб-камеры с микрофоном, подключенной к терминалу, на котором работает система. Жестких ограничений на характеристики аппаратной части не предусмотрено, так как разработанная система способна адаптироваться к текущим параметрам оборудования таким, как максимальное разрешение веб-камеры и производительность устройства обработки (терминала).

Программная часть включает в себя программный обработчик состояний для выбора действий системы в зависимости от текущего состояния, блок для ведения статистики игры с использованием объектного подхода, блок для обмена данными между системой и удаленной базой данных, блок создания оверлейной картинки с информацией об игре и блок для конфигурации конвейера трансляции. Для управления системой был создан веб-интерфейс.

Созданная в ходе работы система актуальна в области интернет-трансляции игр и турниров и готова к использованию при проведении различных соревнований.

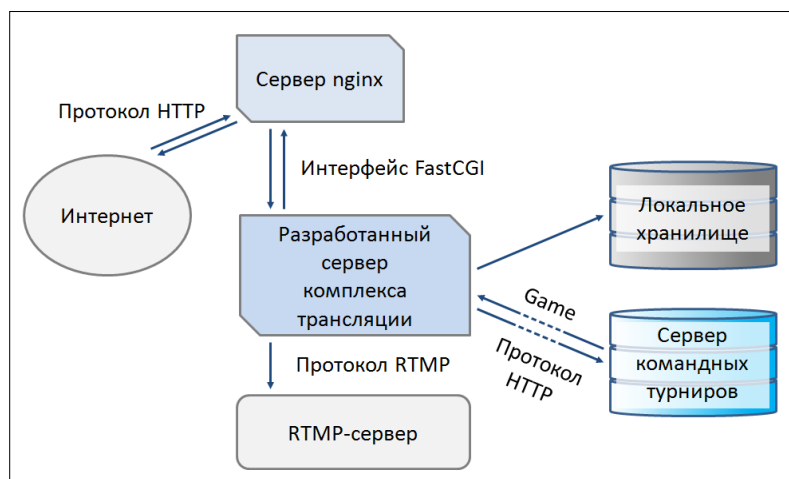


Рисунок. Схема функционирования системы интернет-трансляции

Литература

1. Gstreamer Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gstreamer.freedesktop.org/documentation/>, своб.
2. Nginx Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nginx.org/en/docs/>, своб.
3. RTMP Specifications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wwwimages.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/Adobe/en/devnet/rtmp/pdf/rtmp_specification_1.0.pdf, своб.
4. GObject Reference Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.gnome.org/gobject/stable/>, своб.



Игнатчик Макар Михайлович

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра нанотехнологий и материаловедения, группа № 4676

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: marchibald93@gmail.com

УДК 53.06: 54.07: 53.086

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СМАЧИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КАНАЛОВ
МИКРОФЛЮИДНЫХ УСТРОЙСТВ**

М.М. Игнатчик

Научный руководитель – ассистент Я.С. Посмитная

В настоящее время активно развиваются микрофлюидные технологии, в основе которых лежит использование микрофлюидных устройств (МФУ). Такие устройства представляют собой герметично соединенные между собой пластины с микро- и наноразмерными функциональными элементами: каналами, реакционными камерами, смесителями и т.д., для изготовления которых используют как прямые (лазерная абляция, литография), так и методы с использованием мастер-форм (литье, горячее тиснение, «мягкая» литография) [1].

При создании МФУ применяются стеклянные и полимерные материалы, большинство из которых в исходном состоянии обладает гидрофобными свойствами. Как следствие, одной из основных задач, решаемых при создании микрочипов, является целевая обработка и модификация материалов для придания требуемых свойств (например, смачивания). Кроме того, дополнительная обработка необходима для получения герметичного соединения.

Среди методов модификации можно выделить физические (плазменная обработка [2], УФ-излучение), и химические – добавление поверхностно-активных веществ [3], выдерживание в кислотных или щелочных растворах [4], силанизация и др.

Стеклянные материалы в своем исходном состоянии обладают гидрофильными свойствами и требуют, как правило, только активации поверхности. Поэтому особое внимание в работе уделялось изучению методов обработки полимера (полидиметилсилоксана (ПДМС)), исходные гидрофобные свойства которого обусловлены наличием на поверхности метильных группы (Si-CH_3). Целью модификации являлось получение на поверхности гидроксильных групп ($-\text{OH}$), которые позволяют придать материалу гидрофильные свойства [5]. Благодаря чему становится возможным изменение поверхностных свойств материала путем присоединения различных функциональных слоев. Наличие гидроксильных групп способствует улучшению адгезии и смачивающей способности, необходимых для создания герметичных конструкций МФУ.

Целью работы был выбор методов и способов обработки, позволяющих придать требуемые свойства смачивания и герметичности, сохраняемые в течение длительного времени. Для этого были проведены экспериментальные исследования влияния различных видов обработки на значения краевых углов и стабильность полученных свойств.

Для определения краевого угла на открытой поверхности использовался метод лежащей капли, расчет значений углов смачивания в канале проводился на основе

полученных оптических изображений мениска жидкости. Затем для определения стабильности полученных свойств были построены зависимости углов смачивания от времени хранения образцов.

В процессе работы было исследовано влияние физических (плазменная обработка) и химических (добавление поверхностно-активного вещества (ПАВ), экстракция, обработка поливиниловым спиртом (ПВС), силанизация) методов модификации на свойства смачивания ПДМС и стекла.

Наиболее эффективной с точки зрения изменения свойств оказалась плазменная обработка в среде кислорода открытой поверхности ПДМС.

При воздействии на поверхность материалов плазмой в течение 1,5 мин наблюдается снижение угла смачивания, как для стекла, так и для ПДМС (рис. 1). Однако такое время обработки оказалось недостаточным для придания гидрофильных свойств каналу МФУ. Обработка готовой герметичной конструкции требует увеличения времени воздействия до 6 мин.

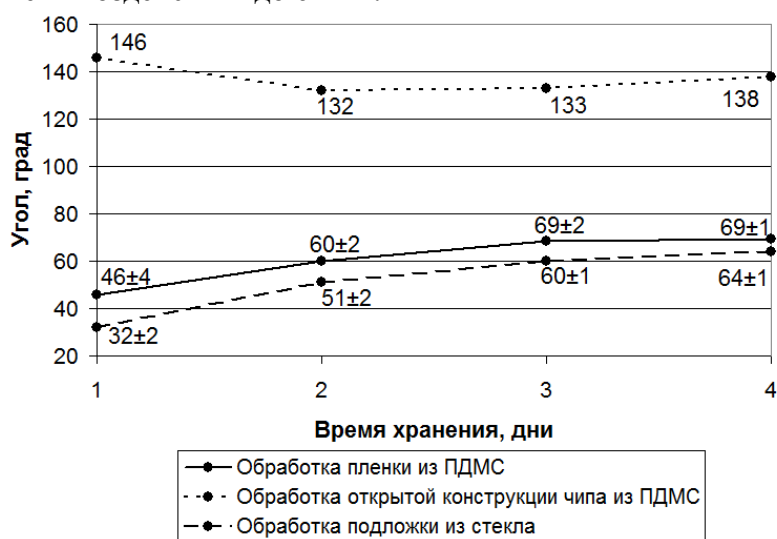


Рис. 1. Зависимость значений углов смачивания от времени хранения при обработке ПДМС и стекла кислородной плазмой. Исходный угол без обработки для стекла – 34°, для ПДМС – 107°, в канале – 158°. Сразу после обработки $\theta \rightarrow 0$

Наиболее стабильными являются свойства полимера после плазменного воздействия и обработки ПВС (рис. 2). На протяжении трех дней хранения угол смачивания практически не меняется. После недели краевой угол увеличивается на 7°.

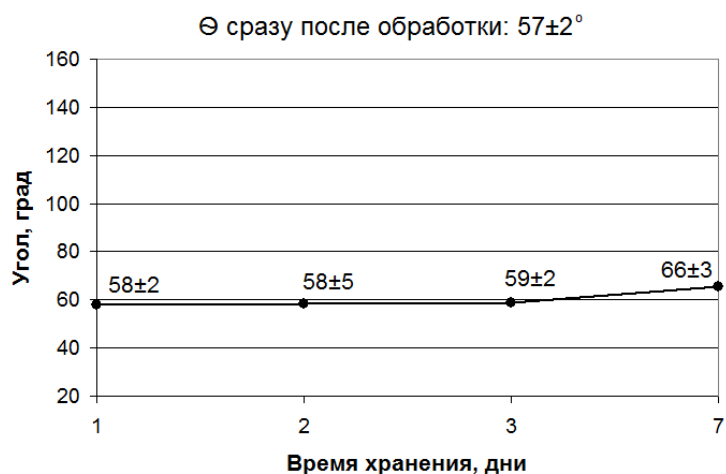


Рис. 2. Зависимость значений углов смачивания от времени хранения при обработке пленки ПДМС плазмой (1,5 мин) и ПВС

Для изменения свойств смачивания канала МФУ наиболее эффективным оказалось добавление 0,5% ПАВ (Triton X-100) в состав полимерной смеси с последующей плазменной обработкой. После такой модификации канал приобретал гидрофильные свойства, но восстанавливал исходные свойства через пять дней после обработки.

Другие виды обработки, например, такие как экстракция, силанизация, позволяют получить стабильные значения краевого угла, но при этом незначительно изменяют свойства смачивания.

Также в работе были проведены эксперименты по проверке герметичности конструкции после выдерживания при повышенной температуре (3 ч, 90°C). Полученные результаты показывают, что МФУ сохраняют герметичность после такого воздействия.

В процессе работы была экспериментально доказана возможность использования методов модификации поверхности ПДМС для восстановления приобретенных после обработки гидрофильных свойств готовых МФУ после длительного хранения.

Литература

1. Abdelgawad M., Watson M.W.L., Young E.W.K. et al. Soft lithography: masters on demand // Lab Chip. – 2008. – № 8. – P. 1379–1385.
2. Yoshida S., Hagiwara K., Hasebe T., Hotta A. Surface modification of polymers by plasma treatments for the enhancement of biocompatibility and controlled drug release // Surface and Coatings Technology. – 2013. – V. 233. – P. 99–107.
3. Jeonggi S., Luke P.L. Effects on wettability by surfactant accumulation/depletion in bulk polydimethylsiloxane (PDMS) // Sensors and Actuators B. – 2006. – № 119. – P. 192–198.
4. Maji D., Lahiri S.K., Das S. Study of hydrophilicity and stability of chemically modified PDMS surface using piranha and KOH solution // Surf. Interface Anal. – 2012. – № 44. – P. 62–69.
5. Zeyad A., Carolyn L.R., Leonardo S. Evaluation of polydimethylsiloxane (PDMS) surface modification approaches for microfluidic applications // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2012. – № 415. – P. 406–412.



Ильинский Александр Вячеславович

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологий,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа № 4662

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: allill003@mail.ru

УДК 621.317.785

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ НА ОСНОВЕ ОДНОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СЧЕТЧИКА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.В. Ильинский

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Д. Аникейчик

Исследование и анализ состояния учета электрической энергии показали, что в настоящее время нередко встречаются различные нарушения и проблемы учета электроэнергии, что приводит к формированию погрешности средств измерения,

отсюда актуальна разработка методов определения погрешности средств измерения, позволяющей повысить достоверность учета электроэнергии.

Основной **целью работы** являлась разработка методики оценки погрешности измерения электрической энергии измерительным комплексом на основе однофазного электронного счетчика в условиях эксплуатации. Для достижения цели работы были проведены некоторые исследования, разработана методика оценки погрешности измерения электроэнергии. Также данная методика была апробирована с помощью однофазного электронного счетчика ЦЭ2726 в условиях эксплуатации [1].

Анализ счетчиков электроэнергии. Для анализа была исследована полная классификация измерительного комплекса электрической энергии, в частности счетчиков электроэнергии, также в сравнительном анализе были изучены технические характеристики двух основных видов счетчиков электроэнергии: индукционного и электронного [2].

Анализ метрологических характеристик счетчиков. Исследовалась основная метрологическая характеристика для счетчиков электроэнергии – суммарная погрешность, а также составляющие, оказывающие наибольшее влияние на ее формирование. Более того рассматривались и другие факторы, влияющие на метрологические характеристики остальных составляющих измерительного комплекса.

При разработке методики оценки погрешности измерения электроэнергии:

- определена суммарная относительная погрешность (СКО) как совокупность частных погрешностей;
- определена СКО случайной относительной величины;
- определена СКО основной относительной величины;
- определена СКО дополнительной относительной погрешности;
- рассчитана СКО погрешности измерительного комплекса;
- рассчитана суммарная погрешность в рабочих условиях.

Область электроэнергии, рассмотренная в работе имеет актуальность в современном мире и может быть исследована в дальнейшем.

Литература

1. Рожнов Е.А. Новые электронные средства для учета электроэнергии. Повышение точности измерения. – М.: НЦ ЭНАС, 2011. – С. 14–20.
2. Рошин В.А. Схемы включения счетчиков электрической энергии: произв.-практ. пособие. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2011. – 112 с.
3. Анисимов Д.Л. Погрешность измерений как непостижимая тайна учета // Коммунальный комплекс России. – 2013. – № 4(106). – С. 36–40.



Калинкина Екатерина Андреевна

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4309

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: kalinkina.6948@gmail.com

УДК 535.313.2 + 535.312.2

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СЕКТОРНОГО УСТРОЙСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ

Е.А. Калинкина

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Зверев

Целью работы была разработка оптической системы секторного устройства обнаружения. Логику построения подобных систем рассмотрим на примере композиции и параметрического синтеза оптической системы неконтактного оптического взрывателя (НОВ) ракет активного типа, состоящего из канала подсветки цели и приемного канала. НОВ бывают активного и пассивного типов. НОВ активного типа имеют в составе датчиков сигнала источники лучистой энергии. Излучая сигналы в пространство, НОВ активного типа принимают специальными приемниками сигналы, отраженные от целей.

Традиционная схема подобного устройства подсветки представлена на рис. 1.

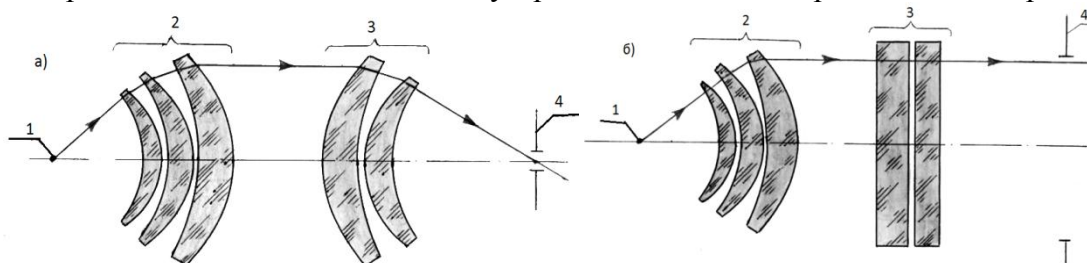


Рис. 1. Принципиальная схема оптической системы осветительного канала в двух сечениях: в экваториальной (а) и в диаметральной (б) плоскостях ракеты

Принципиально оптическая схема подсветки состоит из источника излучения 1, расположенного в передней фокальной плоскости первого оптического компонента 2, который условно можно назвать конденсором, из второго оптического компонента 3 и выходной щели 4 прямоугольной формы, расположенной в задней фокальной плоскости второго компонента. Полезный используемый световой поток определяется углом охвата $2\omega_{\text{охв}}$ первого компонента [1], т.е. его передней апертурой. Вторым оптический компонент, формирующий в экваториальной плоскости веерное освещение пространства, в рассматриваемой схеме состоит из линз, поверхности которых имеют форму цилиндра. Угловая величина веерного освещения (сектора освещения), как правило, превышает или равна 60° . Если при этом требуется осуществить круговое веерное освещение пространства, то необходимо применить не менее шести осветительных устройств рассмотренной конструкции.

Рассмотренную задачу освещения можно решить с помощью оптической системы, построенной на применении отражающих поверхностей. Вариант схемы такой системы показан на рис. 2.

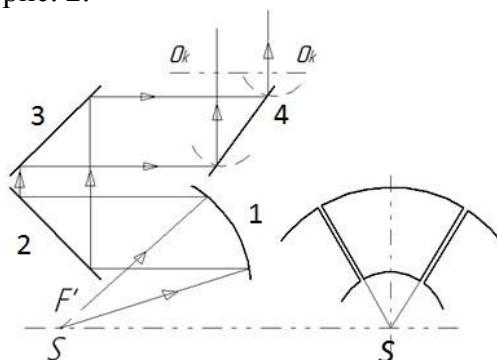


Рис. 2. Принципиальная схема оптической системы осветительного канала

На этой схеме источник света S расположен в фокальной плоскости отражающей поверхности параболоида 1. Параллельный пучок лучей, сформированный отражающей поверхностью параболоида, плоскими зеркалами 2 и 3, образующими прямой угол, направляется параллельно оптической оси параболоида на коническую отражающую поверхность 4. Коническая отражающая поверхность не является традиционным элементом при построении оптических систем. Положение изображения, образованного узкими пучками лучей, падающими на оптическую поверхность и преломленными ею, определяется меридиональным и сагиттальным инвариантами Аббе [2].

Оптические свойства отражающей поверхности, имеющей форму конуса. Радиус кривизны отражающей поверхности конуса в плоскости, перпендикулярной плоскости рисунка, равен расстоянию от осевой точки конуса вращения до поверхности конуса в направлении нормали к ней. Параллельный пучок лучей, падающий параллельно оси вращения конуса, в плоскости, перпендикулярной рисунку, фокусируется в точке, лежащей на оси конуса. Заметим, что коническая поверхность в обратном ходе лучей отображается на поверхности параболоида сектором, как показано на рис. 2. Отсюда следует, что если отражающую поверхность параболоида разбить на секторы и для каждого сектора построить рассмотренную систему, то получим оптическую систему круговой засветки пространства.

Оптическая система приемного канала. Если на рис. 1 заменить источник света приемником, то получим принципиальную оптическую схему приемного устройства. В зеркальной схеме осветительного устройства параллельный пучок световых лучей был сформирован отражающей поверхностью параболоида. Поскольку требуемая угловая величина изображаемого предмета в меридиональной плоскости достаточно мала, то, при построении зеркальной оптической системы приемного канала прямолинейную образующую конической поверхности заменим параболой. Если начало декартовой системы координат поместить в фокусе F' параболы, то ее можно определить уравнением вида: $y^2 = r_0^2 + 2r_0z$. В плоскости обнаружения (в плоскости xOz) угол обзора должен составлять десятки градусов. Чтобы отражающая поверхность обладала этим свойством, образуем ее вращением рассматриваемой параболы вокруг оси Oy на требуемый угол. В результате получим отражающую поверхность, определяемую уравнением:

$$x^2 + z^2 = \frac{(r_0^2 - y^2)^2}{4r_0^2}.$$

Размер входного зрачка определяется разностью высот падающих на отражающую поверхность лучей, размер зрачка равен: $2m = y_1 - y_2 \leq 2f'_0$, где $f'_0 = \frac{r_0}{2}$; r_0 – радиус кривизны в осевой точке параболы.

Пусть чувствительная площадка приемника имеет вид прямоугольника с размерами $2h \times 2H$. При этом на приемник излучения падает световой поток в пределах углового поля, в плоскости рисунка равного $2W_m = -\frac{2h \cos \omega'}{f'_m}$. Для определения размера входного зрачка в сагиттальной плоскости применим меридиональный и сагиттальный инварианты Аббе. Заметим, что при малой величине чувствительной площадки приемника мал и поперечный размер входного зрачка устройства.

Рассмотрим оптическую систему приемного устройства, при построении которой использованы оптические свойства отражающей поверхности цилиндра и плоскопараллельной пластинки. Круговой цилиндр, фрагмент которого показан на рис. 3, в принятой системе координат определяется уравнением $x^2 + y^2 = r_s^2$.

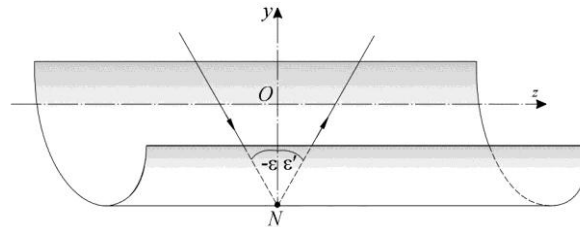


Рис. 3. Отражающая поверхность кругового цилиндра

В меридиональной плоскости $r_m = \infty$. При $s_s = \infty$ сагиттальный инвариант Аббе принимает вид: $s'_s = \frac{r_s}{2 \cos \varepsilon}$. При $\varepsilon = 0$: $s'_0 = \frac{1}{2} r_s$. Следовательно, $s'_0 = s'_s \cos \varepsilon$. Отсюда можно сделать вывод о том, что параксиальные изображения точек, образованных узкими пучками лучей в сагиттальной плоскости, при любом значении угла ε расположены на прямой линии, проходящей через фокус в сагиттальной плоскости отражающей поверхности цилиндра.

На рис. 4 показано сечение плоскопараллельной пластинки.

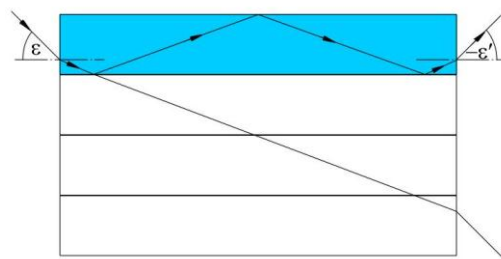


Рис. 4. Ход луча в плоскопараллельной пластинке

Луч, входящий в пластинку под углом падения, равным ε , выходит из нее под углом, равным ε' , при этом $|\varepsilon| = |\varepsilon'|$. Заменяем выходную (торцевую) поверхность пластинки отражающей поверхностью цилиндрической формы, при этом фокус отражающей поверхности расположим на входной грани пластинки, как показано на рис. 5, а.

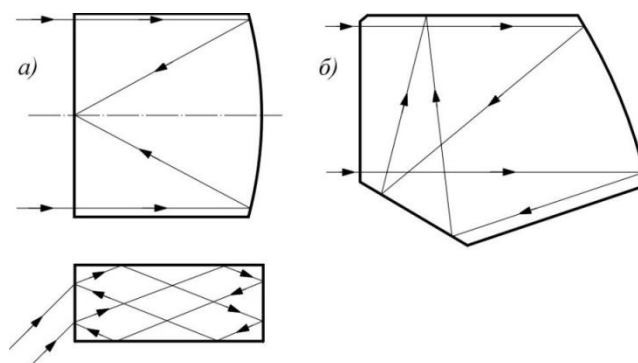


Рис. 5. Принципиальная схема оригинальной оптической системы приемного устройства

Чувствительная поверхность приемника представляет собой полосу высотой, равной толщине пластинки, располагается на входной грани пластинки симметрично фокальной линии цилиндра. Ширина полосы и фокусное расстояние отражающей поверхности определяют угловое поле воспринимаемого светового потока в сагиттальной плоскости. В меридиональной плоскости угловое поле веерного восприятия светового потока принципиально равно $2w_m \leq 180^\circ$. Площадь входного зрачка зависит от угла падения светового пучка лучей. Рассмотренную систему можно построить, используя внеосевой ход параллельного пучка лучей, при этом конструктивно системе можно придать вид, показанный на рис. 5, б.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. представлена принципиальная схема оптической системы осветительного канала активного НОВ. Выполнен анализ возможных параметров линзовой оптической системы взрывателя;
2. выполнен анализ абберационных свойств отражающей поверхности конуса. Разработана оптическая система осветительного канала НОВ на основе применения отражающей поверхности параболоида, конуса и плоских зеркал;
3. выполнен анализ абберационных свойств оптической системы приемного канала НОВ, представляющего собой отражающую поверхность, образованную вращением параболы вокруг линии, перпендикулярной оси параболы и проходящей через ее фокус. Показано, что в меридиональной плоскости чувствительная поверхность приемника излучения определяет угловое поле изображаемого пространства, а в сагиттальной – величину входного зрачка. Величина входного зрачка уменьшается по мере увеличения числовой апертуры падающего на приемник пучка лучей. При предельном значении апертуры, равном единице, размер зрачка равен нулю;
4. показано, что изображение, образованное экваториальным (сагиттальным) пучком лучей, отраженным от поверхности цилиндра, в диаметральной плоскости остается параллельным линейной образующей (оси) цилиндра, т.е. в этом случае меридиональная кривизна поверхности изображения отсутствует;
5. при цилиндрической форме отражающей грани, противоположной торцевой грани плоскопараллельной пластинки можно построить компактную оптическую систему приемного канала неконтактного оптического взрывателя с требуемой площадью входного зрачка.

Литература

1. Волосов Д.С., Цивкин М.В. Теория и расчет светоптических систем. – М.: Искусство, 1960. – 526 с.
2. Слюсарев Г.Г. Геометрическая оптика. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 332 с.



Кардаш Алексей Викторович

Год рождения: 1990

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4303

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: chaos_emperor@mail.ru

УДК 681.7-1/-9

РАЗРАБОТКА ОКУЛЯРА ЭНДОСКОПА

А.В. Кардаш

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

Окуляр эндоскопа используется для рассматривания изображения, создаваемого после оборачивающей системы. Увеличение углового поля окуляра позволяет не только задействовать большую площадь сетчатки наблюдателя, но и получить большее видимое увеличение, что в совокупности приводит к уменьшению нагрузки на глаза наблюдателя и позволяет проще рассматривать отдельные участки изображения. Иными словами это облегчает работу врача и повышает качество осмотра.

Используемый заказчиком на данный момент окуляр имеет угловое поле в $13,5^\circ$ и его схема не предусматривает возможность увеличения поля свыше 20° при данных габаритах и требуемому выносу зрачка. В качестве решений целесообразно использовать окуляры, применяемые в микроскопе, но при пересчете на заданные габариты (размер промежуточного изображения и желаемое поле) они становятся совершенно нетехнологичными и имеют вынос зрачка недостаточный для комфортной работы даже без очков. В работе представлены этапы разработки окуляра эндоскопа с заданными параметрами и требуемым качеством, а также объектива видеонасадки, работающей по составной схеме с окуляром для проекции изображения на ПЗС-матрицу.

Первоначально был произведен габаритный расчет окуляра согласно схемам функционирования в [1] и проанализированы величины фокусных расстояний, требуемых для обеспечения желаемых полей. Величины фокусных расстояний приведены в таблице.

Таблица. Величина фокусного расстояния при заданном поле

$2\omega'$	f'
20	7,09
25	5,64
30	4,67
35	3,96
40	3,43
45	3,02
50	2,68

Наиболее оптимальными были выбраны поля до 30° . Затем был выполнен анализ схем окуляров из [2, 3] по критериям количества линз, отношению выноса зрачка к фокусному расстоянию и общей технологичности схемы при пересчете на полученные

фокусные расстояния. Перспективными были выбраны схемы широкоугольного окуляра из [2] и окуляр с удаленным зрачком из [3].

Дальше производился пересчет на требуемое фокусное расстояние и многоэтапная оптимизация в программе ZEMAX. Параметрами на первом этапе оптимизации являлись радиусы линз и все толщины. Методом проб определялась оценочная функция, позволяющая получать наилучшее качество изображения и сохранять реализуемость схемы (сюда входят расстояния от линз до предмета, до зрачка, толщины линз, расстояния по краю). Затем схема подвергалась глобальной оптимизации в течение 6–8 ч, затем локальной оптимизации (для получения минимума оценочной функции данной принципиальной схемы) и наконец, оптимизации методом постукивания в течение 4–8 ч («hammer optimization», для проверки на наличие других оптимальных решений в области данной схемы) [4]. Описанный алгоритм был применен для оптимизации обеих схем для поля $2\omega'=30^\circ$, однако полученные схемы имели недостаточно хорошее качество изображения. Окуляр с удаленным зрачком имел большие волновые аберрации (до $1,5\lambda$ для осевого пучка на краю зрачка и до 6λ для $\lambda=0,48$ мкм для внеосевого пучка), низкую разрешающую способность на контрасте 0,2 для $\omega'>7,5^\circ$ (меньше 45 мм^{-1}). Широугольный окуляр имеет большую дисторсию (до -9% на краю поля), что нарушает подобие формы предмета и изображения, и не приемлемо в данном типе систем, а также низкую разрешающую способность в меридиональном сечении до пересчета радиусов и без учета последующей части системы.

Так как для 30° не удалось обеспечить необходимого качества изображения, поле было уменьшено до 25° и алгоритм оптимизации проведен заново. Из полученных схем конечной была выбрана схема с удаленным зрачком, так как имела меньшее количество линз. Для получения конечного решения была произведена оптимизация методом постукивания с учетом замены стекол на другие доступные (доступные стекла оговаривались заказчиком и включают в себя марки ЛЗОС и фирмы Schott) и последующий пересчет на радиусы пробных стекол. Полученный таким образом окуляр имел приемлемую дисторсию, астигматизм и хроматизм. Анализировалась частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) окуляра в обратном ходе, для обеспечения требуемой разрешающей способности в составной схеме с объективом видеонасадки. Поперечным аберрациям не уделялось много внимания, так как на них сильно влияет объектив и оборачивающая система эндоскопа, которые в данной работе не моделировались.

При габаритном расчете объектива была также определена требуемая разрешающая способность исходя из критерия Найквиста и размеров ячейки матрицы (4,2 мкм). Поиск исходных схем решений производился в библиотеке программы ОПАЛ по следующим критериям: минимальное количество линз, используются только разрешенные марки стекол, минимальна разница между начальным и требуемым фокусным расстоянием. Подходящими оказались «Индустар-87» и «Триплет», однако после применения упомянутого алгоритма оптимизации полученное качество оказалось ниже требуемого. Поэтому в качестве исходной схемы был использован конечный перевернутый окуляр. При пересчете на заданное фокусное расстояние и локальной оптимизации такой объектив имел почти дифракционное качество изображения, однако в составной схеме с окуляром разрешающая способность оказалась ниже требуемой для середины и края поля. Это отображено на рисунке.

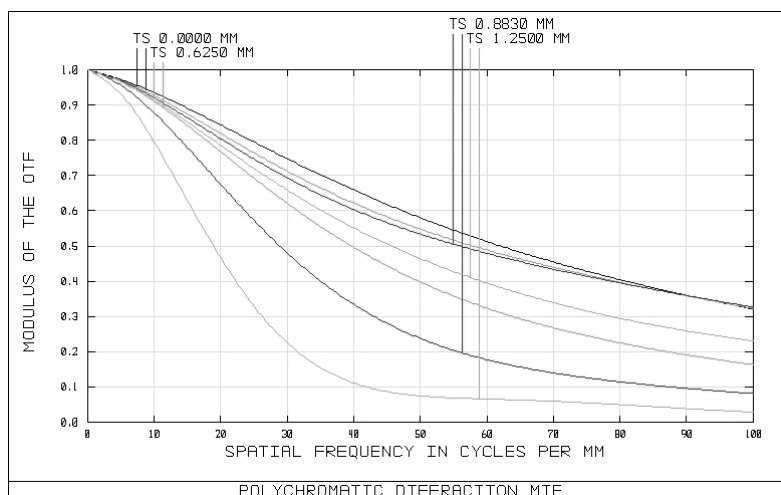


Рисунок. ЧКХ составной схемы окуляр+перевернутый окуляр

После этого была составлена схема из окуляра и обернутого и отмасштабированного окуляра (соответствующего объективу) и произведена оптимизация методом постукивания с заменой марок стекол для части, соответствующей объективу.

Результатом явилась схема с большим разнообразием марок стекол, но удовлетворяющая требуемому качеству изображения и величине поля. Цель работы была достигнута, были обеспечены заданные заказчиком ограничения на габариты системы. В дальнейшем возможна разработка окуляра и объектива с еще большим полем, путем усложнения схемы.

Литература

1. Хацевич Т.Н., Михайлов И.О. Эндоскопы: учебное пособие. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 196 с.
2. Скворцов Г.Е., Панов В.А., Поляков Н.И., Федин Л.А. Микроскопы. – Л.: Машиностроение, 1969. – 511 с.
3. Цуканова Г.И., Багдасарова О.В., Карпова Г.В., Безруков В.А. Методические указания по габаритному расчет и выбору компонентов телескопических систем. – Л.: ЛИТМО, 1989. – 40 с.
4. ZEMAX. Программа оптического конструирования. Руководство пользователя. – San Diego: ZEMAX Development Corporation, 2006. – 744 с.



Карпова Татьяна Валерьевна

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4105

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: krpvttn@list.ru

УДК 004.031.6

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

Т.В. Карпова

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

Работа в отрасли сельского хозяйства и выращивание растительной продукции является нелегким трудом. Для того чтобы добиться большей стабильности урожая, необходимо создать для растений благоприятные условия. Регулировать эти условия можно на ограниченной территории теплицы, искусственно добываясь требуемых значений температуры и других параметров. В данной работе предлагается автоматизировать труд фермера по выращиванию растений.

Уже существуют системы управления, предназначенные для теплиц. Это АСУ МТ от НПО «Автоматика», комплекс АСУ «ТеПлица» от ЗАО «НАНКО» и система управления КР 1200 CLIMATE CONTROL от ООО «Крона». Все эти системы предназначены для промышленных теплиц, функционирующих круглый год, и отличаются друг от друга используемым оборудованием и программным обеспечением, а также набором параметров микроклимата, которые берутся в рассмотрение при работе системы.

Целью работы являлась разработка собственного контроллера для системы автоматизации тепличного хозяйства, которое рассчитано на круглогодичное выращивание разнообразных полезных культур от овощей до цветов, разделено на отдельные тепличные блоки для каждого вида выращиваемых культур. Этот контроллер согласно техническому заданию должен следить за изменениями температуры и влажности воздуха и почвы в теплице, температуры поливной воды, уровня освещения, уровня углекислого газа в воздухе, кислотности почвы, и регулировать температуру воздуха и почвы в теплице, полив, освещение.

Для того чтобы понять, какова роль разрабатываемого контроллера в масштабе всей системы автоматизации, необходимо рассмотреть ее саму. Эту систему можно представить в виде пирамиды автоматизации, состоящей из четырех уровней: первый уровень (уровень предприятия) образует центральный сервер. Далее идет уровень объекта, на котором связанные с центральным сервером компьютеры с установленными системами класса SCADA, отвечают за обработку и представление информации о теплицах. На этом уровне оператор следит за ходом управления объектом автоматизации. Информацию о ходе управления предоставляет контроллер. Каждый из них отвечает за выделенный ему блок теплицы. В свою очередь в каждом блоке выращивается отдельный вид культуры. Это соответствует уровню функциональных узлов. Самый нижний уровень (уровень оборудования функциональных узлов) предназначен для непосредственного сбора информации с

датчиков и управления исполнительными устройствами. На этом уровне потребуются интеллектуальные устройства сопряжения датчиков и исполнительных устройств с контроллером [1].

Для обеспечения мониторинга параметров, указанных в техническом задании, потребуются датчики температуры, уровня углекислого газа в воздухе, кислотности почвы и освещения. Для поддержания требуемых значений заданных параметров потребуется выдавать управляющие сигналы устройствам регуляции температуры, устройству включения/выключения освещения, а также устройству включения механизма полива.

Различные модели датчиков взаимодействуют с другими устройствами с использованием различных средств и правил, т.е. поддерживают разные интерфейсы. Связь контроллера с датчиками можно обеспечить несколькими способами. Во-первых, можно организовать работу контроллера со всеми этими интерфейсами напрямую. Еще одним вариантом будет включение в состав контроллера лишь нескольких модулей, поддерживающих наиболее распространенные интерфейсы. Тогда датчики, не поддерживающие их, могут быть подключены к контроллеру через блоки преобразования. Еще одним вариантом становится использование реле. Однако может потребоваться подключить к контроллеру десятки датчиков, а значит, удобнее будет организовать сеть на основе RS-232, RS-422 или RS-485 или беспроводную локальную сеть.

В промышленной автоматизации наибольшее распространение получили три типа беспроводных сетей: Bluetooth на основе стандарта IEEE 802.15.1, ZigBee на основе IEEE 802.15.4 и Wi-Fi на основе IEEE 802.11. Такие сети применяют для движущихся объектов (подвижные части конвейеров, лифты), для «Умных домов», где провода испортят дизайн, для объектов в сложных условиях (агрессивные среды, взрывоопасные зоны, вибрация, высокое напряжение).

Достоинствами таких сетей является уменьшение количества кабелей системы, ее возможное удешевление, ускорение отладки и поиска неисправностей, уменьшение трудозатрат на обслуживание. Основные недостатки это более сильная по сравнению с проводными сетями, подверженность влиянию электромагнитных помех, возможность утечки информации и вмешательства в работу системы лиц со стороны, негарантированная доставка в заранее известное время (используемый механизм случайного доступа к каналу CSMA/CA) [2].

В тепличном хозяйстве нет особенных предпосылок для создания беспроводной сети. Выбран интерфейс RS-485, который является наиболее распространенным в промышленной автоматизации. Он является наиболее подходящим для рассматриваемого в данной работе случая по таким параметрам, как длина кабеля и количество приемников на один передатчик [3].

Для связи контроллера с автоматизированным рабочим местом выбран интерфейс USB, так как он, в отличие от COM-порта, встречается в современных компьютерах чаще. Для того чтобы пользователь мог осуществлять программирование контроллера, добавлена клавиатура и жидкокристаллический индикатор. Пользователю (агроному) необходимо дать возможность составлять почасовое расписание, состоящее из списка значений параметров и часа, до которого в теплице необходимо их поддерживать. Также необходимо собирать статистику для передачи ее на следующий уровень пирамиды автоматизации. Для хранения статистики и расписания предназначена энергонезависимая память EEPROM. Для выполнения контроллером расписания понадобятся часы и календарь. Добавлена тактовая кнопка для принудительного рестарта. Питание микросхемы 5V подает DC/DC преобразователь, который должен

получать входное напряжение постоянного тока от источника бесперебойного питания. Таким образом, сформирована следующая структура контроллера (рисунок).

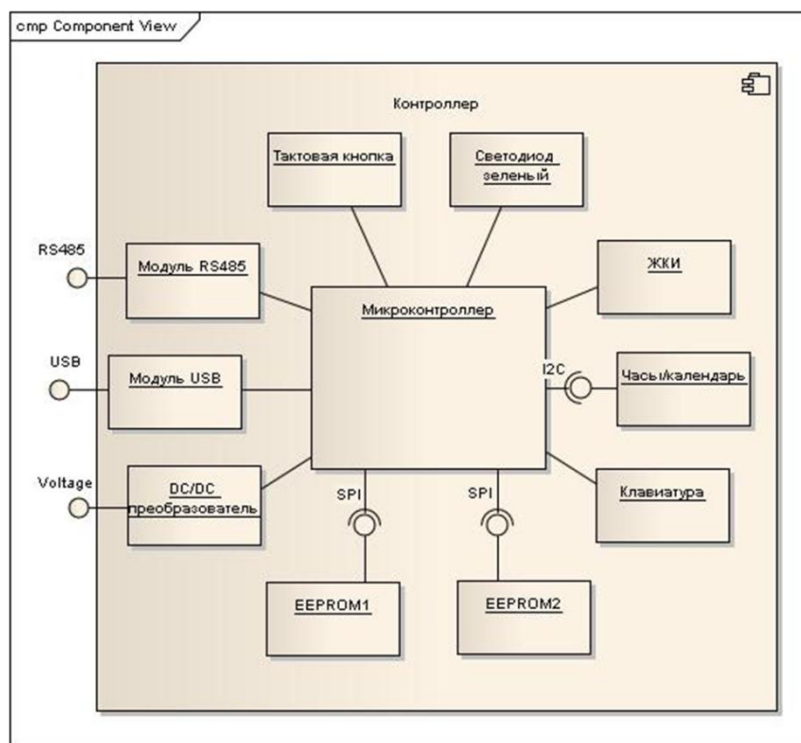


Рисунок. Композитная структурная диаграмма компонентов разрабатываемого контроллера

В ходе работы были выбраны конкретные компоненты, а также средства разработки. Разработана электрическая принципиальная схема, выполнена трассировка печатной платы с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) Altium Designer. Эта плата размером 120×90 мм соответствует третьему классу точности и может быть изготовлена. Также были разработаны драйверы для работы со всеми компонентами платы: методы записи и чтения данных по SPI, I2C, сканирование клавиатуры, вывод символов на экран ЖКИ, программное управление USART микроконтроллера. Работа драйверов протестирована в САПР Proteus. Реализован подсчет контрольной суммы, которая используется при обмене пакетами в сети.

Литература

1. Ключев А.О., Ковязина Д.Р., Кустарев П.В., Платунов А.Е. Аппаратные и программные средства встраиваемых систем. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 290 с.
2. Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bookasutp.ru/Chapter1_0.aspx, своб.
3. Кармышаков А.К. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/KSTUKARMYSHAKOV12092012.pdf>, своб.



Клакевич Александр Викторович

Год рождения: 1990

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4106

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: klakevich_a@mail.ru

УДК 04.414.23

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ В СИСТЕМАХ С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ
ОГРАНИЧЕНИЯМИ**

А.В. Клакевич

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.И. Алиев

Проблемно-ориентированные вычислительные системы используются для обработки большого количества классов запросов. Особенностью таких систем является наличие ограничений на время пребывания в системе запросов каждого класса. Ограничения могут налагаться на средние значения или указываться в виде вероятностных ограничений. Обеспечить выполнение заданных ограничений можно с помощью определения порядка выбора запросов различных классов на обработку. Порядок выбора задается в виде дисциплины обслуживания. Многообразие выбора различных дисциплин обслуживания и правил назначения приоритетов, а также трудность расчета характеристик системы при большом количестве классов запросов требует автоматизации распределения приоритетов.

Объект исследований – информационно-управляющие системы, работающие в режиме реального времени, что предполагает наличие вероятностных ограничений на время пребывания запросов в системе.

Цель работы – разработка программы, позволяющей автоматизировать процесс распределения приоритетов между запросами разных классов в системах с вероятностными ограничениями.

Задача распределения приоритетов заключается в выборе дисциплины обслуживания запросов и оценке производительности системы, при которых выполняются ограничения для всех классов запросов ($i=1,...,n$):

$$P(\tau_{u_i} > u_i^*) < \delta_i^*, \quad (1)$$

т.е. вероятность превышения допустимого времени пребывания u_i^* запросов каждого класса должна быть меньше заданных допустимых значений δ_i^* .

Время пребывания запросов в системе зависит от:

1. производительности системы;
2. дисциплины обслуживания запросов.

В качестве модели вычислительной системы используется одноканальная система массового обслуживания с неоднородным потоком запросов, при этом предполагается, что поток запросов простейший.

В систему с интенсивностями $\lambda_1, ..., \lambda_n$ поступает n потоков запросов разных классов, которые ожидают обработки в очередях $Q_1, ..., Q_n$, если прибор занят. Обработка запросов заключается в выполнении прибором определенной

последовательности действий (задержка запроса) и характеризуется длительностью обработки, определяемой ресурсоемкостью и производительностью устройства. Запросы на обработку выбираются из очередей в соответствии с дисциплиной обслуживания, которая должна обеспечивать выполнение заданных ограничений (1).

Задача распределения приоритетов решается в классе дисциплин со смешанными приоритетами (ДО СП), предполагающими наряду с беспriorитетным обслуживанием наличие относительных и абсолютных приоритетов [1]. Для описания ДО СП используется матрица приоритетов $Q = [q_{ij}]$ (МП) размерности $n \times n$, элементы которой определяют вид приоритета запросов одного класса по отношению к запросам другого класса.

Процесс выбора дисциплины обслуживания запросов в классе дисциплин со смешанными приоритетами является итерационным и реализуется в несколько этапов [2].

На первом этапе выполняется расчет нижней границы производительности, обеспечивающей отсутствие перегрузок в системе, а также учет заданных ограничений на времена пребывания. Нижняя граница производительности рассматривается в качестве показателя эффективности распределения приоритетов: наилучшей ДО является та, при которой заданные ограничения на времена пребывания запросов всех классов выполняются при производительности, близкой к нижней границе [2].

На втором этапе рассчитываются характеристики обработки запросов для беспriorитетной ДО и ДО с одним видом приоритетов (относительным или абсолютным), распределенных между запросами разных классов в зависимости от заданных ограничений $\delta_1^* \dots \delta_n^*$ и ресурсоемкостей обработки $\theta_1, \dots, \theta_n$, и для дальнейшего поиска выбирается ДО, обеспечивающая выполнение заданных ограничений (1) при наименьшем значении производительности системы.

Третий этап состоит в целенаправленном переборе и расчете характеристик ДО СП путем последовательного изменения приоритетов между классами запросов с минимальным и максимальным относительным отклонением вероятности превышения времени пребывания от допустимого значения. Расчет характеристик осуществляется в режиме поиска наименьшего значения производительности V системы, при которой выполняются ограничения (1). Процесс продолжается до тех пор, пока не будет найдена ДО, обеспечивающая выполнение заданных ограничений (1) при значении производительности, близкой к нижней границе.

На последнем этапе для найденной ДО путем варьирования производительности выполняется детальный анализ характеристик функционирования системы в широком диапазоне изменения производительности [2].

Разработанная программа позволила автоматизировать назначение приоритетов в классе ДО со смешанными приоритетами при наличии вероятностных ограничений на времена пребывания запросов в системе, что сокращает трудоемкость выбора ДО в несколько раз. Это особенно актуально в связи с экспоненциальным ростом количества ДО с увеличением количества классов запросов, поступающих в систему. Так, например, в случае пяти классов количество допустимых ДО составляет 541, а уже при восьми классах – более полумиллиона. Была решена задача аппроксимации функции распределения времени пребывания. Разработаны алгоритм распределения приоритетов и алгоритм расчета вероятности превышения допустимого времени пребывания запросов в системе. Реализованы пользовательский интерфейс, проверка корректности заполнения элементов МП, режимы работы «Поиск производительности» и «Варьирование производительности», табличное и графическое отображение характеристик системы.

Литература

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
2. Клакевич А.В., Сосновский Е.А. Автоматизированное распределение приоритетов в системах со средними ограничениями // Сб. трудов молодых ученых и сотрудников кафедры ВТ. Вып. 5. – 2014. – С. 35–38.



Климов Александр Викторович

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологий,
кафедра технологии приборостроения, группа № 4652

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: fox_begin@mail.ru

УДК 658.512.22 + 681.785.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ ЛИНЗАХ

А.В. Климов

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Д. Васильков

PLM – это стратегический подход к ведению бизнеса, который использует набор совместимых решений для поддержки общего (collaborative) представления информации о продукте в процессе его создания, реализации и эксплуатации в среде расширенного (extended) предприятия, начиная от концепции создания продукта до его утилизации – при интеграции людских ресурсов, процессов и информации [1].

PLM-система – это сложный программный комплекс, состоящий из нескольких взаимосвязанных компонентов. Сердцем PLM-системы являются сервера метаданных, обеспечивающие всю логику работы системы [2].

Считается, что при детально проработанном алгоритме управления серверной части, пользователь, имеющий знания в предметной области и базовые умения работы в клиентских приложениях, способен эффективно выполнять поставленные задачи на требуемых этапах жизненного цикла. Основной рассматриваемой проблемой в работе является отсутствие понимания исполнителями концепции PLM при применении программных средств.

Во время прохождения автором производственной практики на предприятии ОАО «Сатурн» в должности дублер инженера, были выявлены проблемы организации процесса проектирования: обмен конструкторской документацией в файловом менеджере, при наличии возможности использования PDM-системы; наличие различных форматов представления данных при отсутствии инструментов их верного перекодирования; использование САД-систем, как «электронных кульманов»; построение 3D-моделей, как габаритных макетов.

Причиной данных проблем следует считать отсутствие штата специалистов, умеющих грамотно применять современные программные средства.

В связи с этим, в работе была поставлена **исследовательская задача** – проанализировать этапы становления современных подходов к ведению проектных

работ и составить алгоритм проектирования, позволяющий получать качественные проектные решения в рамках концепции PLM.

Объектами исследования в данной части работы являлись:

- проектирование, как часть жизненного цикла изделия;
- программные комплексы управления жизненным циклом изделия.

Этапы становления современных подходов к ведению проектных работ. За время развития программы типа «электронных кульманов» превратились в модульные распределенные многопользовательские клиент-серверные интегрированные программные системы, реализующие сложные интеллектуальные парадигмы совместного управления жизненным циклом.

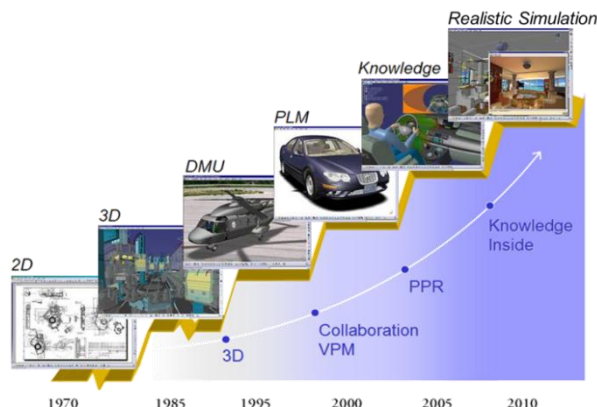


Рис. 1. Этапы развития информационных технологий в производстве

Рассматриваемая в работе концепция PLM-систем не является чем-то новым, современным, вопреки распространенному мнению. Данный подход сформировался в начале 2000-х и получил свое продолжение в концепциях PLM2.0 и 3DEXperience. Переход на 3D-моделирование, который во многих производствах представляют, как современный подход, в мировой промышленности начал происходить с конца 1980-х годов. Отсюда следует сделать вывод, что рассматриваемая тема является актуальной для современных производственных предприятий.

Алгоритм проектирования. На основании стандартных подходов к ведению проектных работ, но с учетом ведения этих работ в едином информационном пространстве PLM-системы с единой логикой для всех этапов, наличия взаимодействия с другими этапами и прямого получения результатов поискового проектирования (первый этап жизненного цикла), был составлен алгоритм проектирования.

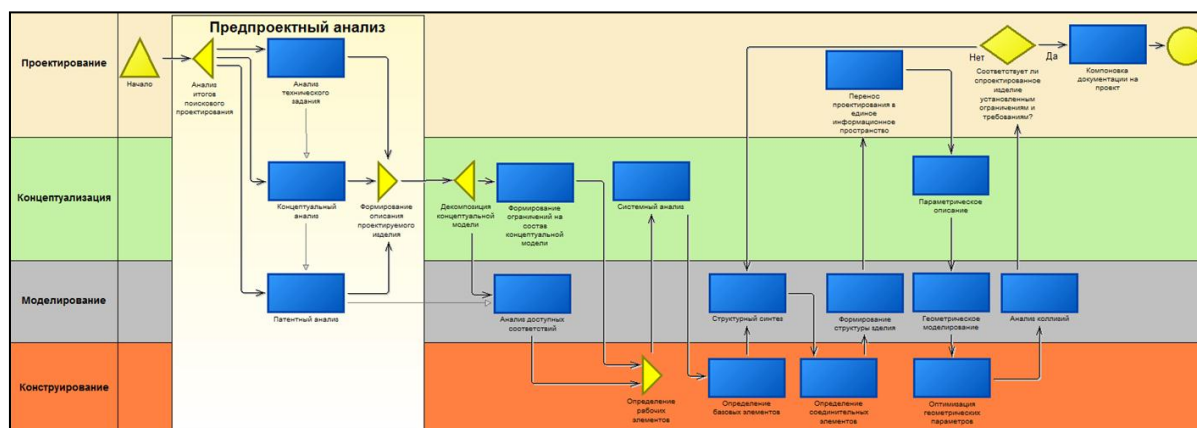


Рис. 2. Алгоритм проектирования

Организационно алгоритм был разделен на четыре концептуальных уровня, характеризующихся различной степенью абстракции: проектирование, концептуализация, моделирование и конструирования. Данные уровни, прежде всего, влияют на определения руководителем исполнителя работ.

Объект проектирования. Итогом реализации алгоритма явилось проектирование экспериментального образца поляризационной установки в PLM-системе Dexta. На различных стадиях проектирования были выделены рабочие, базовые, соединительные и технологические элементы, на основе которых в дальнейшем были составлены геометрические модели. Завершающая стадия проектирования велась в едином информационном пространстве. Была сформирована структура исполнителей, распределены задания, розданы права на просмотр и изменение моделей, утверждены сроки и проведен контроль, сформированы отчеты, организована структура изделия, по которой также сформированы номенклатурные перечни, составлен экономический анализ. Производство экспериментального образца признано целесообразным. Компоненты установки были произведены, куплены и впоследствии был собран опытный образец.

На установке были исследованы изохроматические картины распределения внутренних напряжений в образцах полимерных линз с учетом влияния различных факторов: материала линзы, угла между плоскостями поляризатора и анализатора и линзой, угла между главными плоскостями поляризатора и анализатора, качества литьевой формы и параметров литья.



Рис. 3. Изохроматические полосы распределения внутренних напряжений и полосы изоклин

Литература

1. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 180 с.
2. Системы управления жизненным циклом сложных объектов (PLM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://constructor.ru/solutions/967/>, своб.



Королев Валентин Алексеевич

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4103

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника
e-mail: kor.val@inbox.ru

УДК 004.424

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ С ОБЩЕЙ ПАМЯТЬЮ

В.А. Королев

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

Параллельное программирование (ПП) – это такой способ составления программы, при котором она разбивается на блоки операций, которые выполняются одновременно на нескольких устройствах или, в случае наличия только одного устройства, псевдопараллельно с разделением времени.

Изначально ПП применялось для объемных научных расчетов. Развитие сетевых технологий, архитектуры компьютеров и требований к программному обеспечению привело к тому, что ПП получило существенно более широкое применение.

Широкое использование ПП привело к появлению и развитию многих технологий для написания многопоточного кода, каждая из которых обладает своими особенностями, и имеет преимущества и недостатки по сравнению с другими.

Целью работы является сравнение технологий ПП и формирование рекомендаций по их применению при реализации многопоточности.

Для этого в работе выполняются следующие задачи:

1. проводится аналитический обзор литературы, посвященной параллельным вычислениям;
2. проводится выбор технологий ПП и программы для их сравнения;
3. проводятся экспериментальные исследования для реализации многопоточности с использованием выбранных технологий на выбранном примере.

В работе рассматриваются современные источники информации, посвященные параллельным вычислениям [1–3]. Рассматривается параллелизм, вносимый на различных уровнях: аппаратном, уровне операционной системы, уровне технологий ПП. Кроме того, рассмотрены особенности моделирования и реализации параллельных алгоритмов.

Для сравнения в работе выбраны технологии ПП языка Java: средства пакета `java.lang`, появившегося в первой версии языка, и средства пакета `java.util.concurrent`, который появился лишь в пятой версии [4]. Пакет `java.util.concurrent` является средством ПП с более высоким уровнем абстракции, чем пакет `java.lang`.

В качестве примера для сравнения технологий ПП выбран проект с открытым исходным кодом, библиотека EJML [5]. Это библиотека для решения задач линейной алгебры. Выбранный пример актуален, поскольку поддерживается разработчиками, а также скачивается для использования в других проектах.

Реализация многопоточности состоит в преобразовании уже существующих последовательных алгоритмов в параллельные. Т.е., выделяются независимые блоки операций, которые могут выполняться параллельно, и с помощью технологий ПП запускаются параллельно.

Для снижения сложности реализации многопоточности и повышения гибкости решения применяется прием, называемый инверсией управления. Рисунок иллюстрирует этот принцип.

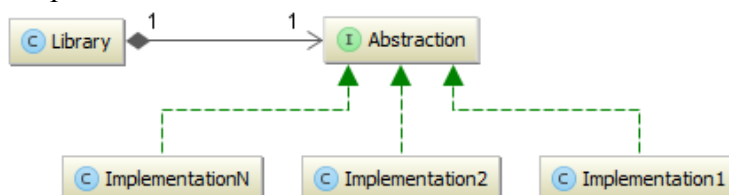


Рисунок. Принцип инверсии управления

С помощью инверсии управления достигается независимость параллельного алгоритма от конкретной технологии, что позволяет достаточно просто вносить изменения в существующие реализации многопоточности и исследовать другие технологии.

С реализованными параллельными алгоритмами проводятся экспериментальные исследования. Они заключаются в измерении времени выполнения последовательных и параллельных версий алгоритмов и расчете ускорения – величины, показывающей, во сколько раз параллельная версия работает быстрее последовательной. Кроме того, проводится сравнение трудозатрат при использовании технологий.

Литература

1. Калишенко Е.Л. Параллельное программирование. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lektorium.tv/course/22852>, своб.
2. Воеводин В.В. Параллельные вычисления. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 608 с.
3. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. – 421 с.
4. Эккель Б. Философия Java. – 4-е изд. – СПб: Питер, 2014. – 640 с.
5. Abeles P. Домашняя страница проекта EJML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://code.google.com/p/efficient-java-matrix-library/>, своб.



Липатова Жанна Олеговна

Год рождения: 1993

Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптоинформационных технологий и материалов,
группа № 4346

Специальность: 200200 – Оптотехника

e-mail: zluka_yo@mail.ru

УДК 681.7.064.454

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ НАНОСЛОЕВ, ФОРМИРУЕМЫХ В ВАКУУМЕ

Ж.О. Липатова

Научный руководитель – д.т.н., доцент Л.А. Губанова

В настоящее время существует проблема получения просветляющих покрытий с заданными спектральными характеристиками – распределение коэффициента отражения в широком спектральном диапазоне. Одна из причин, по которой затруднено

расширение области минимального отражения – отсутствие пленкообразующих материалов с требуемым показателем преломления.

Решить эту проблему можно, заменив один из слоев, входящих в состав интерференционной системы, на систему нанослоев, эффективный показатель преломления которых равен требуемому значению показателя преломления. Оценка толщины нанослоев, формирующих рассматриваемый слой, была произведена с учетом материалов, изложенных в [1].

Основной целью работы являлось создание интерференционных просветляющих систем, работающих в широком спектральном диапазоне.

Для инфракрасной области спектра формирование просветляющих покрытий целесообразно осуществлять на основе пленкообразующих материалов: BaF_2 , Ge. Проведенные в работе расчеты показали, что при формировании просветляющих покрытий, возможно, изготавливать два слоя оптической толщиной кратной четверти длины волны, соответствующей середине рабочего спектрального диапазона, а третий формировать из нанослоев, оптическая толщина которых лежит в интервале 13–54 нм. На рис. 1 представлены спектральные характеристики просветляющих покрытий, сформированных из симметричной системы нанослоев с оптической толщиной 27,47 нм, 53,64 нм, 27,47 нм и 13,74 нм, 26,82 нм, 13,74 нм. Как видно из рисунка спектральные кривые совпадают между собой в случае, когда покрытие сформировано из нанослоев, а также, если рассматривать структуру четвертьволнового покрытия, в котором присутствует слой, материал которого имеет отсутствующий показатель преломления. Полученное на основе нанослоев покрытие обеспечивает существенное снижение коэффициента отражения на границе двух сред с разными показателями преломления. В нашем случае, коэффициент отражения уменьшился от величины 36% до величины 2%.

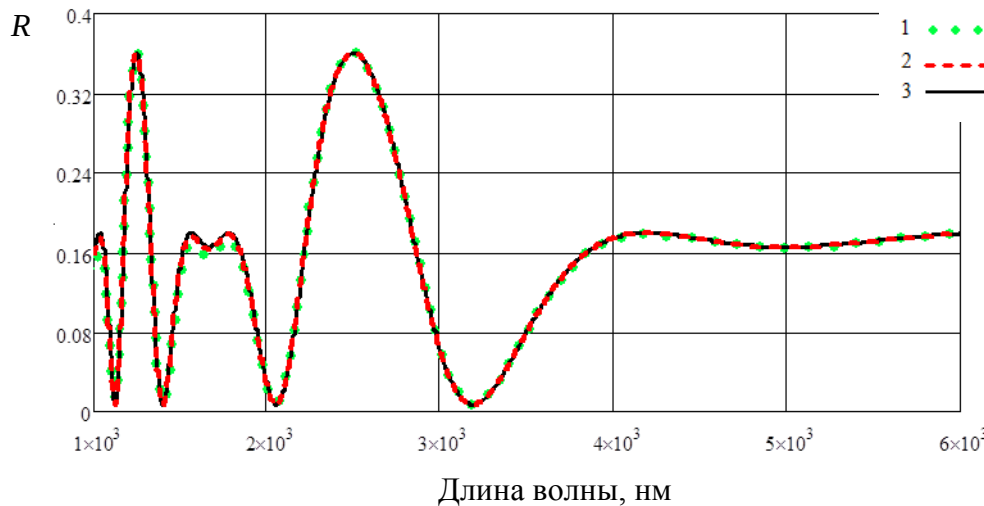


Рис. 1. Спектральные кривые трехслойных просветляющих систем, образованных слоями из материалов BaF_2 и Ge: 1 – из образованных слоями с показателями преломления $n_1=1,35$ и $n_2=4,0$ при $l=10$; 2 – из образованных слоями диэлектриков с показателями преломления $n_1=1,35$ и $n_2=4,0$ при $l=20$; 3 – покрытие, сформированное из трех слоев

Рассмотрим трехслойное просветляющее покрытие, сформированное из слоев с показателями преломления $n_1=1,38$ (MgF_2), $n_2=1,97$ (ZrO_2), $n_3=1,66$ для видимой области спектра. Структура такой системы состоит из двух слоев с толщиной равной $\lambda_0/4$ и с толщиной центрального слоя $\lambda_0/2$. Такая конструкция обеспечивает снижение коэффициента отражения с 4,52% до 0,05%. Пленкообразующего материала с

показателем преломления 1,66 не существует. Поэтому предлагается разбить этот слой на множество нанослоев с показателями преломления $n_1=1,38$ (MgF_2), и $n_2=1,98$ (PbF_2). В зависимости от числа повторений симметричной системы нанослоев l будут получаться разные оптические толщины. При $l=5$ симметричная система нанослоев имеет следующие оптические толщины: 6 нм, 12,59 нм, 6 нм. При $l=7$ симметричная система нанослоев имеет следующие оптические толщины: 4,29 нм, 8,99 нм, 4,29 нм. Спектральные характеристики интерференционных покрытий, состоящих из трех слоев ($n_1=1,38$, $n_2=1,97$, $n_3=1,66$) и системы, сформированной из нанослоев с показателями преломления 1,38 и 1,98, представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2 совпадение спектральных характеристик трехкомпонентной системы и системы, содержащей симметричные системы нанослоев практически идеально.

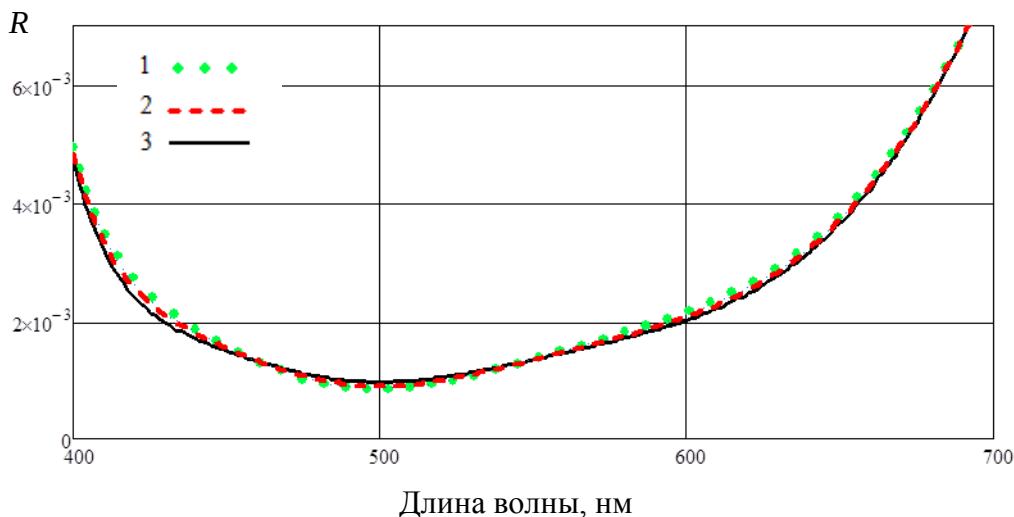


Рис. 2. Спектральные кривые трехслойных просветляющих систем, образованных слоями $n_1=1,38$, $n_2=1,97$, $n_3=1,66$: 1 – из образованных слоями диэлектриков с показателями преломления $n_1=1,38$ и $n_2=1,98$ при $l=5$; 2 – из образованных слоями диэлектриков с показателями преломления $n_1=1,38$ и $n_2=1,98$ при $l=7$; 3 – покрытие, сформированное из трех слоев

Для изготовления рассмотренных интерференционных просветляющих систем необходимо обеспечить точный контроль слоев в процессе их формирования. Рассматриваемые покрытия целесообразно изготавливать методом термического испарения веществ в вакууме. Для контроля толщин слоев в процессе их формирования можно использовать фотометрический контроль [2, 3], точность которого не превышает 20 нм, или же контроль с использованием кварцевого резонатора. Кварцевый резонатор обеспечивает точность определения толщины формируемого слоя до 2 Å [4].

Совпадение спектральных характеристик подтверждают возможность замены слоев с заданным показателем преломления на систему из нанослоев. Такие системы позволяют расширить класс используемых пленкообразующих материалов. Отклонение спектральной характеристики трехкомпонентной структуры от покрытия, сформированного из нанослоев, составляет 0,02% для видимой области спектра, 0,012% – для инфракрасной области. Оптимальным методом контроля толщины нанослоев, формируемых в вакууме, является метод кварцевого резонатора.

Литература

1. Губанова Л.А., Путилин Э.С. Интерференционные покрытия с заданным показателем преломления на основе нанослоев диэлектриков // Оптический журнал. – 2012. – Т. 79. – № 2. – С. 59–66.

2. Кацнельсон Л.Б. Методы контроля оптической толщины интерференционных пленок, наносимых в вакууме // ОМП. – 1969. – № 4. – С. 50–58.
3. Фазылзянов Р.Х. Анализ работы двухлучевого фотометра для контроля толщины тонких пленок // ОМП. – 1982. – № 8. – С. 47–50.
4. Эльгарт З.Э. Балансно-двухволновой метод контроля оптических толщин слоев. – Автореф. канд. дис. – СПб: ИТМО. – 1998. – 209 с.



Литвиненко Полина Юрьевна

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4309

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: polina.litvinenko@gmail.com

УДК 681.7.069.24

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ПРОЖЕКТОРА TSL-850**

П.Ю. Литвиненко

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.Н. Андреев

Российская военная морская и авиационная техника на данный момент модернизируется. И одним из критериев является увеличение видимости объектов для глаза наблюдателя или видеорегистратора в сложных климатических и метеоусловиях. Для работ над водной и земной поверхностью, при визуальном скрытых и нескрытых работах нужен устойчивый высокоомощный источник, имеющий относительно большое количество часов наработки на отказ.

Для освещения военных объектов необходимы мощные осветительные приборы, которые будут выполнять необходимые задачи на объекте. Кроме того, такие осветительные приборы должны быть прочными и иметь конструкцию с возможностью регулирования области спектра освещения и направленности света. К осветительным приборам, обладающими всеми этими характеристиками относятся прожекторы.

Рынок прожекторов с необходимыми техническими характеристиками в России не развит. Поэтому разрабатываемый поисковый прожектор TSL-850, со встроенной ксеноновой лампой высокой интенсивности излучения, создавался на основе аналога Trakkabeam (группа компаний Trakkacorp, Австралия, США) с учетом эксплуатационных особенностей и приспособлен для работы в сложных климатических условиях.

Поэтому в работе проводился анализ и расчеты на основе прожектора Trakkabeam.

Целью работы являлось проектирование осветительной системы прожектора TSL-850. В задачи входил выбор оптических материалов с учетом мощности источника PE700C-13UV, моделирование осветительных систем с источником PE700C-13UV, расчет оптимальной оптической системы с учетом заданных габаритов прожектора TSL-850, расчет допусков оптимальной оптической системы для прожектора TSL-850.

В ходе опытов было выяснено, что маркировка на лампе PE700C-13UV, а также технические параметры, заявленные в документации, не соответствуют

действительности (фактический фокус и пропускание не совпадают с предоставленными данными). Поэтому, опытным путем было измерено расстояние от последней поверхности до перетяжки и рассчитаны в программе Zemax приблизительные параметры данного источника. В результате, получили модель источника, максимально приближенную к реальной. Это позволило производить последующие расчеты и моделирование системы с более высокой точностью.

С учетом высокой мощности излучаемого потока и нагрева системы вблизи источника, нужны оптические материалы, выдерживающие температурные нагрузки и пропускающие свет в необходимом спектральном диапазоне. Поэтому для расчетов были выбраны следующие материалы: Borofloat 33, Zerodur, KY-1, C7, Schott Robax.

Из-за сложных эксплуатационных условий прожектора, для устойчивой работы при вибрациях, перепадах температур и влажности моделирование оптической системы производилось с увеличенными допусками.

Расчеты показали, что оптимальная оптическая система стабильно работает при больших допусках на неточности изготовления, установки линзы, вибрации прожектора, искажения поверхностей линзы из-за температурного нагрева.

Для того чтобы можно было регулировать спектральный диапазон выходного излучения, необходима система с фильтрами, выделяющими необходимый спектральный диапазон для поисково-спасательных работ при сложных климатическим и метеоусловиях.

Фильтр прожектора состоит из двух корпусов, соединяющихся резьбовым соединением, светофильтров с покрытиями (или без), термокомпенсационным и проставочными кольцами.

В зависимости от условий, используется тот или иной фильтр. Также, встроенные в корпус две камеры (ИК и видимое плюс ближний ИК) и лира, позволяют проводить поисковые работы при любых погодных условиях в любое время суток.

В результате работы был создан опытный образец прожектора TSL-850, осветительная система которого соответствует заявленному техническому заданию (таблица).

Таблица. Сравнение полученных результатов с техническим заданием

	Параметр	Техническое задание	Результат
1	Расходимость выходящего света	Не более 5°	Менее 3°
2	Расчетная мощность светового потока на расстоянии 5 м	Не менее 250 Вт	347,93 Вт
3	Размер выходного окна	Диаметр не более 140 мм	120
4	Длина оптической системы	Не более 300 мм	150

Также данная осветительная система работает стабильно и при меньших расстояниях от источника до линзы (для образования широкого пучка лучей до 18°), что позволяет комбинировать работу прожектора в разных режимах для достижения максимального удобства эксплуатации.

Благодаря смене диапазонов излучения, лире, позволяющей контролировать поворот прибора вокруг вертикальной и горизонтальной оси, а также двум встроенным камерам, производится увеличение видимости объектов для глаза наблюдателя или видеорегистратора в сложных климатических и метеоусловиях.

Литература

1. Слюсарев Г.Г. Методы расчета оптических систем. –2-е изд., доп. и перераб. – Л.: Машиностроение, 1969. – 672 с.

2. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов – М.-Л: Машиностроение, 1966. – 565 с.
3. Турыгин И.А. Прикладная оптика. – М: Машиностроение, 1966. – 428 с.
4. Волосов Д.С., Цивкин М.В. Теория и расчет светоптических систем. – М: Искусство, 1960. – 534 с.
5. Окатов М.А., Антонов Э.А. Справочник оптика-технолога. – СПб: Политехника, 2004. – 679 с.



Лукьянов Станислав Александрович

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4106

Специальность: 210300 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: lukyanov.lsa@gmail.com

УДК 004.432.2 + 004.438

РЕАЛИЗАЦИЯ ОТНОШЕНИЯ АГРЕГАЦИИ В СИНТАКСИСЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA

С.А. Лукьянов

Научный руководитель – ассистент Е.А. Цопа

Описание системы в рамках объектно-ориентированного подхода включает в себя отношения между классами и объектами системы, такие как наследование, агрегация, ассоциация и так далее [1]. Объектно-ориентированные языки, используемые на этапе проектирования (например, UML) дают возможность явно отразить все эти отношения. С другой стороны, современные объектно-ориентированные языки программирования не имеют синтаксических конструкций для различения всех этих отношений. В частности, и отношение агрегации, и отношение ассоциации традиционно отражаются в текстах программ, написанных на этих языках с помощью объявления полей классов. К частичной поддержке отношения агрегации можно отнести такие механизмы, как хранение объектов по значению в C++ [2] и вложенные классы Java [3]. Однако эти механизмы дают возможность использовать лишь часть свойств отношения агрегации, а также имеют прочие ограничения использования (так, например, широкое использование вложенных классов делает текст сложный для восприятия). Для решения данной проблемы было разработано расширение языка Java, включающее синтаксические конструкции, позволяющие явно задавать отношение агрегации и использовать его свойства. Расширение было реализовано с помощью системы JetBrains MPS.

Требования к расширению были сформированы на основе анализа свойств отношения агрегации. Вторым свойством является наличие двух видов агрегации – «один к одному» и «один ко многим». Первым из них является транзитивность отношения. Еще одно свойство заключается в том, что агрегируемый объект может служить «точкой доступа» к агрегату. Другими словами, пользователь агрегируемого объекта может также использовать методы самого агрегата. Таким образом, часть методов агрегата может также являться «унаследованной» агрегируемыми объектами.

Отношения композиции, являющееся подвидом агрегации, не рассматривалось отдельно в рамках данной работы, так как его ключевое свойство – связанность времени жизни компонентов и композита – не может быть полностью реализовано в Java ввиду наличия автоматического управления памятью и временем жизни объектов.

Для обеспечения возможности явного задания отношения агрегации между классами были добавлены новые модификаторы полей `parent`, `child` и `children`. Тип поля, имеющего модификатор `parent` является типом родительского объекта (агрегата). Модификаторы `child` и `children` указывают, соответственно, на агрегируемый объект в отношении вида «один к одному» и на множество агрегируемых объектов в отношении вида «один ко многим». Таким образом, отношение агрегации задается парой полей с модификаторами `parent` и `child` либо `parent` и `children`. Иерархия агрегации классов может быть построена на этапе трансляции, что обеспечивает поддержку транзитивности этого отношения. В работе было дано определение отношения агрегации в терминах разработанного расширения Java.

Простое присваивание значений полям с модификаторами `parent` и `child` не может быть использовано для задания отношения агрегации между экземплярами классов, так как целостность системы нарушается после первого, но до второго присваивания. Отношение агрегации вида «один к одному» между экземплярами классов задается с помощью введенной операции `aggregate`. Эта операция имеет три операнда – объект-агрегат, агрегируемый объект и поле агрегата, имеющее модификатор `child`, которое должно быть использовано. Если в качестве второго операнда было передано нулевое значение, установленное ранее отношение агрегации между объектами, использующее данной поле, будет разрушено. Аналогично, для отношений вида «один ко многим» введены операции `add child` и `remove child`, служащие для установления и разрушения отношения агрегации, соответственно. Их свойства в целом аналогичны свойствам операции `aggregate`.

Для обеспечения доступа к методам агрегата через агрегируемые объекты был введен модификатор метода `aggr`. Методы с таким модификатором могут быть использованы как собственные методы агрегируемых объектов.

В работе подробно описаны свойства всех введенных конструкций и ограничения их использования, как, например, уникальность поля с модификатором `parent` или несовместимость модификаторов `aggr` и `static`.

В качестве средства реализации расширения была выбрана система метапрограммирования JetBrains MPS. Данная система позволяет описывать языки программирования и их расширения с использованием объектно-ориентированного подхода. Реализация языка в MPS включает не только транслятор, но и широкую поддержку языка интегрированной средой разработки (в роли которой выступает сама система MPS), включая подсветку синтаксиса, автодополнение и рефакторинг кода.

Помимо описания абстрактного синтаксиса и правил грамматики, относящихся к введенным конструкциям, реализация включает также правила системы типов, изменения потока данных, описание транслятора и некоторые другие аспекты. Кроме того, были описаны также вспомогательные конструкции такие, как операции вызова методов, имеющих модификатор `aggr`. Диаграмма классов реализованного расширения Java представлена на рисунке.

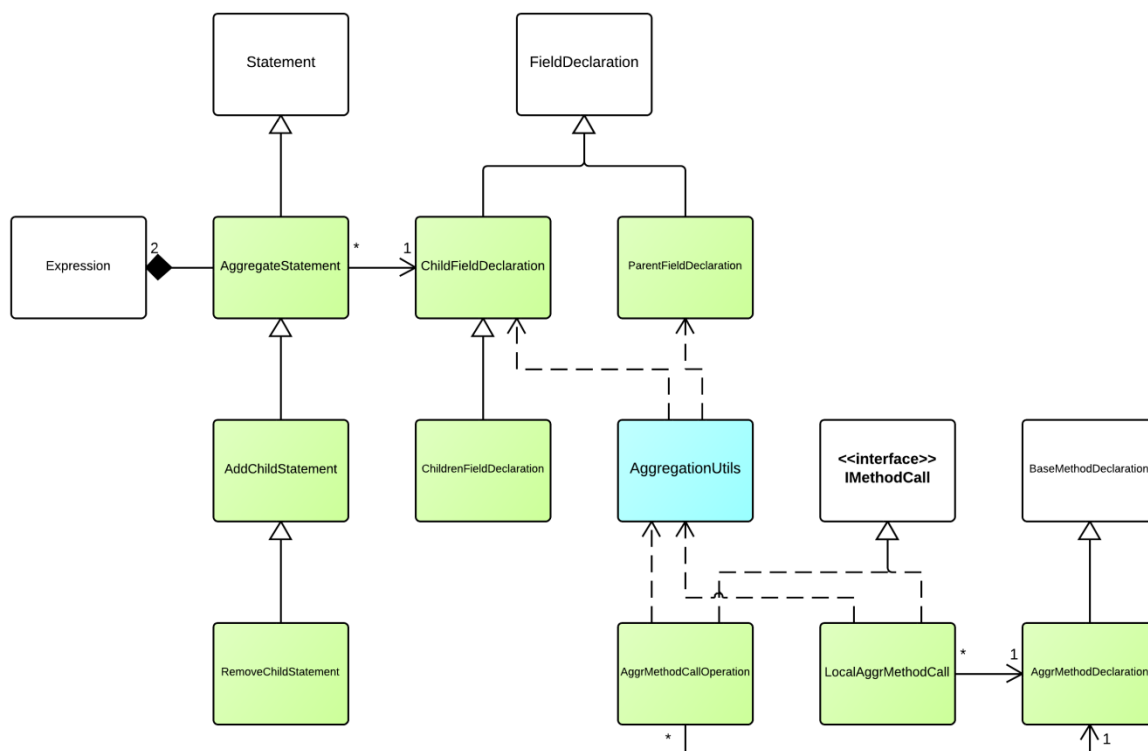


Рисунок. Диаграмма классов разработанного расширения Java

Предложенное расширение Java эффективно решает поставленную задачу, позволяя выражать в текстах программ отношения агрегации, описанные на этапе проектирования системы. Реализация данного расширения совместима с интегрированными средствами разработки JetBrains MPS и JetBrains IntelliJ IDEA, что делает ее полностью пригодной для промышленного использования. Дальнейшим развитием поддержки отношения агрегации в объектно-ориентированном программировании будет поддержка данного отношения во время выполнения программы на уровне виртуальной машины либо с использованием дополнительных библиотек.

Литература

1. Буч Г., Максимчук Р.А., Энгл М.У. и др. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2008. – 720 с.
2. Страуструп Б. Язык программирования C++. Специальное издание / Пер. с англ. – М.: Бином, 2011. – 1136 с.
3. Gosling J., Joy B., Steele G.L. The Java Language Specification. Java SE 8 Edition. – Addison-Wesley Professional, 2014. – 792 с.
4. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. – М. ДМК Пресс, 2006 – 496 с.
5. Непейвода Н.Н., Скопин И.Н. Основания программирования. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 868 с.



Мартыненко Марк Владимирович

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4105

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: mark.chat@mail.ru

УДК 004.416.3

**СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ LIFERAY
В КЛАСТЕРНОМ ОКРУЖЕНИИ**

М.В. Мартыненко

Научный руководитель – к.т.н., ассистент С.В. Клименков

Одной из задач, стоящих перед разработчиками веб-приложений сегодня, является создание сайтов одновременно полезных и удобных для пользователя. Решением являются веб-порталы, предоставляющие единую платформу для создания веб-сайтов. Однако порталы не гарантируют защиту от сбоев оборудования. Для этого портал можно разместить в распределенной системе – кластере.

Объектом рассмотрения в данной работе выбран портал Liferay – один из самых популярных корпоративных порталов, основанный на Java EE. Портал располагается на кластере Glassfish. Для обеспечения работы портала в кластерном окружении требуется произвести специальную настройку. Готовое решение, предлагаемое разработчиками Liferay распространяется за деньги, а так как сам портал является свободно распространяемым, то имеет смысл разработка решения, использующего только средства, включенные в стандартный комплект Liferay и бесплатные приложения.

Целью работы являлась разработка практического решения использования Liferay Portal в кластерном окружении. В рамках поставленной цели было рассмотрено поведение портала в кластерном окружении и найдены возможные решения для найденных проблем.

Внутренняя архитектура Liferay. Сначала была рассмотрена архитектура portal'ной платформы и выделены основные компоненты портала, ответственные за предоставление центральных функций. Архитектура Liferay рассматривалась как трехуровневая система, схожая со стандартной архитектурой MVC. Также рассматривался функционал хранения файлов и документов, поиска, и управления workflow, обеспеченные библиотеками или приложениями с открытым исходным кодом. Механизм «горячего» развертывания также был выделен.

Исследование поведения портала в кластерном окружении. На тестовом портале был расположен набор приложений и модификаций, затрагивающих или задействующих основные функции портала. Тестовый кластер был составлен из двух физических узлов с базой данных (БД), расположенной отдельно от серверов приложений.

Исследование поведения портала было произведено путем размещения портала в распределенной системе и сравнением функциональности приложений портала с контрольными приложениями, расположенными на обычном сервере приложений.

После этого были рассмотрены различные способы восстановления потерянного функционала.

В результате испытания портала в кластерном окружении на основе найденных недостатков были сформулированы требования к конфигурации портала в кластерном окружении, необходимые для обеспечения полноценной работы, которые показаны в таблице.

Таблица. Требования к конфигурации портала в кластерном окружении

Компонент	Функция	Требования
Persistence layer	Обеспечивает сохраняемость данных портала	Кеш должен воспроизводиться по узлам
«Горячее» развертывание	Позволяет разворачивать плагины на портале без перезагрузки	Должно производиться одинаково на всех узлах
БД	Хранит данные портала	Все узлы должны указывать на одну БД
Хранилище документов	Хранит и дает доступ к документам и медиафайлам	Должны быть доступны всем узлам кластера.
Система поиска	Индексирует поиски по БД	Должно осуществляться копирование индексов

Решение проблем кластеризации. Связь узлов с БД настраивается с помощью возможности Glassfish реплицировать файлы конфигурации между узлами. Для этого достаточно настроить один из серверов на правильное обращение к БД, что было сделано путем редактирования файла portal-ext.properties.

По умолчанию в Liferay используется встроенное хранилище файлов, называемое File System Store или ее модификация Advanced File System Store. Эти хранилища располагаются на файловой системе узла кластера, и исследование показало, что в кластере их использование может привести к повреждению или блокировке файлов. Вместо этого было решено создать внешнее хранилище с использованием Java Content Repository. Для этого был модифицирован конфигурационный файл repository.xml.

Для поиска в Liferay используется система Lucene, и для ее правильной работы в кластерном окружении необходимо настроить репликацию индексов поиска по всем узлам. Однако последующие испытания с отключением и перезагрузкой узлов показали, что при такой реализации имеется необходимость переиндексирования после каждой перезагрузки сервера. В таком случае выгоднее использовать отдельный поисковый сервер для портала, что было сделано с помощью поисковой системы SOLR Search Engine. Для связи с поисковым сервером был использован специально настроенный плагин solr-web.

«Горячее» развертывание было настроено с помощью самого Glassfish, который обеспечивает репликацию компонентов по узлам в составе одного кластера.

Настроенная система распределенного кеширования будет автоматически реплицировать кеш по узлам. В Liferay имеется система кеширования Ehcache, которую можно настроить либо автоматически, либо вручную прямым изменением конфигурации или с помощью плагина. После рассмотрения, было решено не использовать автоматические настройки, так как кешируются только данные объекта пользователя, а при ручной настройке имеется возможность задать объекты кеширования.

После того, как все необходимые настройки были произведены, портал готов к работе в кластерном окружении. Отсутствуют потери в функциональных возможностях

портала. Портал защищен от сбоев отдельных частей распределенной системы, что было доказано путем поочередного отключения серверов. Разработанные решения универсальны и могут быть использованы в других кластерах.

В результате работы было произведено исследование поведения портала в кластерном окружении, выявлены и анализированы недостатки стандартной настройки портала в кластере. Было предложено несколько вариантов решения каждой из проблем, и выбранные решения были реализованы на тестовом кластере.

Литература

1. Танненбаум Э., Ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб: Питер, 2003. – 877 с.
2. Sezov R.Jr. Liferay in Action. – N.Y.: Manning, 2012. – 351 с.
3. Williams N.S. Professional Java for Web Applications. – Indianapolis: John Wiley & Sons, 2014. – 900 с.
4. Liferay Portal Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liferay.com/documentation/liferay-portal/6.1/development>, своб.



Монич Даниил Сергеевич

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологий, кафедра мехатроники, группа № 4672

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: dair-aka-pro@yandex.ru

УДК 621.7.077

РАЗРАБОТКА ЗАЖИМНОЙ ЧАСТИ (УЗЛА) АДАПТИВНОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА

Д.С. Монич

Научный руководитель – аспирант, ассистент К.А. Нуждин

Целью работы была разработка зажимного узла адаптивного захватного устройства.

Роботизированные системы развиваются стремительными темпами и покоряют все больше сфер. Например: промышленность – операции захвата и переноса; медицина – роботы-ассистенты; подводная роботизация – роботы-исследователи.

Все роботы оснащены захватами, которые часто способны выполнять ограниченное количество функций. В связи с этим развитие получили адаптивные системы.

Адаптивная система – самоприспосабливающаяся система, которая сама может изменять алгоритм своего функционирования, а иногда и структуру, с целью сохранения или достижения оптимального состояния системы при изменении внешних условий [1]. Адаптивное роботизированное захватное устройство является новой производственной машиной с большими возможностями. Актуальность их использования возрастает с усложнением объекта производства, при работе в

агрессивных средах, а также при воздействии различных факторов – механических и климатических нагрузок, биологических и специальных сред, ионизирующих и электромагнитных излучений.

Современная измерительная техника, микроэлектроника и вычислительная техника создали необходимые предпосылки для разработки и внедрения адаптивных систем [2].

Обзор существующих аналогов. Для выбора прототипов для разработки были выбраны четыре захвата: трехпальцевый адаптивный захват компании ROBOTIQ, захват SDH компании SCHUNK, захват DHDG компании FESTO, захват SARAH канадского университета LAVAL. Для трех из них была составлена сравнительная таблица по параметрам: масса, грузоподъемность, рабочие температуры.

Таблица. Сравнительная таблица основных характеристик аналогов

Параметр	ROBOTIQ	FESTO	LAVAL	
			SARAH-P1	SARAH-M1
Масса	2,2 кг	460 г	5 кг	25 кг
Грузоподъемность	до 10 кг	до 1 кг	до 7 кг	до 100 кг
Рабочие температуры	0–50°C	5–60°C	0–55°C	0–55°C

Самыми подходящими по массе и грузоподъемности захватами оказались захват от ROBOTIQ и SARAH. Они и были выбраны прототипами для разработки и обладают следующими преимуществами:

- габаритами, что обеспечивает им мобильность при работе;
- достаточной грузоподъемностью;
- использование рычагов в пальцах зажимного узла.

В процессе конструирования производился их синтез для достижения поставленных целей.

Анализ рычажной системы. Для анализа использовался пакет Simulink/SimMechanics программы MATLAB.

Первый этап исследования заключался в построении схемы из блоков SimMechanics. В результате была получена модель пальца, состоящего из трех фаланг и параллельной системы рычагов.

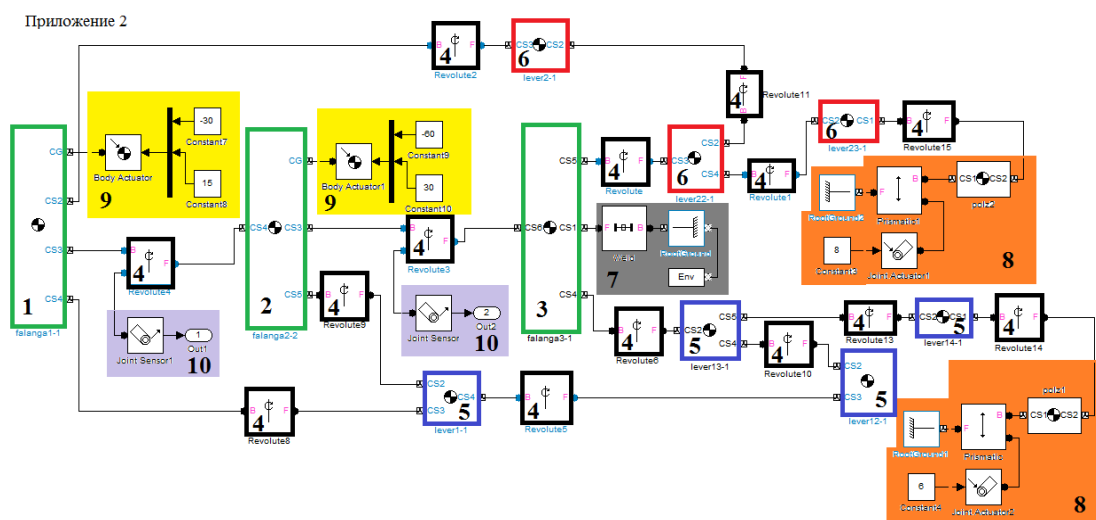


Рис. 1. Дерево модели в программе MATLAB

Следующий шаг – настройка механизмов движения, чтобы обеспечить имитацию действия пальца зажимного узла захватного устройства.

После всех подготовительных работ, группировки блоков и их настройки было проведено несколько экспериментов. Результатами стали графики изменения углов поворота фаланг в зависимости от усилий, прикладываемых к каждой из них и входных усилий на рычаги.

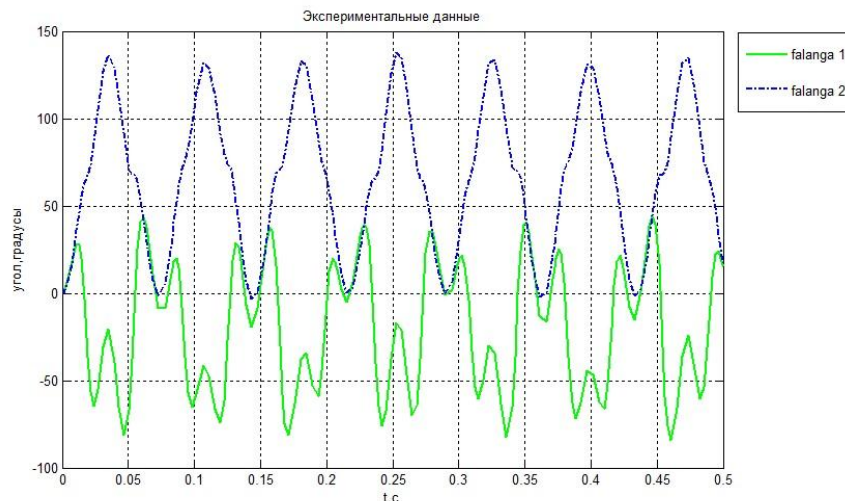


Рис. 2. Графики зависимости угла поворота фаланг от времени движения пальца

Графики демонстрируют изменение выходных координат в зависимости от приводящих сил и сил сопротивления.

Синтез механической части. Важным этапом разработки является создание трехмерной модели. В качестве среды для проектирования была выбрана программа SolidWorks. По заданию палец должен состоять из трех фаланг, поэтому начиналось проектирование именно с их создания. Далее, ознакомившись с работой рычажной системы прототипов и проведя анализ, была построена собственная и внедрена в модель.

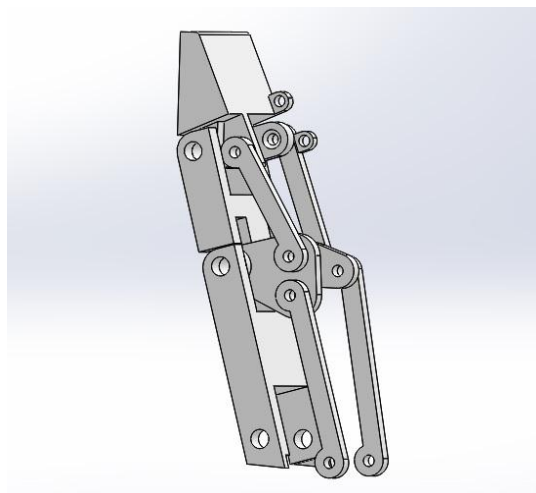


Рис. 3. Модель пальца в программе SolidWorks

По мере проектирования отдельные детали были напечатаны на 3D-принтере из АБС пластика. После изготовления всех элементов стала возможна их сборка.



Рис. 4. Палец зажимного узла в собранном виде, детали из АБС пластика

Датчики осязания. Возможности захватов можно расширить при помощи датчиков. В работе рассматривались тактильные датчики осязания: датчики давления и проскальзывания. Они наиболее подходящие по габаритам и необходимым функциям для захватного устройства.

Итоги работы:

1. рассмотрены аналоги захватных устройств и выбраны прототипы для разработки зажимного узла;
2. создана модель зажимного узла для анализа рычажной системы в программе MATLAB;
3. разработана оригинальная конструкция зажимного узла захватного устройства;
4. проведен обзор датчиков осязания.

Литература

1. Попов Е.П., Ключев В.В. Системы осязания и адаптивные промышленные роботы. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
2. Козырев Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов: учебное пособие. – М.: КРОНУС, 2013. – 318 с.
3. Мусалимов В.М., Заморуев Г.Б., Калапышина И.И., Перечесова А.Д., Нуждин К.А. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink/SimMechanics). Учебное пособие для вузов. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.
4. FESTO. Adaptive gripper DHDG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/53886/AdaptiveGripper_DHDG_en.pdf, своб.
5. Robotiq 3-finger adaptive robot gripper instruction manual. – ROBOTIQ INC, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotiq.com/media/ROBOTIQ-INSTRUCTIONMANUAL-S-MODEL-ROBOT-GRIPPER.pdf>, своб.
6. Clement Gosselin, Thierry Laliberte. Underactuated Versatile Gripper for the Cleaning of Nuclear Sites // 1st International Conference on Applied Robotics for the Power Industry Delta Centre-Ville Montréal, Canada. – 2010. – P. 1–6.



Оршанский Александр Александрович

Год рождения: 1991

Институт холода и биотехнологий, факультет пищевых технологий, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № и4302

Специальность: 260100– Технология продуктов питания

e-mail: orshanland@gmail.com

УДК 663.5

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА КОЛЛОИДНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ
ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ МЕДА**

А.А. Оршанский

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.В. Баракова

В процессе производства различных спиртных напитков, в том числе и водки, производится внесение дополнительных ингредиентов. Одним из таких ингредиентов является мед. Внесение меда в водно-спиртовой раствор способствует округлению вкуса напитка и придает ему новые органолептические показатели.

Однако, при смешивании водно-спиртовых растворов с ингредиентами или в процессе хранения уже готового напитка возможно образование коллоидных структур, которые негативно сказываются на качественных показателях продукта и неприемлемы для его товарного вида, что приводит к экономическим потерям и падению потребительского доверия к производителю. Обеспечение стабильности водно-спиртовых растворов с добавлением различных ингредиентов является актуальной задачей [1].

При производстве алкогольсодержащих напитков применяют различные технологические приемы, такие как фильтрация, оклейка, ферментативная обработка. Они обеспечивают ту или иную необходимую прозрачность и их коллоидную стабильность [4].

Основной **целью работы** стал выбор наиболее эффективного способа стабилизации водно-спиртового раствора меда.

Влияние предварительной обработки сырья и полуфабрикатов на прозрачность водно-спиртовой смеси с медом. Для решения задач были приготовлены четыре исследуемых раствора. Соотношение меда и водно-спиртовой смеси крепостью 40% составило 1:10. Мед, который был использован при приготовлении растворов № 1 и № 2 прошел предварительную термическую обработку при температуре 50°C в течение 15 мин. Раствор № 1 и № 3 были подвержены предварительной выдержке в криостате при минус 10°C в течение 24 ч. Раствор № 4 не был подвержен какой-либо предварительной обработке.

Эти четыре раствора были исследованы на спектрофотометре Shimadzu UV-2600 (табл. 1) В качестве раствора сравнения использовался водно-спиртовая смесь крепостью 40%. Значения оптической плотности растворов при длине волны $\lambda=(249\pm 5)$ нм представлены в табл. 1.

Таблица 1. Значения оптической плотности исследуемых растворов

	Раствор № 1	Раствор № 2	Раствор № 3	Раствор № 4
Оптическая плотность	3,471	2,976	3,432	3,061

Предварительная обработка холодом (растворы № 1 и № 3) оказала значительное влияние на степень прозрачности раствора. Увеличение оптической плотности раствора было вызвано образованием осадка, который визуально наблюдался в виде белых хлопьеобразных взвесей, которые были вызваны изменением в равновесии в коллоидной системе, что и привело к слипанию частиц.

Следовательно, обработку холодом водно-спиртового раствора с медом в дальнейшем можно использовать для характеристики эффективности того или иного способа обработки. Чем меньше будет разница между оптической плотностью раствора до и после обработки холодом, тем выше будет коллоидная стабильность водно-спиртовой смеси с медом. Введем понятие коэффициент коллоидной стабильности (KKS).

Предварительная термообработка меда незначительно повлияла на показатель оптической плотности.

Влияние оклейки и фильтрации водно-спиртовой смеси с медом на степень прозрачности. Для осветления водно-спиртового раствора с медом были проведены технологические операции – оклейка бентонитом и фильтрация через фильтр-картон. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения оптической плотности исследуемых растворов после оклейки бентонитом, фильтрации через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм и 0,65 мкм

	Раствор № 1	Раствор № 2	Раствор № 3	Раствор № 4
оклейка	1,981	1,925	1,809	1,577
фильтрация 1 мкм	2,413	1,903	2,27	1,691
фильтрация 0,65 мкм	2,311	1,759	2,163	1,657

По результатам спектрофотометрического исследования, приведенными в табл. 2, можно сделать вывод, что предварительная обработка сырья (тепловая обработка меда, образец № 3) и полуфабриката (обработка холодом водно-спиртовой смеси с медом, образец № 2) негативно повлияла на эффективность оклейки бентонитом и фильтрацию через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм и 0,65 мкм водно-спиртовой смеси с медом. Наименьшая оптическая плотность у раствора № 4, в котором не проводилась предварительно никакая обработка.

По показателям прозрачности можно сделать вывод о неэффективности холодной фильтрации и предварительной термообработки сырья.

При сравнении значений оптической плотности после фильтрации на фильтр-картоне с различным диаметром пор можно сделать вывод о том, что фильтрация через фильтр-картон с диаметром пор 0,65 мкм не дает должного эффекта на прозрачность водно-спиртового раствора с медом.

Влияние оклейки и фильтрации водно-спиртовой смеси с медом на коллоидную стабильность раствора. KKS равняется разности значений оптической плотности до и после проверки исследуемого образца на склонность к коллоидным помутнениям путем выдержки в криостате при минус 10°C в течение 24 ч.

По результатам спектрофотометрического исследования, проведенном после обработки холодом водно-спиртовой смеси с медом и осветленных оклейкой бентонитом и фильтрацией через фильтр картон с диаметром пор 1 мкм и 0,65 мкм и

разницей спектрофотометрического исследования до обработки холодом этих растворов были получены значения KKS, которые приведены в табл. 3.

Таблица 3. Значения KKS

	Раствор № 1	Раствор № 2	Раствор № 3	Раствор № 4
оклейка бентонитом	0,068	0,112	0,156	0,241
фильтрация 1 мкм	0,02	0,119	0,095	0,059
фильтрация 0,65 мкм	0,024	0,013	0,009	0,063

Из табл. 3 следует, что минимальное значение KKS было получено в образце № 2 (предварительная обработка холодом водно-спиртовой смеси с медом и последующей фильтрацией через фильтр-картон с диаметром пор 0,65 мкм). Значение оптической плотности растворов № 3 после фильтрации через фильтр-картон с диаметром пор 0,65 мкм вписывается в погрешность измерения.

Однако учитывая тот факт, что разностью между значениями оптической плотности после фильтрации через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм и 0,65 мкм можно пренебречь, имеет смысл сравнивать KKS у всех четырех образцов после оклейки и фильтрации через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм. Тогда максимальная коллоидная стабильность обеспечивается фильтрацией через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм. Раствор (№ 1) предварительно подвергался обработке холодом, а мед, который является компонентом раствора, подвергался термической обработке при температуре 50°C в течение 15 мин.

Выводы. Учитывая то, что фильтрация через фильтр-картон с диаметром пор 0,65 мкм нецелесообразна, сравнение значений KKS растворов, которые были оклеены или отфильтрованы на фильтр-картоне с диаметром пор 1 мкм, показало, что максимальная коллоидная стабильность обеспечивается фильтрацией через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм раствора, который предварительно был обработан холодом, и мед, являющийся компонентом этого раствора, прошел термическую обработку.

Данные, полученные при проведении данной исследовательской работы обуславливают необходимость в продолжение исследований по уточнению режимов тепловой обработки меда (температуры и длительности обработки) и режимов холодной фильтрации водно-спиртовой смеси через фильтр-картон с диаметром пор 1 мкм.

Литература

1. Бурачевский И.И., Скрипников К.И. Современные способы получения полуфабрикатов ликероводочного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 136 с.
2. Манк В.В., Мельник Л.Н. Использование природных минералов для адсорбционной очистки водно-спиртовых растворов // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2005. – № 1 – С. 27.
3. Никитаев П.В., Тишин В.Б. Причины образования осадка в водочной продукции // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2013. – № 1 – С. 27–29.
4. Петрова Н.А., Иванченко О.Б. Эмульсионные ликеры: проблемы коллоидной стабильности // Индустрия напитков. – 2005. – № 6. – С. 22–25.
5. Полыгалина Г.В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производства. – М.: Колос, 1999. – 336 с.

6. ТР 10-04-03-09-88. Производственно-технологический регламент на производство водок и ликероводочных изделий. – Введ. 01.12.1997. – М., 1998.
7. Темнов В.А. Технология продуктов пчеловодства. – М.: Колос, 1967. – 192 с.
8. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.
9. Ball D.W. The chemical composition of honey // J. Chem. Educ. – 2007. – V. 84. – № 10. – P. 1643.
10. White J.W., Doner L.W. Honey composition and properties // Agriculture handbook. – 1980. – P. 82–91.



Павленко Алексей Андреевич

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4301

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: alexey@pavlenko.ws

УДК 004.42 + 681.7.01 + 681.7.06

**РАЗРАБОТКА КОНВЕРТЕРА ФОРМАТОВ ДАННЫХ, РАЗЛИЧНЫХ
ПРОГРАММ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

А.А. Павленко

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

В настоящее время существует большое количество различного программного обеспечения для расчета оптических систем. Различные программы имеют свои плюсы, и хотелось бы иметь возможность переходить из одной программы в другую, чтобы пользоваться ими. **Целью работы** являлась конвертация файлов, генерируемых системой OPAL-PC (формата *.OPJ) [1] в файлы для чтения программой ZEMAX (формат *.ZMX) [2].

Работа программы состоит из процедуры выбора одного или нескольких входных файлов, а затем их чтения и конвертации. Сначала пользователь выбирает, в каком режиме он хочет работать: пакетном или в режиме конвертации одного файла. Далее в зависимости от режима выбирается либо файл с расширением *.OPJ, либо папка, которая содержит такие файлы. Затем программа считывает файл, разбирает данные об оптической системе во внутреннюю структуру данных [3], формирует оптическую систему внутри, проверяет ее целостность и циклически записывает данные о поверхностях и остальных параметрах в файл ZEMAX.

Интерфейс программы показан на рис. 1. В основном окне присутствуют две закладки, которые отвечают за режим работы программы (пакетный или файловый).

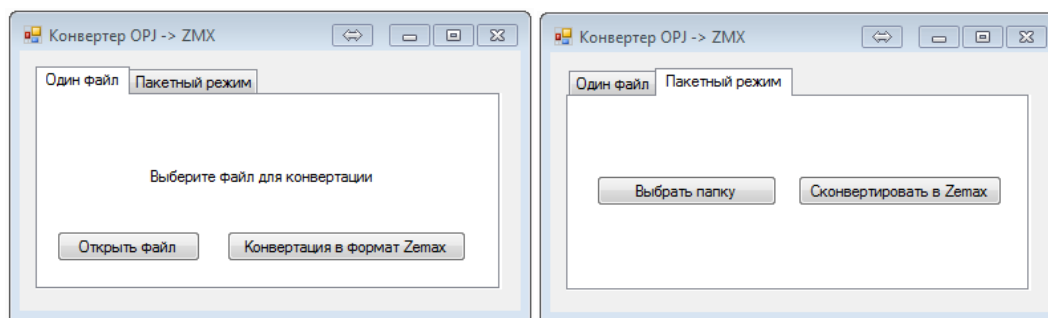


Рис. 1. Основное окно программы в файловом режиме

Для проверки работоспособности программы были выбраны три оптические системы из каталога OPAL. Первая оптическая система представляет собой объектив простой Индустар-37, состоящий из 4-х линз.

Ниже представлены исходные данные, характеристики системы и результат конвертации в ZEMAX.

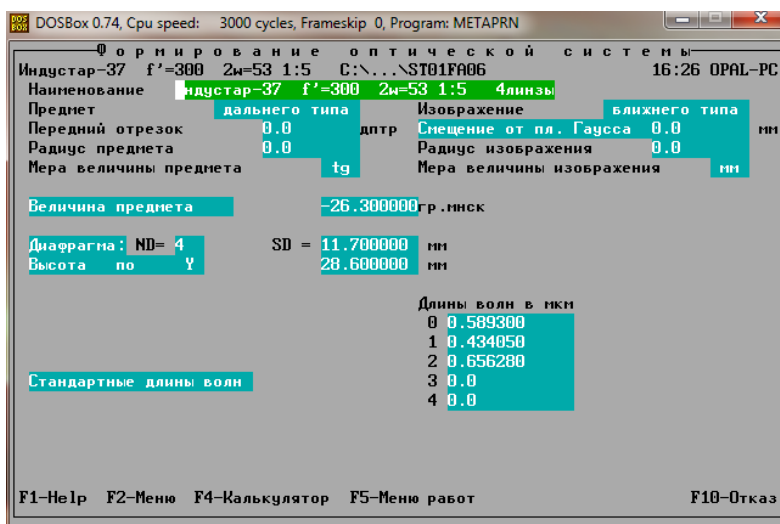


Рис. 2. Габаритные характеристики в OPAL

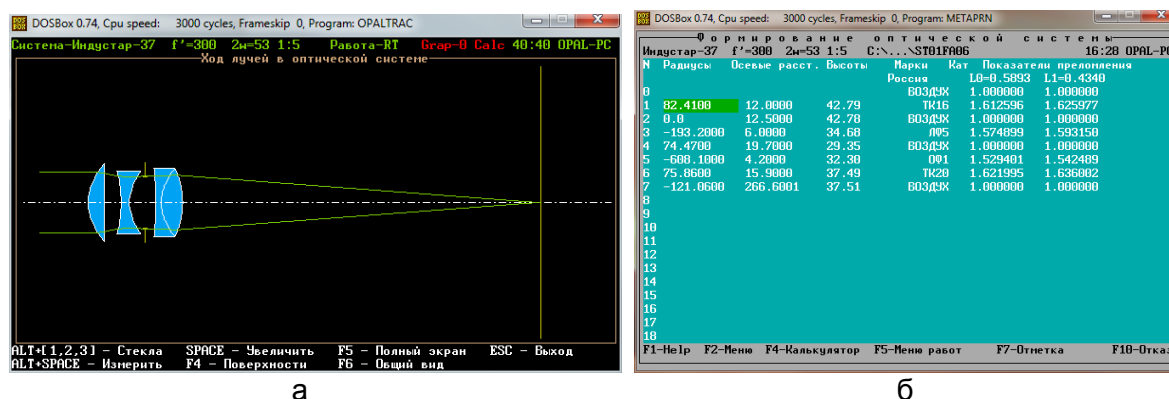


Рис. 3. Ход лучей в объективе Индустар-37 (а); конструктивные параметры объектива Индустар-37 (б)

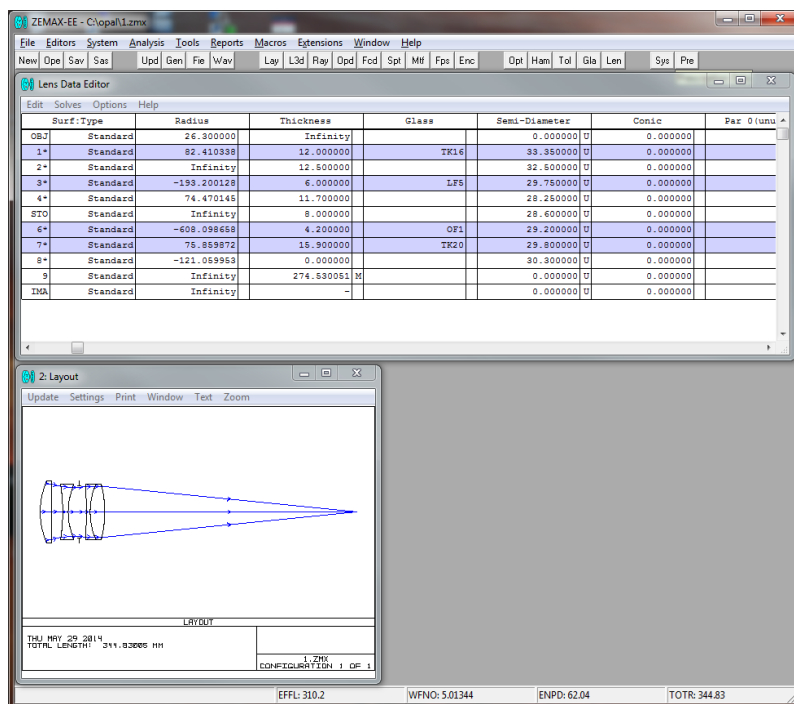


Рис. 4. Оптическая система Индустар-37 в ZEMAX после конвертации

На рис. 3, а и рис. 4 видно, что оптическая система после конвертации полностью соответствует оптической системе в OPAL. Анализ параксиальных характеристик также подтверждает это.

Литература

1. Система автоматизированного проектирования оптических систем OPAL-PC. Руководство пользователя. – СПб: ИТМО, 1992.
2. Optical Design Program. Руководство пользователя Zemax. – Tucson, USA: Focus Software, 2002. – 544 с.
3. Domnenko V., Ivanova T., Gantvorg M. New object-oriented model of an arbitrary optical system // Proc. SPIE. – 2004. – V. 5249. – P. 608–615.



Пивкина Елена Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра информационных систем, группа № 4520

Специальность: 080700 – Бизнес-информатика

e-mail: elena.pivkina@bk.ru

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ ПРОДУКЦИИ В РЕСТОРАН «БОГЕМИУС»

Е.Ю. Пивкина

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С.Е. Иванов

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что на сегодняшний день, рост конкуренции в сфере общественного питания, ставит перед управленцами предприятий новые, более сложные задачи, одним из решений которых является автоматизация основных бизнес-процессов [2]. В связи с чем, поставлена **цель** данной **работы** – автоматизировать процесс управления поставками в ресторан «Богемииус».

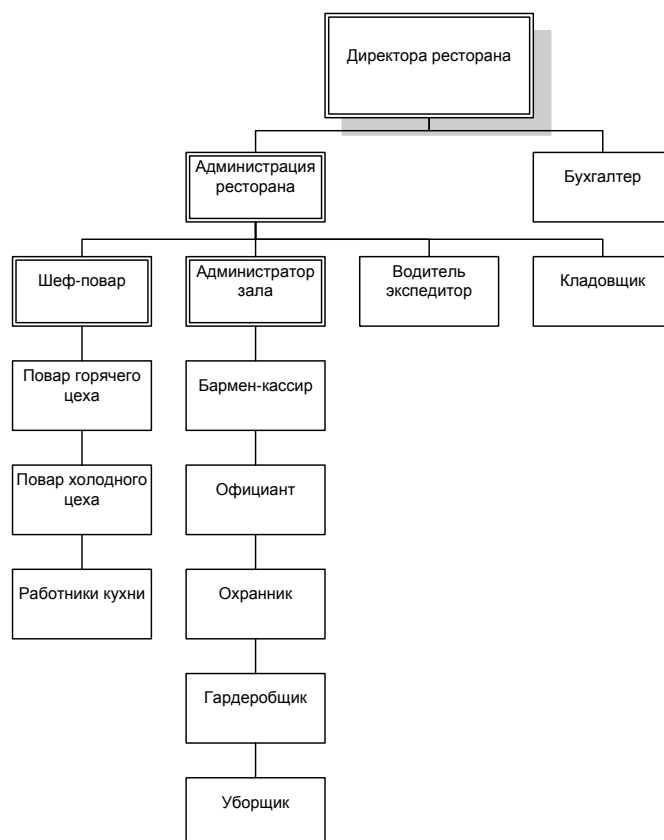


Рис. 1. Организационная структура ресторана «Богемииус»

В ходе проведения работы была описана специфика ресторана, организационная структура на рис. 1 и применяемые технологии. В настоящее время, в ресторане используется система 1С:Предприятие 8 Ресторан, которая служит эффективным решением для автоматизации процесса обслуживания посетителей, но, к сожалению, не

имеет функциональных возможностей, позволяющих организовать процесс управления поставками. В ходе дальнейшего исследования применяемой системы будет выяснено, что Конфигурация фронт-офиса 1С:Ресторан позволяет осуществить интеграцию с бэк-офисом 1С:Общепит без потери накопленных данных и с минимальными временными затратами.

Далее были рассмотрены организация, роли и функции процесса снабжения, что входит в зону ответственности администрации ресторана (рис. 2). Построение процесса осуществлялось на основе организационной структуры и представленного договора поставки, по методологии SADT в нотации IDEF0. Построение и анализ проводится с помощью процессного подхода, с целью выявления операций нуждающихся в автоматизации.



Рис. 2. Графическое представление отдела снабжения

На данный момент, процесс управления поставками, состоящий из формирования заказа, поиска поставщиков, заключения договоров, проверки и приемки заказанной продукции осуществляется вручную. Это влечет за собой не только большие временные, но и материальные затраты. На обработку одной заявки уходит в среднем 19 ч. 30 мин и 4000 руб.

После анализа результатов, были сформированы требования к системе, которая должна автоматизировать все сопутствующие процессы снабжения, тем самым снизить трудоемкость процесса, исключить вероятность ошибки, сократить издержки на закупки, уменьшить складские запасы, повысить производительность труда. Это сделает процесс управления поставками более оперативным, прослеживаемым, управляемым, точным и менее затратным с точки зрения временных и материальных ресурсов. Использование сканеров штрих-кода вместе с данной системой гораздо упростит приемку продукции, и в том числе процесс инвентаризации [3].

В ходе работы были проанализированы три системы: 1С:Общепит, Мастер Снабжения, Парус 7 Модуль Комплекс, после чего был проведен их сравнительный и технический анализ в табличной форме [1]. Из него следует, что системы имеют схожие функциональные особенности, но разные технические характеристики. Также произведен расчет совокупной стоимости владения затратным методом, и применен метод анализа иерархий для сравнения систем по пяти основным критериям: техническая поддержка, стоимость, время на внедрение, интеграция и функциональность (таблица). Данные критерии были выбраны исходя из основных требований к системе, изложенных администрацией ресторана.

Таблица. Итоговая таблица сравнения по критериям

Система/Критерий	Тех. под.	Стоимость	Время	Интеграция	Функц.	Весовой коэффициент
Мастер Снабжения	0,059	0,6	0,158	0,111	0,222	0,2
1С: Общепит	0,529	0,3	0,789	0,556	0,444	0,3
Парус 7 МК	0,612	0,1	0,053	0,222	0,333	0,24
Степень важности критериев	0,042	0,125	0,167	0,292	0,375	1

В результате расчетов видно, что система 1С:Общепит является наиболее предпочтительной, так как при небольшой стоимости владения 45000 руб., обладает наибольшими преимуществами по функциям и что немаловажно, по времени на внедрение. В данной системе есть все средства, необходимые для кардинального улучшения процесса снабжения.

Сравнив временные, человеческие и материальные затраты отдела снабжения, рассчитав коэффициент эффективности внедрения по методике ROI, видно, что после автоматизации материальные затраты на обработку одной заявки сократились примерно до 1200 руб., временные затраты снизились до 6 ч 32 мин. А в случае использования рекомендаций по установке сканеров штрих-кода и сокращения одного из сотрудников, прибыль от внедрения в первый год составит около 240000 руб., при коэффициенте эффективности – 540% [4].

В ходе данной работы была достигнута цель исследования и решены все поставленные задачи. Подводя итог данной работы, можно сказать, что для успешной и эффективной деятельности ресторана очень важно правильно организовать процесс снабжения. Автоматизация позволит качественно и эффективно осуществлять не только процесс снабжения, но и остальные процессы в ресторане. Для чего администрации ресторана «Богемия» рекомендуется внедрить систему 1С:Предприятие 8 Общепит.

Литература

1. Анатолий Алексеев, стартап-менеджер со стажем, о специфике своей работы и системах автоматизации // РесторановедЪ. – 2014. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.restoranoved.ru/article.php?numn=9100>, своб.
2. Хайкин М.М., Трабская Ю.Г. Менеджмент ресторанного бизнеса. Учебное пособие – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 122 с.
3. Аксенов Г.В. Характеристика процессов закупки, складирования и хранения в ресторане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pitportal.ru/buy_restaurant/10949.html, своб.
4. Жилин И.В. Расчет бюджета проекта внедрения и первого года эксплуатации КИС: методика, сложности расчета, риски. – Иркутск: ИГУ, 2007. – С. 228–236.



Пименова Анастасия Александровна

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа № 4662

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: 3nushka3@mail.ru

УДК 681.2.084

МОДИФИКАЦИЯ СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РУЛЕТОК И ЛЕНТ

А.А. Пименова

Научный руководитель – С.С. Гвоздев

Механическим рулеткам, как и любому другому измерительному прибору, необходимо проходить контроль. Следовательно, для организации контроля рулеток, как и других измерительных приборов, необходим стенд для контроля характеристик средства измерения. **Целью работы** являлась разработка и расчет конструкции стенда для контроля рулеток и лент длиной 1 м. Разработке стендов для контроля лент и рулеток были посвящены работы студентов кафедры ИТиКТ Университета ИТМО [1, 2].

На рисунке изображена электронная модель разработанного стенда. Стенд состоит из: узла закрепления начала рулетки и натяжения с силой 10 Н; перемещаемой по направлению измерений подставки с горизонтальным зажимом, для закрепления конца рулетки; блока датчика и энкодера; блока перемещения микроскопа по направлению измерений, перпендикулярно ему и по вертикальной оси; блока прижима рулетки к профилю в месте проведения измерения микроскопом.

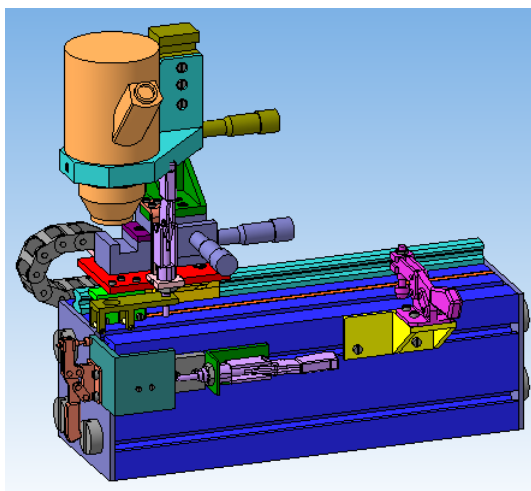


Рисунок. Электронная модель стенда для контроля рулеток, линеек и лент

В качестве направляющих перемещения по направлению измерения и перпендикулярно ему использовались трансляторы с микрометрическим винтом и ходом каретки 25 мм, для перемещения блока микроскопа по вертикальной оси использовался транслятор с ходом 20 мм и регулировкой микрометрическим винтом

под 90° относительно вектора перемещения, в блоке натяжения ленты использовался линейный микротранслятор с ходом перемещения 5 мм фирмы Standa [3].

В качестве зажимных устройств использовались горизонтальные зажимные устройства для закрепления начала и конца ленты рулетки, шатунные зажимные устройства для создания натяжения и прижима измерительной ленты фирмы AMF [4].

Все подвижки и зажимы разработанного стенда унифицированы. Количество оригинальных деталей всего 16, разработанные оригинальные детали простой конфигурации. Стенд позволяет проводить двухсторонний контроль рулеток, лент и линеек шириной до 25 мм, без перезакрепления ленты. В дальнейшем планируется сборка и исследование стенда.

Литература

1. Горячева Е.А. Стенд для контроля измерительных лент, линеек и рулеток длиной до 1 метра // Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ выпускников СПбГУ ИТМО. – 2011. – С. 101.
2. Хамитова Л.А. Стенд для контроля рулеток длиной 5 метров в неавтоматизированном режиме. – Вып. квалиф. работа. – СПб, 2008. – 42 с.
3. Линейные трансляторы // Каталог линейных трансляторов фирмы Vicon Standa [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://standa.vicon-se.ru/>, своб.
4. Зажимные устройства // Каталог зажимных устройств фирмы AMF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.amf.de>, своб.



Пинаева Ульяна Владимировна

Год рождения: 1992

Инженерно-физический факультет, кафедра информационных технологий топливно-энергетического комплекса, группа № 4203

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: UliaPin@yandex.ru

УДК 544.777.+541.6+620.22

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКРИЛОВЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕНТОНИТОМ

У.В. Пинаева

Научный руководитель – д.т.н., профессор М.В. Успенская

Материалы, обладающие новыми свойствами, способные менять их в процессе эксплуатации, имеют большое значение в наше время. Достичь этого можно либо созданием принципиально новых материалов, либо изменением имеющихся. Поскольку первый путь сложен и не всегда приводит к успеху, чаще всего идут по второму пути. Одним из таких материалов является акриловая композиция на основе минерал содержащего наполнителя [1]. Области применения подобных материалов обширны: медицина – раневые покрытия и средства для доставки лекарств [2], производство – химические и оптические сенсоры, строительство – огнеупорные покрытия, экология – влагоудерживающие материалы для засушливых регионов и сорбенты для очистки сточных вод.

Основными характеристиками полимерных композитов являются высокие абсорбционные и деформационно-прочностные свойства [3]. Улучшение этих свойств можно достичь модифицированием полимерной матрицы бентонитом [4].

Главным отличием акриловых гидрогелей на основе бентонита от других полимерных композиционных материалов является способность к влагопоглощению с высокой равновесной степенью набухания [5], обусловленной гидрофильностью как полимерной матрицы, так и самого бентонита.

Поэтому основной **целью работы** являлось исследование абсорбционных, термических и оптических свойств акриловых полимерных гидрогелей. Для достижения цели были синтезированы образцы с различными степенями дисперсности частиц наполнителя ($d < 0,25$ мкм, $d = 0,5-0,25$ мкм, $d = 1-0,25$ мкм), варьируемых содержанием серебра в бентоните (13,5% и 20,72%) и разной массовой долей наполнителя в полимерной матрице.

1. Влияние доли наполнителя в полимерной матрице на сорбционные характеристики акриловых композиций. Гравиметрическим методом были исследованы абсорбционные характеристики полимерных композитов на основе акриловая кислота–бентонит в дистиллированной воде при температурах 25°C, 30°C и 45°C. В ходе эксперимента было выявлено, что увеличение доли бентонита (с 1–5 масс.%) в 1,5–3 раза повышает равновесную степень набухания акрилового композита. Все измерения проводились в термостатируемом шкафу. По итогам построены все графики и зависимости, определены константы скорости набухания образцов акриловых композитов при вышеуказанных температурах. На рис. 1 показано влияние доли наполнителя на равновесную степень набухания образца при температуре 25°C.

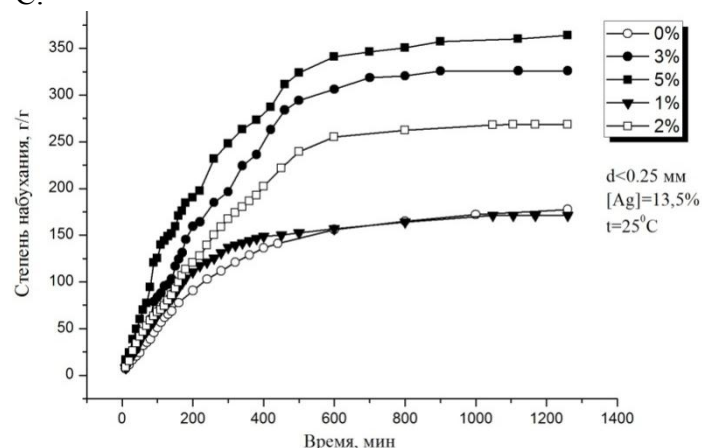


Рис. 1. Кинетические кривые набухания образцов акрилового композита со степенью дисперсности частиц наполнителя $d < 0,25$ мкм при температуре окружающей среды 25°C

2. Влияние степени дисперсности частиц наполнителя на сорбционные характеристики акриловых композиций. Изучение влияния степени дисперсности частиц наполнителя на абсорбционные свойства проводились вышеописанным способом. Были построены соответствующие графики и сделан вывод, что в областях высокой дисперсности ($d < 0,25$ мкм) доля минерал содержащего наполнителя в 1,5 раза повышает сорбционные свойства. А при уменьшении степени дисперсности частиц наполнителя и увеличении доли бентонита в полимерной матрице до 5 масс.% приводит к уменьшению равновесной степени набухания. Для всех образцов были рассчитаны кинетические параметры набухания.
3. Влияние концентрации серебра в бентоните на сорбционные свойства акриловых композиций. Для синтеза акриловых композитов использовался бентонит с заданной концентрацией серебра (13,5% и 20,72%). В ходе эксперимента было показано, что

композиции с увеличенной долей серебра в бентоните существенно ухудшают сорбционные характеристики материала. Методом ИК-спектрометрии были получены спектры образцов с различной концентрацией серебра в бентоните, которые подтверждают кинетические закономерности, полученные при изучении сорбционных свойств гравиметрическим методом. На рис. 2 показано влияние концентрации серебра в минерал содержащем наполнителе.

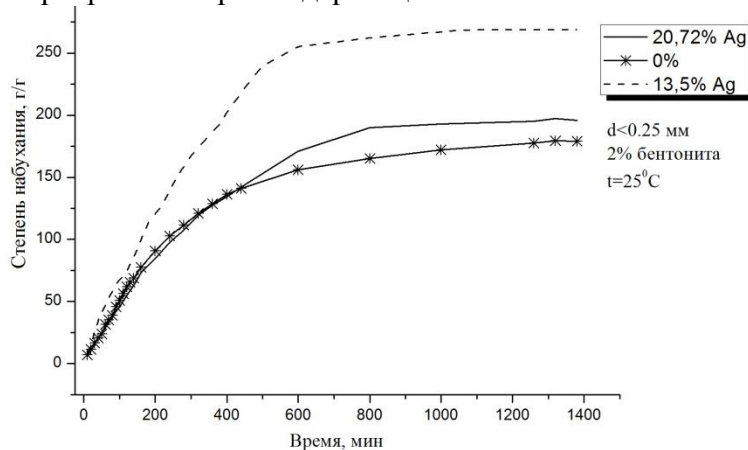


Рис. 2. Влияние содержания серебра в бентоните на степень набухания образцов акрилового композита со степенью дисперсности частиц наполнителя $d < 0,25$ мм и 2 масс.% долей бентонита в полимерной матрице при температуре 25°C

- Влияние доли наполнителя на термические свойства акриловых композиций. Методом дифференциальной сканирующей калориметрии были получены термокривые акриловых композиций со степенью дисперсности частиц наполнителя $d = 0,5\text{--}0,25$ мм, долей серебра в бентоните $[\text{Ag}] = 20,72\%$. Произведен расчет теплот и температурных пиков образцов с 1–5 масс.% бентонита в полимерной матрице. Сделан вывод о фазовых превращениях, происходящих в образце при повышении температуры.
- Сенсорные свойства композиций на основе бентонита. Методом спектрофотометрии на приборе КФК-3 была изучена способность абсорбции ионов поливалентных металлов их водных растворов. Построены соответствующие графики.

Литература

- Schexnailder P., Schmidt G. Nanocomposite polymer hydrogels // *Colloid and Polymer Science*. – 2009. – V. 287. – № 1. – P. 1–11.
- Mukkamala R., Kushner A.M., Bertozzi C.R. Hydrogel polymers from alkylthio acrylates for biomedical applications // *Polymer Gels: Fundamentals and Applications*. – 2003. – V. 833. – P. 163–174.
- Кавалерская Н.Е., Ферапонтов Н.Б. Поведение сшитого полиакриламида в растворах низкомолекулярных электролитов // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2009. – Т. 9. – № 3. – С. 8.
- Starodoubtsev S.G., Churochkina N.A., Khokhlov A.R. Hydrogel composites of neutral and slightly charged poly (acrylamide) gels with incorporated bentonite. Interaction with salt and ionic surfactants // *Langmuir*. – 2000. – V. 16. – № 4. – P. 1529–1534.
- Самченко Ю.М., Пасмурцева Н.А., Альтшулер М.А. Сорбционные свойства (со)полимерных гидрогелей с наноразмерной структурой пор // *Катализ и нефтехимия*. – 2007. – № 15. – С. 19.



Пичугин Никита Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4106

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: pichuginn@gmail.com

УДК 004.41

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ МОДЕЛИ ЛЯМБДА-ИСЧИСЛЕНИЯ

Н.С. Пичугин

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.О. Ключев

На сегодняшний день функциональные языки программирования применяются как в академической среде, так и в промышленности, пусть и не так широко, как, например, объектно-ориентированные. К тому же, многие популярные языки, считающиеся объектно-ориентированными или мультипарадигменными, зачастую реализуют также и функциональную парадигму либо некоторые ее элементы. Так, многие скриптовые языки (такие, как JavaScript, Perl, Python, Lua и Ruby) позволяют писать программы в функциональном стиле, предоставляя возможность использовать техники функционального программирования: использование функций как значений первого рода, лямбда-выражения, замыкания, рекурсия (некоторые реализации даже оптимизируют хвостовую рекурсию) и прочие. Даже такие широко используемые в промышленности объектно-ориентированные языки, как C++ и Java, в последних версиях своих стандартов стали приспосабливать и внедрять некоторые техники функциональной парадигмы, в частности, лямбда-выражения. Считается [1], что изучение и практика функциональных языков будут полезны студентам, изучающим вычислительную технику и программирование, поскольку рассмотрение различных теоретических и практических задач в рамках другой парадигмы позволяет взглянуть на проблему под другим углом и, возможно, глубже ее понять и решить более элегантно. Вместе с тем, изучение только функционального языка программирования может оказаться недостаточным, поскольку невозможно изучить детали реального вычислительного процесса в полной мере только посредством изучения языка [1]. Предлагается несколько иной подход: разработать виртуальную машину, ориентированную на выполнение программ, написанных в функциональной парадигме, для детального изучения студентами особенностей хранения и выполнения таких программ на низком уровне. Изучение виртуальной машины может помочь студенту гораздо глубже понять многие идеи и техники функционального программирования, а также познакомить его с методами практической реализации функциональной вычислительной машины.

Целью работы являлась разработка виртуальной машины, ориентированной на выполнение программ, написанных в функциональной парадигме.

Для того чтобы добиться поставленной цели, необходимо определить задачи, решение которых необходимо для ее достижения. Было выделено три таких задачи:

1. разработать требования к виртуальной машине;
2. разработать архитектуру виртуальной машины;
3. реализовать виртуальную машину.

В рамках решения первой задачи был сформирован следующий список требований к виртуальной машине:

1. виртуальная машина должна поддерживать выполнение программ, написанных в функциональной парадигме;
2. машина должна быть реализована для IBM PC-совместимых персональных компьютеров под управлением операционной системы Windows (не ниже Windows XP) или GNU/Linux (не ниже 2.6), а также для учебного стенда SDK 1.1;
3. язык реализации – C (стандарт C89). Допускается использование нестандартных синтаксических конструкций компилятора в версии для учебного стенда SDK 1.1;
4. машина должна поддерживать работу со светодиодной линейкой из 8 светодиодов. Должна быть возможность программно получать и устанавливать состояние линейки светодиодов. В изначальном состоянии все светодиоды в линейке должны быть погашены;
5. машина должна поддерживать работу с клавиатурой, имеющей минимум 16 клавиш: 0–9, A, B, C, D, *, #. Должна быть возможность программно опрашивать состояние клавиатуры и получать ASCII-код следующей нажатой клавиши;
6. машина должна поддерживать работу с жидкокристаллическим индикатором, подобным тому, который имеется в учебном стенде SDK 1.1 (2 строки, 16 колонок). Должна быть возможность программно выводить на экран строку символов, начиная с произвольной позиции, а также очищать жидкокристаллический индикатор. В изначальном состоянии жидкокристаллический индикатор должен быть очищен;
7. версия для IBM PC должна уметь загружать код программы в память из файла, заданного как первый аргумент командной строки. Версия для учебного стенда SDK 1.1 должна содержать код программы сразу внутри машины;
8. версия для IBM PC должна реализовывать дополнительную инструкцию для отладки машины. При выполнении этой инструкции на стандартный поток вывода должна выводиться информация о состоянии того или иного компонента машины. Версия для учебного стенда SDK 1.1 должна игнорировать эту инструкцию.

В рамках решения второй задачи было осуществлено рассмотрение функциональных абстрактных машин и выбор одной из них в качестве базы для реализуемой виртуальной машины. Выбор производился среди семи абстрактных машин: SECD, FAM, Машина Кривина, ZINC, CAM, G-Machine, ABC. Каждая машина оценивалась по пятибалльной шкале по пяти критериям с разными весовыми коэффициентами. В результате была выбрана категориальная абстрактная машина (CAM).

В рамках решения третьей задачи были выбраны инструментальные средства разработки, в частности, компиляторы для каждой платформы и система автоматизации сборки, рассмотрены детали и особенности реализации виртуальной машины, а также проведено ее тестирование двумя способами: методом модульного тестирования (unit-тестирования) и посредством небольших тестовых программ для самой виртуальной машины с целью проверить корректность работы инструкций машины.

Также в рамках работы было составлено три лабораторных работы, в ходе выполнения которых студенты могли бы изучить вопросы компиляции лямбда-термов в машинный код, а также принципы работы и особенности реализации виртуальной машины.

В результате работы были достигнуты следующие результаты:

- рассмотрены особенности и произведено сравнение нескольких существующих виртуальных машин на базе лямбда-исчисления;
- разработана архитектура виртуальной машины;
- сформирован полный список инструкций и формат байт-кода;

- выбраны инструменты разработки практической реализации виртуальной машины: компиляторы и система сборки;
- разработаны версии виртуальной машины для платформ GNU/Linux, Windows и SDK 1.1, рассмотрены детали практической реализации;
- проведено тестирование виртуальной машины;
- составлены три лабораторные работы, касающиеся изучения устройства и работы виртуальной машины.



Попов Артем Леонидович

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4538

Специальность: 010500 – Прикладная математика и информатика
e-mail: artpop92@gmail.com

УДК 519.768 + 004.85

**РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДА
БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭТАЛОНОВ ПЕРЕВОДА**

А.Л. Попов (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – А.В. Байтин
(ООО «Яндекс»)**

Как исследователи, так и разработчики систем машинного перевода нуждаются в объективной, недорогой и качественной метрике качества перевода. Существует несколько решений, каждое из которых является в той или иной степени компромиссным [1]. Во-первых, ручная оценка: эксперты (носители, как языка исходного текста, так и языка перевода) оценивают переводы по определенным параметрам, например, грамотность и семантическая точность (адекватность) перевода. Этот способ считается эталонным, но при этом является самым дорогим и трудным. Второй способ – автоматическая оценка качества перевода с использованием эталонов. В данном случае эксперты необходимы только на стадии подготовки эталонов для тестового корпуса, а для сравнения перевода и эталона используют автоматические метрики. Но, зачастую, даже такой способ оказывается слишком дорогим для некоторого класса задач. В рамках данной работы было необходимо внести вклад в разработку третьего, полностью автоматического способа оценки качества перевода – без использования каких-либо эталонов. Этот метод необходим там, где объемы тестовых данных и требования к скорости получения результатов не позволяют использовать другие методы, более качественные и дорогие методы. Традиционным подходом к автоматической оценке качества является обучение классификатора или регрессии с помощью методов машинного обучения.

Необходимо разработать метод оценки качества перевода в реальном времени, без использования эталонов в следующем виде: набор исходных предложений и их переводов, полученных из разных источников. Необходимо для каждого перевода оценить его качество, присвоив ему численную метку от 1 до 3, где:

- 1 – идеальный перевод, не требуется пост-обработка;

- 2 – перевод с 2–3 ошибками и, возможно, дополнительными ошибками, которые легко исправить (пунктуация, регистр букв);
- 3 – очень плохое качество перевода, нельзя легко исправить.

Также, все переводы необходимо отранжировать путем присваивания индекса от 1 до N (где 1 – перевод высшего качества; N – перевод худшего качества). В таком виде данная задача была представлена к совместному решению в секции Quality Estimation международного семинара по машинному переводу в 2014 году [2]. BASELINE-решение основано на SVR (Support Vector Regression), использующей ядро Гаусса и построенное на 17 факторах, которые умеет извлекать QuEst. Главная **цель работы** – улучшить это решение по ключевым метрикам качества.

В качестве ключевых метрик качества использовались MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Absolute Error), DeltaAvg [2] и коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Решение данной задачи заключалось в исследовании и улучшении двух компонентов системы – факторов и алгоритма машинного обучения. Необходимо было исследовать качество известных факторов, предложить новые факторы и произвести их отбор. Также, было предложено использование нового для данного класса задач метода машинного обучения Gradient Boosting Tree и, конкретно, его проприетарную реализацию MatrixNet.

Факторы. Базисом набора факторов стал набор из 79 Black Box-факторов, которые умеет извлекать QuEst [3]. Вычисление фактора вероятности существования предложения в языковой модели было построено на более крупной и полной языковой модели. Также, в качестве дополнительного фактора использовалась идея псевдоэталона [4]. Далее, были предложены новые группы факторов: «Сложность» предложения, синтаксические факторы (сложность исходного предложения и качество перевода), альтернативный подход к оценке длин, синтаксическая схожесть исходного предложения и перевода. В работе было показано, что подмешивание следующих факторов к BASELINE-решению дает статистически значимое улучшение: пересчитанная вероятность существования предложения в языковой модели, псевдоэталон, группа синтаксических факторов.

Алгоритмы машинного перевода. В работе был успешно применен алгоритм машинного обучения MatrixNet в двух разных видах: стандартная регрессия и более интересный вариант, в котором производится обучение ранжирования с оптимизацией по метрике PFound, а затем, с помощью SoftMax-преобразования и подбора границ была построена классификация. Также, использовался BASELINE-алгоритм на отобранном жадным поиском подмножестве факторов. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Итоговые результаты

Решение	MAE	RMSE	DeltaAvg	Spearman
MATRIXNET PFOUND	0,40	0,64	0,28	0,44
MATRIXNET REGRESSION	0,50	0,62	0,24	0,35
SVR	0,49	0,63	0,19	0,30
BASELINE	0,51	0,64	0,17	0,25

Все полученные решения статистически значимо лучше BASELINE-решения. Решение MATRIXNET PFOUND показало лучшие результаты по всем метрикам и, в целом, было показано хорошее абсолютное значений ранговой корреляции, с которыми

уже можно работать на практике. Но, одновременно, у данного решения есть недостатки. Оно недостаточно гибкое – в качестве входных данных классификатор ожидает переводы именно из тех же источников перевода, на которых он обучается. Другие решения могут работать с любой структурой входных данных. MatrixNet-регрессия показала результаты лучше BASELINE по трем ключевым метрикам из четырех. Также, MatrixNet-регрессия не требовательна к отбору факторов и устойчива к переобучению. Поставленная задача обойти BASELINE-решение по ключевым метрикам была успешно достигнута.

Литература

1. Koehn P. Statistical Machine Translation. – New York: Cambridge University Press, 2010. – 433 с.
2. Bojar O., Buck C., Federmann C., Haddow B., Koehn P., Leveling J., Monz C., Pecina P., Post M., Saint-Amand H., Soricut R., Specia L., Tamchyna A. Findings of the 2014 Workshop on Statistical Machine Translation. – Baltimore, Maryland USA, 2014. – 47 с.
3. Specia L., Shah K., de Souza J.G.C., Cohn T. QuEst – A translation quality estimation framework // 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations. – 2013. – P. 79–84.
4. Shah K., Cohn T., Specia L. An Investigation on the Effectiveness of Features for Translation Quality Estimation // Proceedings of the XIV Machine Translation Summit. – 2013. – P. 167–174.



Попова Дарья Андреевна

Год рождения: 1994

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4103

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: popova.daria@mail.ru

УДК 004.414.23

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРИОРИТЕТНЫХ ДИСЦИПЛИН МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ANYLOGIC

Д.А. Попова

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Соснин

С 60-х годов XX века в теории массового обслуживания проводилось аналитическое и имитационное исследование традиционных дисциплин обслуживания очередей, в результате чего был получен набор их основных характеристик и рекомендации по их применению.

Современные дисциплины обслуживания очередей, которые появились в конце XX – начале XXI века и в наши дни широко применяются на практике (например, в маршрутизаторах), не были исследованы в теории массового обслуживания и в большинстве случаев не поддаются аналитическим методам исследования из-за своей сложности.

Следовательно, возникает задача создания инструмента имитационного моделирования, который бы предоставил возможности для изучения характеристик современных дисциплин обслуживания и последующего применения сделанных выводов на практике.

Целью работы являлась разработка инструмента для имитационного моделирования современных приоритетных дисциплин массового обслуживания.

В соответствии с поставленной целью, в работе решаются следующие задачи исследования:

1. провести аналитический обзор традиционных и современных приоритетных дисциплин обслуживания и механизмов активного управления очередями;
2. провести обзор возможностей, предоставляемых программной средой имитационного моделирования AnyLogic;
3. расширить возможности учебно-экспериментального комплекса (УЭК), разработанного на кафедре ВТ Университета ИТМО в 2013 году в рамках магистерской диссертации Т.К. Гомзиной [1], новыми дисциплинами обслуживания и введением механизмов активного управления очередями;
4. описать функциональное назначение усовершенствованного учебно-экспериментального комплекса;
5. провести верификацию реализованных приоритетных дисциплин обслуживания.

В качестве средства исследования использовалась среда имитационного моделирования AnyLogic 7, которая является надстройкой над языком Java и позволяет реализовать нестандартную функциональность при помощи задания необходимой логики в виде фрагментов Java-кода [2].

В работе был реализован алгоритм взвешенного кругового обслуживания с дефицитом Deficit Weighted Round Robin (DWRR) [3], который в настоящее время находит применение в современных сетях мобильной связи LTE, а также алгоритм взвешенного обслуживания с использованием «корзины токенов» Weighted Token Bucket (WTB).

Для большей наглядности процесса приоритетной обработки была добавлена анимация графической схемы одноканальной системы массового обслуживания и текстовые элементы для отображения текущих значений переменных, используемых в алгоритме (Рисунок).

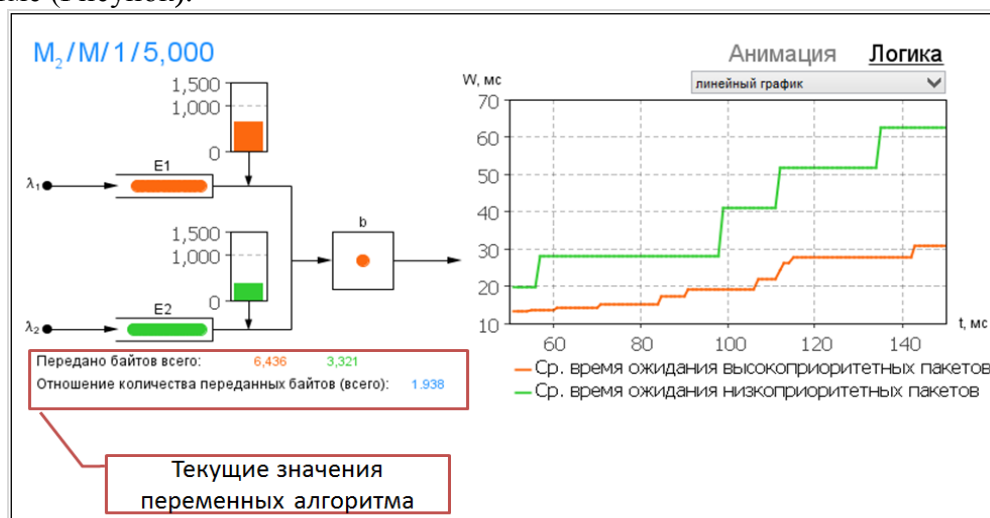


Рисунок. Анимация WTB

Для верификации реализованных алгоритмов приоритетного обслуживания были проведены два эксперимента, результаты которых были обработаны при помощи

методов математической статистики. Параметры были заданы таким образом, что вес первой очереди в два раза превосходил вес второй очереди.

Необходимо было определить, справедливо ли алгоритмы выполняют разделение пропускной способности между двумя классами трафика. Для этого было измерено отношение количества переданных байтов первой очереди ко второй. Из полученных в Таблица результатов видно, что ожидаемое значение 2 попадает в доверительный интервал эксперимента.

Таблица. Верификация алгоритмов DWRR и WTB

Величина	DWRR	WTB
Уровень надежности	95%	95%
Стандартное отклонение по выборке	0,026	0,004
Размер выборки	30	30
Среднее значение выборки	2,006	1,999
Доверительный интервал	от 1,996 до 2,015	от 1,998 до 2,001

Кроме того, в УЭК были реализованы механизмы активного управления очередями (Active Queue Management, AQM) [4], позволяющие обнаружить начинающуюся перегрузку и сигнализировать об этом источникам передаваемых пакетов. А именно был реализован алгоритм произвольного раннего обнаружения (Random Early Detection, RED), а также его модификации: гибкое, адаптивное и взвешенное раннее обнаружение.

Главным результатом данной работы является усовершенствованный УЭК, предоставляющий возможности для исследования современных приоритетных дисциплин обслуживания и алгоритмов активного управления очередями. Результаты работы представляют практическую значимость, поскольку усовершенствованный УЭК может быть использован в образовательном процессе.

Литература

1. Гомзина Т.К. Создание обучающего экспериментального комплекса для исследования современных приоритетных дисциплин обслуживания. Магистерская диссертация. – СПб: НИУ ИТМО, 2013.
2. Боев В.Д., Кирик Д.И., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. Пособие для курсового и дипломного проектирования – СПб: ВАС, 2011. – 233 с.
3. Shreedhar M., Varghese G. Efficient Fair Queuing Using Deficit Round-Robin // IEEE/ACM Transactions on Networking. – 1996. – P. 375–385.
4. Nguyen Tuong Investigating the Effects of Active Queue Management on the Performance of TCP Applications. Doctoral dissertation. – University of North Carolina, Chapel Hill, 2005. – 322 pp.



Порохня Павел Николаевич

Год рождения: 1992

Факультет фотоники и оптоинформатики,
кафедра оптоинформационных технологий и материалов,
группа № 4345

Специальность: 200200 – Оптотехника

e-mail: ppn.spb@gmail.com

УДК 535.34 + 535.37

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОР-ФОСФАТНЫХ СТЕКОЛ С Cu_2O

П.Н. Порохня

Научный руководитель – д.х.н., доцент Е.В. Колобкова

На сегодняшний день актуальной проблемой является создание новых оптических материалов с особыми свойствами. Большой интерес представляют материалы с различными наноразмерными частицами.

Необычные оптические свойства металлических наночастиц были изучены относительно недавно. Они объясняются наличием поверхностного плазмонного резонанса. Нелинейно-оптические свойства металлических наночастиц наиболее эффективно проявляются в металлах с повышенной концентрацией свободных электронов проводимости, – меди, серебре, платине и золоте. Медьсодержащие нанокompозитные материалы представляют интерес для солнечной энергетики, светодиодных технологий, традиционно, различные медные частицы формируют в боратных и силикоборатных стеклах.

Фтор-фосфатные стекла, активированные медью, на сегодняшний день практически не изучены, хотя известно, что в фосфатные стекла можно ввести большие концентрации соединений меди (до 30 мол.%). Введение в фосфатные стекла фтора, соответствует переходу к стеклам с двумя анионами – это увеличивает концентрационный предел активаторов и способствует присутствию их в низшем валентном состоянии, что важно при получении в стекле минимальных концентраций Cu^{2+} .

В представленной работе проводится анализ поведения меди при введении ее в виде Cu_2O в стекло состава $\text{NaPO}_3\text{-BaPO}_3\text{-AlF}_3$ в зависимости от условий синтеза: открытом стеклогуглеродном (СУ) тигле, закрытом СУ-тигле, корунде.

Были исследованы спектры поглощения в стекле, синтезированном в открытом СУ-тигле, с различным содержанием оксида меди (рисунок).

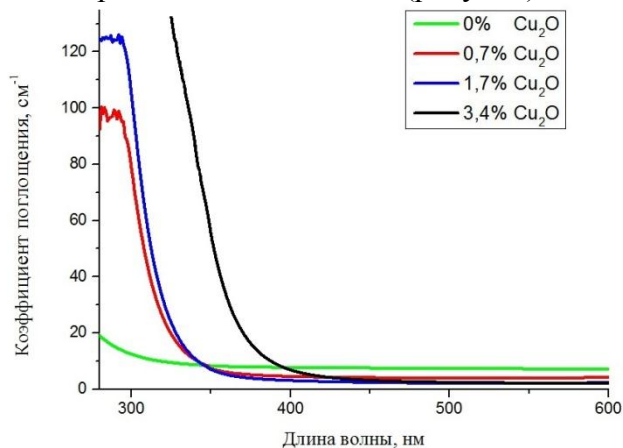


Рисунок. Спектры поглощения в стекле синтезированном в открытом СУ-тигле, с различным содержанием оксида меди

При увеличении концентрации меди происходит сдвиг границы УФ-пропускания в длинноволновую область, это можно идентифицировать, как возникновение при повышении концентрации Cu_2O – медных молекулярных кластеров $(\text{Cu})_n$ или $(\text{Cu}_2\text{O})_n$. В образце, синтезированном в корундовом тигле – обнаружена высокая концентрация двухвалентной меди и практически отсутствуют медные кластеры. Синтез в закрытом СУ-тигле приводит к появлению плазменной полосы, которая свидетельствует о зарождении металлических наночастиц [1].

Для исследования спектров люминесценции были взяты образцы синтезированные в открытом СУ-тигле, так как стекла синтезированные в корундовом и закрытом СУ-тиглях практически не люминесцируют. Рассмотрев спектры люминесценции с малой концентрацией оксида, в которых преобладает люминесценция одновалентной меди, об этом нам говорит полоса поглощения при 450 нм [2]. Увеличение концентрации приводит к росту молекулярных медных кластеров, это не трудно заметить, обратив внимание на полосу поглощения при 550 нм. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к смещению полосы в длинноволновую область.

Анализ полосы люминесценции, позволяет увидеть разделение на две составляющие: одновалентную медь и молекулярные кластеры. При возбуждении разными длинами волн, меняется интенсивность каждой из составляющих люминесценции.

В зависимости от условий формирования медь может присутствовать в стекле в различных видах:

- в стекле синтезированном в открытом СУ-тигле обнаружены проявления меди в одновалентном виде, а при увеличении концентрации Cu_2O фиксируется наличие молекулярных кластеров $(\text{Cu}_2\text{O})_n$ или $(\text{Cu})_n$;
- в стекле, синтезированном в закрытом СУ-тигле, присутствуют медные молекулярные кластеры, а также металлические наночастицы меди, которые более заметны при термообработке [3];
- в стекле изготовленном в корунде, наблюдается равновесие между одновалентной и двухвалентной медью. Медные кластеры практически отсутствуют;
- при термообработке стекол, синтезированных в открытом СУ-тигле на поверхности стекла происходит формирование прозрачной отражающей пленки, по всей видимости, состава Cu_2O . Чтобы определить состав и структуру сформированной на поверхности пленки необходимо изучить данные рентгеновской дифракции.

Литература

1. Подсвиров О.А., Сидоров А.И., Цехомский В.А., Востоков А.В. Формирование нанокристаллов меди в фотохромных стеклах при электронном облучении и термообработке // Физика твердого тела. – 2010. – Т. 52. – № 9. – С. 1776–1779.
2. Radzhabov E.A. Luminecence centers in $\text{LiF}:\text{Li}_2\text{O}$ // Phys. Status Solidi B. – 1983. – V. 115. – P. 25.
3. Петровский Г.Т. Цветное оптическое стекло и особые стекла. Каталог. – М.: Наука, 1990. – 127 с.



Романова Анна Романовна

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4104

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: romranna@gmail.com

УДК 004.054

ТЕСТИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ MICROSOFT ROBOTICS DEVELOPER STUDIO

А.Р. Романова

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

Роботы с каждым годом оказывают все большее влияние на повседневную жизнь, проникая в нее и укрепляя свои позиции.

По данным международной федерации робототехники International Federation of Robotics промышленных роботов в 2013 году продано 179 тыс., что на 12% больше, чем в 2012 году и в этом году ожидается стабильное увеличение продаж [1].

Моделирование является эффективным средством, позволяющим проводить исследования робототехнических систем без необходимости изготовления опытных образцов. Существует множество программных продуктов, позволяющих моделировать робота, его поведение и взаимодействие с другими объектами в виртуальной среде. Основными можно назвать такие среды, как [2]:

- Robot Operation System (ROS);
- Universal real-Time Behavior Interface (URBI);
- Project Player;
- Robot Learning and Behavior System от компании Skilligent;
- Microsoft Robotics Developer Studio (MRDS).

Среди достоинств моделирования можно выделить несколько основных:

- снижение затрат, связанных с производством роботов;
- возможность проверки робота и его компонентов;
- возможность предоставления демонстрации системы для определения жизнеспособности проекта;
- совместимость с широким диапазоном языков программирования;
- меньшие сроки поставки.

Однако симуляторы не идеальны и главными их недостатками являются то, что программа имитации имеет ограничения: в реальном мире существует много больше сценариев, чем может быть смоделировано, а также чем точнее модель, тем больше настроек она требует [2].

Реализации алгоритмов движения мобильных роботов в виртуальной среде и сравнения полученных результатов с реальными данными является простейшим способом оценить качество виртуальной среды MRDS [3]. Среди многих продуктов для исследования была выбрана платформа MRDS за ее понятный пользовательский интерфейс, большое количество поддерживаемых роботов, интуитивно понятный язык программирования VPL, бесплатное распространение и особенности среды, такие как координация и параллелизм (компонент CCR – Concurrency and Coordination Runtime) и

использование децентрализованных программных сервисов (компонент DSS – Decentralized Software Services) [4].

На рисунке представлен мобильный робот от компании Lego, с использованием модели которого проводились эксперименты в MRDS.



Рисунок. Lego NXT Mindstorm

Целью исследования стала реализация управления движением мобильного робота и способов оценки моделирования его движения в виртуальной среде MRDS.

В работе реализованы простейшие виды траекторий движения мобильного робота, такие как движение:

- по прямой траектории;
- по кругу;
- по дуге;
- по «восьмерке»;
- по квадрату;
- управляемое вручную.

В ходе исследования были найдены способы первичной оценки качества виртуальной среды MRDS с помощью движения мобильного робота в ней. Это:

1. движение по координатам. В таком случае координаты, в которых последовательно окажется робот, известны заранее;
2. использование дальномера. Изменения показания дальномера в одних и тех же условиях: одинаковый тип поверхности, расстояние до объектов, например, до стен в пустой комнате, робот, модель которого тестировалась в виртуальной среде, также является способом проверить точность моделирования;
3. сравнение координат, полученных для реального и виртуального робота. В среде MRDS нет сервиса для работы с координатами робота, записи в их файл или вывода на экран, однако, их можно получить, используя редактор сцены, или написать DSS службу, выполняющую необходимые действия.

В среде MRDS представлены разные виды дальномеров: инфракрасный, лазерный, звуковой – он же сонар. Лазерный дальномер имеет большую дальность действия (8 м), чем инфракрасный (0,792 м), и больший угол обзора (180°), чем сонар (120°), за что и был выбран в ходе исследования [5].

В результате данного исследования была рассмотрена среда визуализации и особенности управления движением роботов в MRDS и приведены ее аналоги, реализованы простейшие алгоритмы движения робота для среды MRDS, а также предложены простейшие способы оценки качества виртуальной среды MRDS.

Практическая ценность заключается в том, что результаты данной работы могут использоваться для выяснения границ применимости симуляторов в области робототехники и возможного перенесения основного числа опытов в виртуальную среду.

В качестве дальнейшего развития исследования возможна реализация алгоритмов движения робота в аналогичных средах программирования и управления, сравнение полученных результатов между собой и с данными реальных роботов и реализация более сложных алгоритмов движения робота.

Литература

1. Baroncelli A. Global robotics industry: Record beats record [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ifr.org/index.php?id=59&df=Charts_IFR_PR__04_June_2014.pdf, своб.
2. Dragos C. Robotics Simulation Softwares With 3D Modeling and Programming Support [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intorobotics.com/robotics-simulation-softwares-with-3d-modeling-and-programming-support/>, своб.
3. Johns K., Taylor T. Professional Microsoft Robotics Developer Studio. – W.: Wiley Publishing, 2008. – 826 p.
4. Microsoft Robotics – справочная библиотека по MRDS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: msdn.microsoft.com/en-us/library/bb881626.aspx, своб.
5. Гай В.Е. Microsoft Robotics Developer Studio. Программирование алгоритмов управления роботами – М.: ЭКОН Паблишерз, 2012. – 184 с.



Ронжин Михаил Сергеевич

Год рождения: 1991

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики,
группа № 4301

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: ronzhinm@gmail.com

УДК 53.08 + 535.8

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФОТООБЪЕКТИВОВ

М.С. Ронжин

Научный руководитель – к.т.н., доцент К.В. Ежова

В работе рассматривается алгоритм автоматизации обработки результатов измерения разрешающей способности фотообъектива, построенный на основе обработки изображений мир прямоугольного профиля. Представлены результаты работы алгоритма.

Измерение разрешающей способности объективов различного назначения на сегодняшний день остается одной из важных практически задач контроля качества изготовления оптики.

Один из методов измерения функции передачи модуляции – измерение контраста в изображении мир прямоугольного профиля с различной частотой. В работе предложен математический аппарат для автоматизации и ускорения процесса обработки, полученных изображений, а также для построения графика измеренной модуляционной передаточной функции (МПФ) и определения разрешающей способности при помощи автоматизации обработки результатов измерений.

На данном этапе работы работа алгоритма реализована в программе MathCAD.

Работу алгоритма по этапам можно описать следующим образом (рис. 1):

1. передача растровых изображений мир прямоугольного профиля в программу;
2. определение возможного наклона изображения мира при регистрации его на ПЗС-матрице, коррекция ориентации изображения;
3. обрезка краев изображения для снижения влияния возможных краевых эффектов ПЗС-матрицы на результат измерения;
4. сканирование изображений по заданному количеству сечений, определение среднеарифметического распределения интенсивности. Необходимость проведения построения именно среднеарифметического распределения интенсивности вызвана тем, что на изображении мир могут возникать различные артефакты в виде черных пятен и шумов, пыли и т.д. Фильтрация распределения интенсивности происходит по методу Гауссу;

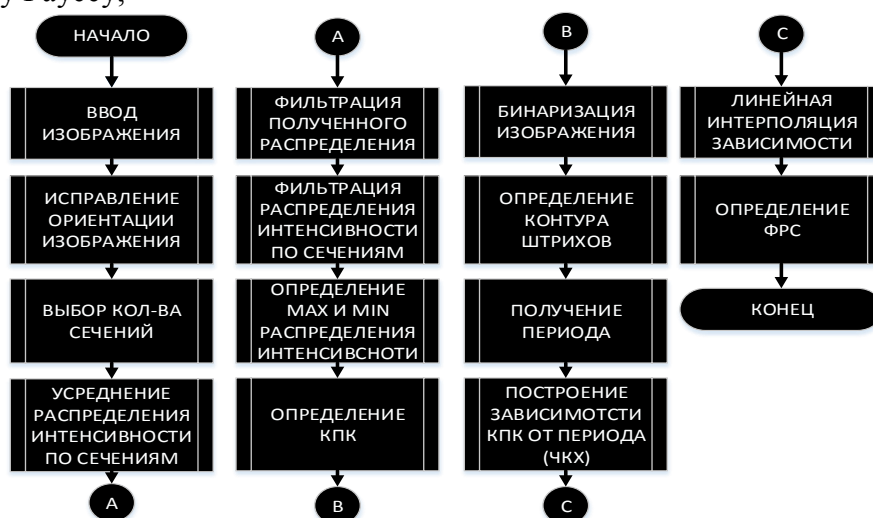


Рис. 1. Алгоритм обработки данных

5. определение пространственной частоты изображения мира с использованием бинаризации. Используется адаптивный метод бинаризации со скользящим порогом, при котором, изображение сегментируется на равные части и порог бинаризации определяется для каждого сегмента;
6. определение максимального и минимального значения интенсивности и расчет коэффициента передачи контраста (КПК):

$$k' = \frac{I'_{max} - I'_{min}}{I'_{max} + I'_{min}}, \quad (1)$$

7. перерасчет КПК по формуле Колтмена (2) и построение графика модуляционной передаточной функции (рис. 2). Для построения корректного непрерывного графика МПФ производится кусочно-линейная интерполяция данных, которая и позволяет определить значение разрешающей способности оптической системы при любом интересующем нас значении КПК.

$$K'_{син}(v) = \frac{4}{\pi} (K'_{np}(v) + K'_{np}(3v) + K'_{np}(5v) + \dots). \quad (2)$$

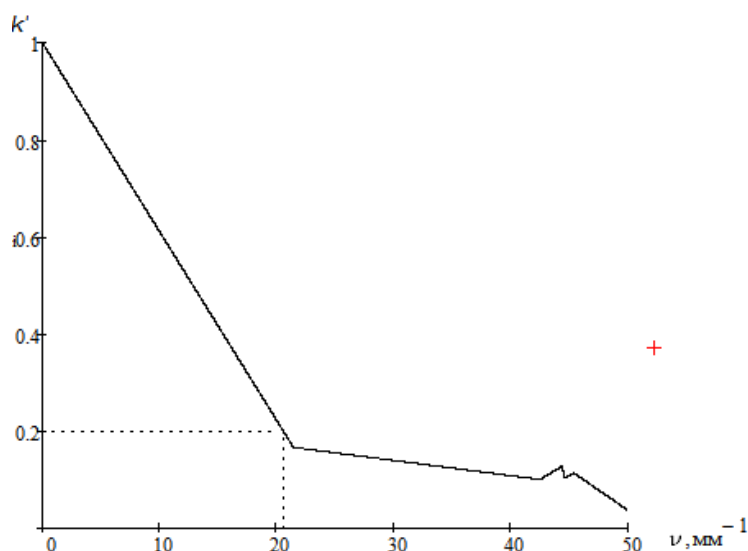


Рис. 2. График МПФ

В качестве тестового примера было проведено измерение разрешающей способности объектива «Гелиос-44». Результаты работы алгоритма хорошо согласуются с расчетным значением разрешающей способности, рассчитанным в программе OPAL.

Литература

1. ГОСТ 25502-82. Объективы. Метод определения фотографической разрешающей способности. – Введ. 01.01.1984. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 21 с.
2. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Методы исследования и контроля качества оптических систем. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 125 с.
3. Еськова Л.М., Гаврилин Д.А. Компьютерные методы контроля оптики. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2004. – 89 с.
4. Родионов С.А. Основы оптики / Под. ред. А.А. Шехонин. – СПб: СПб ГИТМО(ТУ), 2009. – 167 с.
5. Гаврилин Д.А. Исследование методов описания формы сложных оптических поверхностей при интерферометрическом контроле: автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – СПб, 2003. – 18 с.
6. Малакара Д. Оптический производственный контроль. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.



Савицкая Александра Александровна

Год рождения: 1993

Факультет компьютерных технологий и управления,
кафедра вычислительной техники, группа № 4104

Специальность: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: dontspeaker.gm@gmail.com

УДК 004.031.42 + 004.031.43

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАТФОРМ BUSINESS INTELLIGENCE

А.А. Савицкая

Научный руководитель – доцент А.М. Дергачев

Понятие «Business Intelligence» не имеет устойчивого русского аналога. С технической точки зрения Business Intelligence (BI) – это информационные технологии сбора данных, консолидации информации и обеспечения доступа бизнес-пользователей к знаниям [1]. BI-системы позволяют пользователям самостоятельно выполнять уникальные запросы, предоставляют доступ к настройке отображения отчета необходимым образом, а также дают возможность одновременной совместной работы большого количества пользователей.

Пользователь может определять и устанавливать пороговые значения для разного рода показателей. BI-системы позволяют визуализировать представление данных в виде интерактивных схем, графиков и изображений, а также включают в себя инструментарий, позволяющий доставлять отчеты и контент аналитических панелей на мобильные устройства.

На рынке присутствует много производителей, отличающихся друг от друга множеством факторов, что значительно усложняет их сравнение. Основной **целью работы** было формирование рекомендаций компаниям в выборе платформы BI для удовлетворения потребностей компании. Для достижения цели работы была изучена технология BI, выделены и исследованы на практике лидеры среди платформ BI. По итогам исследований проведен сравнительный анализ платформ на основе часто выдвигаемых требований заказчиков, выступивших в качестве критериев оценивания.

Концепция BI-систем. Данные из различных источников обрабатываются ETL-средствами. ETL-средства – это инструменты, которые извлекают, преобразуют, приводят к определенному формату данные и загружают записи данных в хранилище. После обработки ETL-средствами данные попадают в хранилища данных, которые представляют собой специальным образом организованный массив данных предприятия, обрабатываемый и хранящийся в едином аппаратно-программном комплексе.

OLAP-инструменты позволяют выявлять различные тенденции и зависимости, а также предоставляют оперативный доступ к различным формам представления информации.

Средства создания отчетов (Reporting) предназначены для формирования форматированных интерактивных отчетов. На контрольных панелях информация представлена в виде индикаторов и шкал [4]. Данные индикаторы и шкалы позволяют контролировать значения показателя. Карты показателей (Scorecards) предназначены для сравнения текущих показателей с целевыми и отображают динамику изменения этих показателей во времени [1].

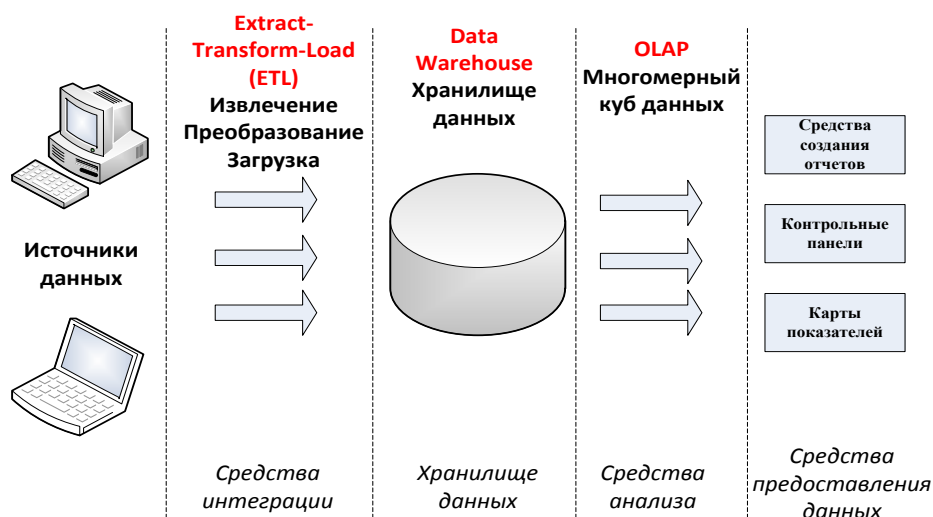


Рис. 1. Концепция BI-систем

Классификация по методу функциональных задач. На сегодняшний день существуют два широких направления, которые включают в себя все категории BI-продуктов: BI-инструменты и BI-приложения [3].

BI-платформы предлагают наборы инструментов для создания, внедрения, поддержки и сопровождения BI-приложений. BI-платформы позволяют обеспечивать основу для специальных и особенных требований заказчика. BI-платформы являются одним из важнейших направлений, так как уже сейчас наблюдается усиленный рост BI-приложений. В связи с этим сравнительный анализ в данной работе был проведен именно по платформам BI.

Исследование платформ по «магическому квадранту» Gartner. Аналитическая компания Gartner Group разработала для структурирования и решения данной проблемы инструмент «магический квадрант» Gartner [2].



Рис. 2. «Магический квадрант» Gartner Group

В результате сбора информации из различных источников данных, таких как брифинги компаний, опросы, интервью с клиентами и другие источники на графике откладываются точки, соответствующие конечному баллу BI-платформ.

Естественно, задачей автора стал выбор лучших из лучших, которые соответствуют квадранту «Лидеров». А именно, осуществивших серию качественных и успешных внедрений своих решений компаний. Был произведен выбор в сторону рассмотрения следующих платформ: IBM Cognos Express, MS BI, QlikView, Oracle Hyperion.

В рассмотрении систем автоматизации бюджетирования важным является наличие процесса согласования при вводе данных. Не все рассматриваемые системы позволяют решить данную задачу в силу своих функциональных особенностей. Например, QlikView не справляется с данной задачей. Лидером здесь является MS BI – развернутая система с этапами согласования данных.

Немаловажным критерием выбора системы является быстродействие. MS BI нуждается в некотором времени для обработки данных. Между тем обработка данных в IBM Cognos происходит достаточно быстро, а в QlikView – практически мгновенно за счет обработки данных в оперативной памяти.

Многие системы бизнес-аналитики и визуализации данных имеют предопределенные измерения, упрощающие и регламентирующие рабочий процесс. Однако каждая компания осуществляет свою отраслевую деятельность, что зачастую не вписывается в стандартные измерения. В данной ситуации, при внедрении Oracle Hyperion может возникнуть проблема, так как она позволяет создать только четыре дополнительных аналитики.

QlikView является достаточно дорогостоящей, наряду с бесплатной системой MS BI, обладающей не только широкой функциональностью, но и позволяющей работать в привычном приложении MS Excel.

Визуализация данных является важным критерием. Cognos Express позволяет пользователям прямо на сайте менять свои отчеты и работать с измененной версией мгновенно. QlikView содержит шаблоны типов отчетов и является специализированной системой визуализации данных. MS BI также позволяет расширить механизмы анализа и передачи данных между сотрудниками за счет функциональности еще и корпоративного портала.

Таблица. Рекомендации по выбору BI-платформы

Критерий	Рекомендуемая платформа	Нерекомендуемая платформа
Наличие процесса согласования при вводе данных в BI-платформе (автоматизация бюджетирования)	MS BI	QlikView
Быстродействие BI-платформы	QlikView, IBM Cognos	MS BI
Возможность создания дополнительных измерений	MS BI, IBM Cognos	Oracle Hyperion
Визуализация данных, возможность отслеживания выполнения заданных целей	IBM Cognos, QlikView, MS BI, Oracle Hyperion	–
Стоимость BI-платформы	MS BI	QlikView

Результаты. В работе дано пояснение термину «Business Intelligence» и приведены различные виды классификаций систем Business Intelligence, что позволяет

использовать работу в качестве справочного материала. По ряду возможностей проведен сравнительный анализ нескольких платформ BI. Заключительные рекомендации помогут в выборе BI-платформ для компаний с различными видами требований.

Литература

1. Системы бизнес-аналитики в России 2013 BI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tadviser.ru>, своб.
2. Шлегель К., Саллам Р., Юн Д., Тападинхас Дж. Магический квадрант для Business Intelligence и Аналитических платформ. – Gartner, Inc., 2013. – С. 1–4.
3. Моложенко Е.С., Вихман В.В., Люстров В.В. Классификация продуктов Business Intelligence // Современные информационные технологии. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/14_ENXXI_2013/Informatica/3_137482.doc.htm, своб.
4. Rasmussen N., Chen C.Y., Bansal M. Business Dashboards // A Visual Catalog for Design and Deployment. – 2009. – P. 3–23.



Сергеева Алина Андреевна

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра информационных систем, группа № 4520

Специальность: 080700 – Бизнес-информатика

e-mail: sergeevaalina@yandex.ru

УДК 004.41

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕСТИРОВАНИЯ В ПРОЕКТЕ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ZUKUENFTIGES PREISSYSTEM

А.А. Сергеева (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Б. Иванов
(ООО «Т-Системс Рус»)**

Проект по разработке программной системы Zukuenftiges Preissystem (ZPS) существует на протяжении трех лет. Главной задачей проекта является разработка единой системы продажи билетов на все виды транспорта Швейцарии. Планируется вывести систему в промышленную эксплуатацию в 2017 году. В проекте используется методология гибкой разработки (agile) с трехнедельными итерациями (спринтами). **Целью работы** являлся анализ процессов тестирования проекта для выявления недостатков. Первая глава работы посвящена:

- описанию проекта в целом;
- описанию процессов тестирования и их организации;
- рассмотрению особенностей автоматизированного тестирования и его взаимодействия с ручным тестированием.

Итогом первой главы работы стало формирование выявленных недостатков в исследуемых процессах.

Во второй главе работы были рассмотрены возможности совершенствования различных процессов тестирования.

- Для решения выведенных в конце первой главы работы проблем была применена теория о квадрантах тестирования [4]. С помощью разбиения тестов на квадранты тестирования, удалось оценить, как необходимо организовать процессы тестирования, чтобы корректно формировать требования к разрабатываемому продукту и чтобы все проводимые виды тестирования служили своей основной цели. Предлагаемые изменения, затронут и сам процесс создания нового инкремента, так как в agile-методологии тестирование тесно связано с разработкой.
- В данной работе был сформулирован способ, позволяющий оптимизировать процесс создания автоматизированных тестов путем устранения двойного ручного ввода информации при написании автоматизированных тестов.
- Зеркальное отражение сервера с последней версией продукта предложено в качестве решения проблемы, связанной с несовместимостью одновременного проведения автоматизированного и ручного тестирования на одном сервере.

Для представления результатов анализа построены модель «As Is», которая отражает процессы так, как они выполняются в данный момент, и модель «To Be», демонстрирующая как процессы должны быть реализованы.

Таким образом, в данной работе был описан проект по разработке программной системы ZPS, подробно описаны процессы тестирования и проведен их анализ. Автор предлагает внести следующие изменения, которые должны усовершенствовать процессы тестирования:

- написание тестов-примеров на этапе определения требований к продукту;
- применение единого шаблона в формате csv для ввода тестовых данных по автоматизированным интеграционным тестам;
- разделение проведения автоматизированных и ручных тестов путем зеркального отражения сервера.

Первое предлагаемое изменение повысит качество создаваемого продукта, так как включение тестов-примеров в процесс определения требований позволит формировать требования, которые не противоречат логике и являются понятными команде разработчиков и инженеров по тестированию до начала разработки [4]. Это значит что количество тех ошибок, которые возникают из-за плохо сформулированных требований, сократится до минимума, и инженерам по тестированию предоставится возможность проводить более детальное исследовательское тестирование, которое будет делать продукт более совершенным.

Выгода от применения шаблона для ввода тестовых данных при создании автоматизированных тестов очевидна. Предлагаемое изменение не только сократит временные затраты на создание тестов, но и сократит вероятность возникновения ошибок в самом тесте.

Последнее предлагаемое изменение позволит получать актуальную и корректную информацию о результатах ручных и автоматизированных тестов, так как конфликт, возникающий во время одновременного проведения данных видов тестирования на одном сервере, будет исчерпан.

Главная цель тестирования – это поставка заказчику качественного продукта в срок. Достижению этой цели и служат все заявленные в данной работе совершенствования.

Литература

1. Preinfalk J., Gutweniger A. Straub Juerg ZPS Collaboration Model. – Bern, 2012. – 42 p.

2. ZPS Projektteam ZPS Testspezifikation (Team RU). – Bern, 2013. – 36 p.
3. ZPS Projektteam ZPS HighlevelTestplan. – Bern, 2012. – 22 p.
4. Криспин Л., Грегори Д. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2010. – 464 с.



Серебрянский Артемий Николаевич

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,
кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии,
группа № 4662

Специальность: 200100 – Приборостроение

e-mail: delaskes@mail.ru

УДК 51-73

УСТОЙЧИВЫЕ ВАРИАНТЫ МЕТОДА СВЕРТКИ И ОБРАТНОЙ ПРОЕКЦИИ В РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

А.Н. Серебрянский

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.С. Сизиков

Целью работы являлось исследование метода свертки и обратной проекции, используемого в рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) для получения томограмм, и изложение устойчивого варианта на основе метода регуляризации Тихонова.

Получение томограмм, или изображений в РКТ сводится к решению интегрального уравнения Радона относительно плотности вещества (точнее, коэффициента поглощения) $c(x, y)$ в некотором сечении. Популярным является метод свертки и обратной проекции. Однако он дает расходямость решения, так как использует так называемую импульсную реакцию фильтра $p(t)$ от расходящегося косинуса:

$$p(t) = 2 \int_0^{\infty} \omega \cos(\omega t) d\omega.$$

Существует три варианта «корректировки» функции $p(t)$ так, чтобы интеграл сходился, а значит, сходилось и решение для $c(x, y)$.

В первом варианте (Рамачандран и Лакшминараян) вводится ограничение на частоту Фурье: $p_R(t) = 2 \int_0^{\omega_{\max}} \omega \cos(\omega t) d\omega$. Несмотря на простоту, фильтр Рамачандрана–Лакшминараяна часто используется в публикациях и в математическом и программном обеспечении рентгеновских томографов. Недостатками этого фильтра являются резкое усечение высоких частот и высокая чувствительность фильтра к частотам вблизи $\omega_{\max}$.

Во втором варианте (фильтр Шеппа–Логана) выполнено более умеренное подавление высоких частот за счет введения множителя $\text{sinc}(\pi\omega/\omega_{\max})$ в подынтегральное выражение для $p(t)$. Это равносильно использованию известного метода σ -множителей Ланцоша. В результате

$$p_S(t) = 2 \int_0^{\omega_{\max}} \omega \text{sinc}(\pi\omega/\omega_{\max}) \cos(\omega t) d\omega. \quad \text{Фильтр Шеппа–Логана гораздо чаще}$$

используется в РКТ, хотя в нашей стране его называют методом «интуитивной регуляризации».

Еще более аккуратное подавление высоких частот Фурье ω в выражении для фильтра $p(t)$ выполняется с помощью метода регуляризации Тихонова (третий вариант, модифицированный фильтр Троицкого, наша модификация):

$$p_{\alpha}(t) = 2 \int_0^{\omega_{\max}} \frac{\omega}{1 + \alpha \omega^{2q}} \cos(\omega t) d\omega,$$

где α и q – параметр и порядок регуляризации.

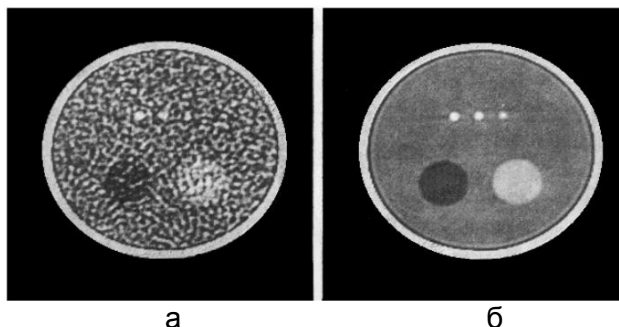


Рисунок. Пример реконструкции РКТ-изображения: вычисление $s(x, y)$ методом Шеппа–Логана (а) и методом регуляризации (б)

Литература

1. Сизиков В.С., Белов И.А. Реконструкция смазанных и дефокусированных изображений методом регуляризации // Оптический журнал. – 2000. – Т. 67. – № 4. – С. 60–63.
2. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современное состояние и перспективы развития томографии // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2007. – № 8(42). – С. 3–13.
3. Сизиков В.С., Кузьмин А.В., Козаченко А.В. Обработка дефокусированных изображений методами двухмерного преобразования Хартли и регуляризации Тихонова // Изв. вузов. Приборостроение. – 1999. – Т. 42. – № 8. – С. 12–16.
4. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. – М.: Мир, 1990. – 288 с.
5. Сизиков В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab. – М.: Лань, 2011. – 251 с.



Станкевич Ксения Викторовна

Год рождения: 1991

Инженерно-физический факультет, кафедра твердотельной оптикоэлектроники, группа № 4244

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: Soelia@yandex.ru

УДК 621.384.4

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРОФИОЛЕТОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДЕ**

К.В. Станкевич

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Д. Яськов

Целью работы являлось рассмотрение эффективности метода ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии для определения фенолов, кумолов и нефтепродуктов различной концентрации, на основе анализа экспериментально полученных данных.

Актуальность определения фенолов, нефтепродуктов и кумолов в воде обусловлена двумя причинами:

1. проблема экологии, которая в современном мире обостряется с каждым годом, так как постоянно растет производство, увеличивается добыча, перевозка и переработка полезных ископаемых, что приводит к загрязнению окружающей среды. Наиболее опасными загрязнителями являются фенолы и нефтепродукты, прежде всего из-за повсеместности их использования, а также по причине негативного влияния на здоровье и жизнь людей, экосистему водоемов, медлительности процесса их самоочищения [1];
2. создание «чистых» веществ, производство которых невозможно без определения структуры вещества и выявления в нем примесей.

Существуют различные методы определения фенолов и нефтепродуктов в воде. Но метод УФ-спектроскопии обладает существенными достоинствами:

- сильные полосы поглощения химических соединений [2];
- высокая чувствительность (нижняя граница диапазона измерений $0,005 \text{ мг/дм}^3$);
- быстрота измерения;
- малые объемы анализируемой пробы;
- отсутствие значимых влияний липидов [3].

УФ-спектроскопию целесообразно использовать для определения загрязнителей в воде, так как вещества при облучении УФ-излучением не разрушаются и не изменяются, следовательно, могут быть получены данные об их структуре. Однако величина аналитического сигнала в УФ-области будет различной для каждого вещества, что существенно усложняет задачу.

Измерения проводились на лабораторном спектрометре на основе полихроматора, предназначенного для измерения спектров пропускания в области длин волн $\lambda=200\text{--}400 \text{ нм}$. Прибор состоит из осветителя с кюветной камерой для исследования твердотельных образцов и жидкостных проб, блока спектрометра, электронной системы сбора и обработки данных измерений, а также программного обеспечения MDI Application для обработки, вывода и хранения результатов измерений.

Прибор был прокалиброван с помощью лампы ДРГС-12, так как она имеет линейчатый спектр, а также стекол УФС1, УФС2, УФС5, УФС6. Было выявлено

смещение длин волн на 15 нм, которое потребовало внесение изменений в программу, а также было замечено, что точность фотометрической шкалы не хуже 3%.

В ходе работы были измерены спектры пропускания различных нефтепродуктов и фенолов в различных концентрациях, построены их графики и на их основе определены спектральные характеристики веществ. Полученные значения были сведены в таблицу.

Для кумола и гидроперекиси кумола был опробован рефрактометрический метод, но в ходе эксперимента было выявлено формирование в таких растворах нескольких фракций, не имеющих полной взаимной растворимости. Из чего был сделан вывод о нецелесообразности использования данного метода для кумола и его производных.

Вследствие чего, для кумола был использован метод УФ-спектроскопии, позволивший определить длины волн и коэффициенты светопоглощения исследуемого вещества.

В ходе работы было выяснено, что метод УФ-спектроскопии обладает рядом достоинств и целесообразен для определения фенолов, кумолов и нефтепродуктов в прозрачной жидкости. При определенной доработке, на основе используемого лабораторного спектрометра возможно создание промышленного прибора, а также его использование для мониторинга окружающей среды.

Литература

1. Holser R.A. Principal Component Analysis of Phenolic Acid Spectra // ISRN Spectroscopy. – 2012. – V. 2012. – 5 p.
2. Jaffé H.H., Orehin M. Theory and applications of ultraviolet spectroscopy. – John Wiley, 1962. – 624 p.
3. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – М.: Стандартформ, 1998.
4. Белов Н.П., Гайдукова О.С., Панов И.А., Патяев А.Ю., Смирнов Ю.Ю., Шерстобитова А.С., Яськов А.Д. Лабораторный спектрометр для ультрафиолетовой области спектра // Изв. вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54. – № 5. – С. 81–87.



Травина Евгения Александровна

Год рождения: 1992

Институт холода и биотехнологий, факультет пищевой инженерии и автоматизации, кафедра автоматизации биотехнологических и теплофизических процессов, группа № и4201

Специальность: 220200 – Автоматизация и управления

e-mail: tea-922@mail.ru

УДК 664.65

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА
ДЛЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Е.А. Травина

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Л. Лазарев

Цель работы – разработать систему автоматического управления процессом приготовления теста.

Для замеса теста на кондитерских предприятиях пищевой промышленности применяют тестомесильные машины. Процесс замеса заключается в смешивании муки, воды, дрожжей, соли, сахара-песка, масла и других продуктов в однородную массу, придания этой массе необходимых физических и механических свойств и насыщения ее воздухом с целью создания благоприятных условий для брожения.

Основным регулируемым параметром данного процесса является поддержание требуемой влажности теста на выходе из тестомесительной машины. Влажность определяется с помощью сверхвысокочастотного влагомера. Этот параметр регулируется изменением расхода подаваемой в аппарат опары с добавками из станции дозирования.

Производительность тестомесительной машины будет поддерживаться изменением расхода муки на входе при помощи многооборотного электрического исполнительного механизма и двигателя. Номинальное значение должно составлять – 800 кг/ч. Требуется отслеживать показания температуры на всех участках процесса. Управление температурой опары осуществляется изменением температуры воды подаваемой на замес. Необходимо также обеспечить дистанционное управление всеми двигателями, а также контролировать уровень муки в бункере весового дозатора муки. Таким образом, задача управления в данном случае состоит в поддержании на заданном уровне таких параметров как: производительность тестомесильного аппарата и влажность теста. Основными источниками возмущений служат изменение производительности тестомесительного аппарата и влажности опары. В качестве важнейшего контура регулирования выбран контур регулирования влажности теста на выходе тестомесильной машины, так как этот параметр во многом будет определять качество изготавливаемой из этого теста продукции. Структурная схема системы выглядит следующим образом (рис. 1.).

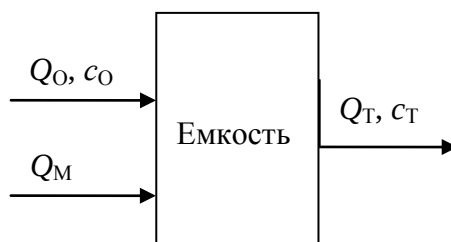


Рис. 1. Структурная схема системы: Q_O – объемный расход опары, $\text{м}^3/\text{с}$; c_O – влажность опары, %; Q_M – объемный расход муки, $\text{м}^3/\text{с}$; Q_T – объемный расход теста на выходе, $\text{м}^3/\text{с}$; c_T – влажность теста на выходе, %

При построении математической модели объекта необходимо ввести следующую систему допущений: в моделируемом объекте исходим из допущения, что концентрация влаги распределена равномерно.

Затем составляем описание всей системы, используя математические модели: объекта, первичный преобразователь влажности, блока формирования закона регулирования, исполнительного устройства.

Используя полученные уравнения, с помощью математического пакета MATLAB построим общую модель (рис. 2).

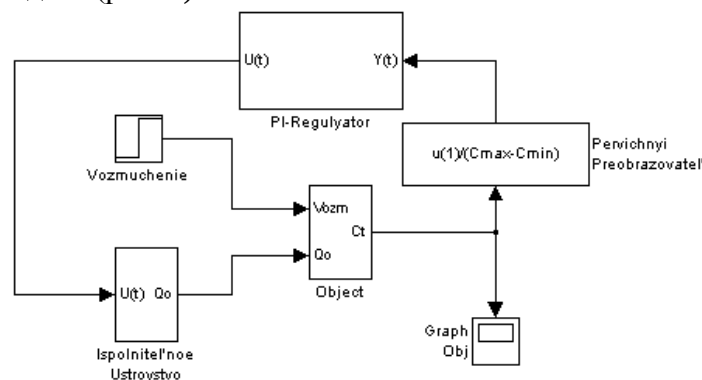


Рис. 2. Математическая модель системы

Передаточная функция объекта, имеет следующий вид:

$$W(s) = \frac{k}{(T_1 \cdot s + 1) \cdot (T_2 \cdot s + 1)}.$$

Параметрическую оптимизацию системы осуществляем методом расширенной амплитудно-фазовой характеристики.

Для реализации системы необходимо выбрать приборы и средства автоматизации. Вся «низовая» автоматика проектирована на оборудовании фирмы SIEMENS (по требованию заказчика). Такими являются: термометры сопротивления, преобразователи сигнала, ультразвуковой уровнемер, магнитно-индуктивные расходомеры, поточный микроволновой влагомер, весовой дозатор и др. С помощью микропроцессорного контролера фирмы SIEMENS осуществляется управление технологическим процессом.

Для общего управления используем промышленный компьютер стоечного исполнения.

В данной работе была разработана система автоматического управления процессом приготовления теста. Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда.

Литература

1. Лазарев В.Л. Теория энтропийных потенциалов. – СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2012. – 127 с.
2. Стегаличев Ю.Г., Балюбаш В.А., Замарашкина В.Н. Технологические процессы пищевых производств. Структурно-параметрический анализ объекта управления. – Ростов-на-Дону, СПб: Финикс, 2006. – 254 с.
3. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
4. Lazarev V.L. The Theory of Entropy Potentials, Basic Concepts, Results and Applications // Pattern Recognition and Image Analysis (Advances in Mathematical Theory and Application). – 2011. – V. 21. – № 4. – P. 637–648.
5. SIEMENS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/#/startscreen>, своб.



Фисенко Елена Анатольевна

Год рождения: 1991

Гуманитарный факультет, кафедра экономической теории и бизнеса, группа № 4061

Специальность: 080100 – Экономика

e-mail: fekla199@mail.ru

УДК 338.439.223

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.А. Фисенко

Научный руководитель – ассистент В.В. Манко

На протяжении долгого периода своего существования Российская Федерация (РФ) являлась мировой лесной державой. На долю РФ приходилось четверть лесов на планете. Наша держава являлась признанным мировым лидером по охране лесов и научным исследованиям в этой области [1].

В XXI веке лесное хозяйство РФ находится в критическом состоянии: многие важные элементы лесного хозяйства, такие как охрана лесов, лесоустройство, учет, инвентаризация, лесовосстановление, лесоразведение, профилактическая работа с населением, ежегодно деградируют [2].

Отсутствие должного контроля над интенсивностью использования лесов и масштабностью лесных пожаров ведут к быстрому истощению и деградации лесов. Происходит изменение качественного состава лесов, вместо ценных и дорогостоящих хвойных пород вырастают малоценные мягколиственные [3].

Целью работы стал анализ современного состояния и перспектив развития лесного хозяйства РФ. Для достижения цели были проанализированы основные показатели состояния отрасли.

С 1998 года по 2013 год произошло увеличение земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса РФ на 0,4%. Площадь лесопокрытых

земель увеличилась на 2,64%. Однако данные положительные тенденции говорят не об эффективном управлении отраслью, а об изменении качественного состава лесов и о несовершенстве системы инвентаризации в лесной отрасли.

Общий запас древесины увеличился с 1998 года по 2013 год на 1,39%. Однако при этом объем незаконно заготовленной древесины составляет ежегодно не менее 25% от объемов законно заготовленной древесины. Это связано со слабостью контроля и надзора за лесными ресурсами, противоречивостью законодательства.

Одной из главных проблем лесного хозяйства является его деградация, связанная с влиянием антропогенных и природных факторов, с расчисткой леса под сельскохозяйственные угодья, строительством населенных пунктов, магистралей, браконьерством и незаконными рубками, торговлей древесиной, загрязнением воздуха, пожарами и многими другими причинами. Основной причиной гибели лесных насаждений являются лесные пожары, за исследуемый период произошло увеличение площади лесных земель, пройденных пожарами в целом по РФ на 36%. Увеличилась площадь погибших насаждений от неблагоприятных условий на 44,9%. Произошло увеличение площади погибших лесных насаждений от воздействия вредных организмов на 33,2%. Площадь насаждений, погибших по причине человеческой деятельности, увеличилась почти вдвое.

Для создания нового леса и изменения состава уже имеющегося необходимо проведение больших объемов лесовосстановительных работ. Однако за период с 2000 по 2012 годы площадь лесовосстановления снизилась на 13,5% одновременно с уменьшением количества мероприятий по подготовке к проведению лесовосстановительных работ. Площадь мероприятий по лесовосстановлению химическим методом ежегодно уменьшается, так за период с 2000 по 2012 годы произошло снижение показателя в 3 раза. Объем лесовосстановления биологическим методом снизился за данный период в 2,1 раза.

С 2005 по 2012 годы численность работников лесного хозяйства снизилась в два раза, что связано с постоянным реформированием отрасли, отсутствием грамотной системы управления, низкой заработной платой работников лесного сектора. Так среднемесячная номинальная заработная плата работников лесного хозяйства ниже среднеотраслевой в целом по РФ более чем в 1,5 раза. Самый большой разрыв наблюдался в 2000 и 2001 годах – 1,7 раза. Привлекательность лесной отрасли для работников падает с каждым годом. В лесном секторе заняты в основном работники с небольшим стажем и невысокой квалификацией. Это значительно отражается на доходах, получаемых от лесного хозяйства и расходах, выделяемых на его ведение.

Лесное хозяйство является как источником пополнения государственного бюджета, так и сферой необходимого финансирования. Однако снижение поступлений доходов от использования леса в федеральный бюджет в 2012 году по сравнению с 2011 годом было отмечено в 37 субъектах РФ, а в бюджеты субъектов – в 34 субъектах. Заготовка древесины является одним из самых прибыльных способов использования лесных ресурсов, однако за период с 2005 по 2012 годы объем платежей за этот вид деятельности снизился в 1,3 раза, несмотря на увеличение общих объемов заготовки древесины.

С 2008 по 2012 годы произошло увеличение объемов финансирования лесной отрасли за счет иностранных источников в 3 раза, за счет государственных почти не изменилось. Это говорит о снижении влияния государства в сфере лесного хозяйства. Так в 2008 году доля государственных бюджетных инвестиций составляла 65,2%, а к 2012 году снизилась до значения в 38,9% от общего объема финансирования. Доля государственного финансирования в общем объеме снизилась по всем статьям.

Согласно официальным данным за 2008–2012 годы расходы на охрану лесов от пожаров увеличились в 3,2 раза, расходы на тушение пожаров – в 5 раз, расходы на локализацию и ликвидацию очагов вредных организмов увеличились незначительно – в 1,1 раза, на проведение санитарно-оздоровительных мероприятий – в 4 раза. Всего расходы на защиту леса увеличились в 3,5 раза, на воспроизводство лесов и лесоразведение – в 1,5 раза, на лесоустройство – в 3,2 раза, на отвод и таксацию лесосек – в 4 раза. Однако положительный эффект от увеличения расходов на осуществление данных видов деятельности отсутствует, в связи с чем можно сделать вывод, что использование денежных средств происходит не по назначению.

В соответствии с проведенным в работе прогнозом было выявлено, что общая площадь погибших лесных насаждений имеет тенденцию к увеличению. Гибель и уменьшение площади лесов негативно сказываются на состоянии лесной отрасли, в связи с чем необходимо недопущение увеличения площади гибели лесов.

Литература

1. Кайгородов Д. Беседы о Русском лесе. – М: Белый город, 2010. – 304 с.
2. Писаренко А.И., Страхов В.В. О лесной политике России. – М.: Юриспруденция, 2012. – 599 с.
3. Сеннов С.И. Лесоведение и лесоводство. – М.: Лань, 2011. – 336 с.



Чепиков Дмитрий Юриевич

Год рождения: 1991

Факультет оптико-информационных систем и технологий,
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 4303

Специальность: 200200 – Опотехника

e-mail: chepikov.d.u@gmail.com

УДК 687.7.535+535.317+611.844

РАСЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

Д.Ю. Чепиков

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.Н. Черкасова

В настоящее время оптимизация очковой коррекции зрения связана, в частности, с появлением индивидуальных контактных, прогрессивных очковых линз и с расширением диапазона расстояний коррекции [1]. Формирование банка асферических компьютерных моделей (далее – модели) «Схематический глаз», позволило по-новому подойти к проблеме оптического расчета индивидуальных очковых линз [2–4].

Разработана методика оптического расчета индивидуальных очковых линз. Она основана на метрологических исследованиях с последующим моделированием оптической системы парных глаз, геометрическом расчете пуктальной линзы, с последующей оптимизацией ее композиции как стигматической, затем асферической в составной оптической системе с моделью корригируемого глаза (далее – составная система). Объекты моделирования – это глаза эметропов, миопов (близорукость), гиперметропов (дальнозоркость) в состояниях покоя и напряжения аккомодации. В

качестве базовых выбраны: модель составной системы очковой коррекции; асферическая модель соразмерного глаза (далее – mod_gul_emmetr_90grad.zmx); очковая линза по Чернингу (далее – пунктальная линза); модель состояния рефракционного равновесия глаза аметропа (угол поля 40°).

Считается, что только у эметропов оптические параметры глаза изменяются соразмерно и восстанавливается рефракционное равновесие [2]. У аметропов сохраняется соразмерность оптической системы глаза, но не его длины. Параметры моделей соразмерной оптической системы глаза аметропа получают через коэффициент $K_{\text{пер}} = R_{\text{рог}}/R_{\text{gul}}$ пересчета, где $R_{\text{рог}}$ – измеренный радиус передней поверхности роговицы, R_{gul} – параметр модели mod_gul_emmetr_90grad.zmx. Требования к оптическим характеристикам моделей составной системы и глаза аметропов: угол поля 40° , дифракционная разрешающая способность. Глаз аметропа имеет единственную и метрологически определяемую композицию состояния рефракционного равновесия в покое аккомодации (рис. 1).

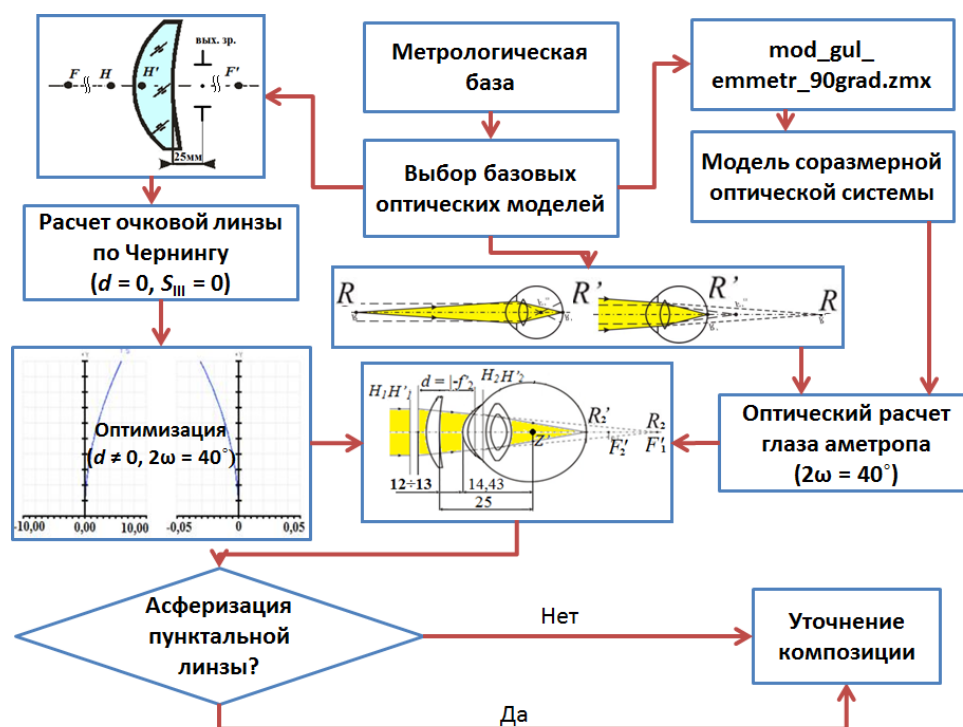


Рис. 1. Методика расчета индивидуальных очковых линз. Блок-схема

Модель mod_gul_emmetr_90grad.zmx имеет следующие оптические характеристики: рефракция $-58,64$ дптр, аметропия $A_R = +1$ дптр, угол поля $2\omega = 90^\circ$, диаметр зрачка $d_{\text{зр}} \approx 2,07$. Нанесены асферики (шестнадцатый порядок).

Составная система имеет следующие оптические характеристики: рефракция – как у глаза аметропа, аметропия $A_R = 0$ дптр, угол поля $2\omega = 40^\circ$, диаметр зрачка $d_{\text{Ад}} \approx 2,07$, рефракция пунктальной линзы – A_{R2} дптр. Асферики наносятся на поверхностях этой линзы по критерию оптимизации: дифракционная разрешающая способность составной системы в целом и глаза равны между собой.

Модель mod_gul_emmetr_90grad.zmx применена на этапе моделирования соразмерной оптической системы глаза индивидуума по коэффициенту пересчета. Модель самого глаза создается в схеме рефракционного равновесия при выбранном состоянии аккомодации. При этом нанесенные асферики должны обеспечить дифракционную разрешающую способность (угол поля 40°). Геометрический расчет стигматической пунктальной линзы производится на минимум астигматизма узких наклонных пучков третьего порядка в схеме и по формулам Чернинга при следующих

допущениях: $d \approx 0$, пределы коррекции рефракции степени от $-24,5$ дптр до $+8$ дптр [5]. Оптимизация ведется по критерию минимума астигматизма узких наклонных пучков при выбранном значении d . Асферизация пунктальной линзы должна обеспечивать требование: к разрешающей способности составной системы.

Корректность методики подтверждена экспериментально на базе лабораторий кафедры ПиКО Университета ИТМО. Эксперимент ограничен оптическим расчетом пунктальных линз для глаза в состоянии покоя аккомодации. Методика обеспечена разработкой программы в пакете прикладных программ (ППП) Zemax.

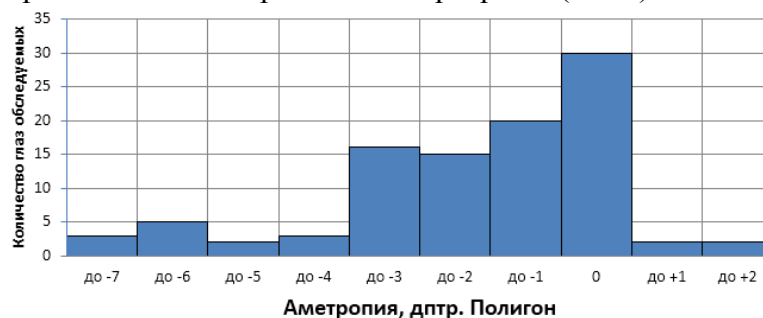


Рис. 2. Характер распределения аметропии. Полигон

Статистический анализ аметропии сорока девяти добровольцев (возраст 20–23 года) показал тенденцию к миопизации (рис. 2). В полном объеме стандартизованные метрологические исследования проведены с участием четырех добровольцев миопов и одного гиперметропа (проектор знаков ПЗ-МД, набор пробных линз; офтальмометр ОФ-3). Результаты приводятся в таблице.

Таблица 1. Метрологические характеристики глаз аметропов

Параметры глаза	Пациент 1		Пациент 2		Пациент 3		Пациент 4	
	OD	OS	OD*	OS	OD	OS	OD	OS
Рефракция очковой линзы, дптр	-3,5	-3,75	-2,25	-0,75	-0,75	-1,0	+2,5	+3,5
Рефракция роговицы, дптр	40,7	40,7	44,0	43,3	43,75	44,37	41,6	41,5
Радиус R_{rog} кривизны роговицы, мм	8,16	8,16	8,1	7,85	7,75	7,654	8,07	8,21
Коэффициент пересчета, $K_{\text{пер}}$	1,059	1,059	1,051	1,019	1,006	0,994	1,048	1,066

Пересчет по подобию показал, что все восемь моделей исследуемых глаз демонстрируют дифракционную разрешающую способность. Для сравнения на рис. 3 приведены передаточные функции (частотно-контрастные характеристики (ЧКХ)) моделей mod_gul_emmetr_90grad.zmx и правого глаза пациента 2, степень аметропии – $-2,25$ дптр (таблица).

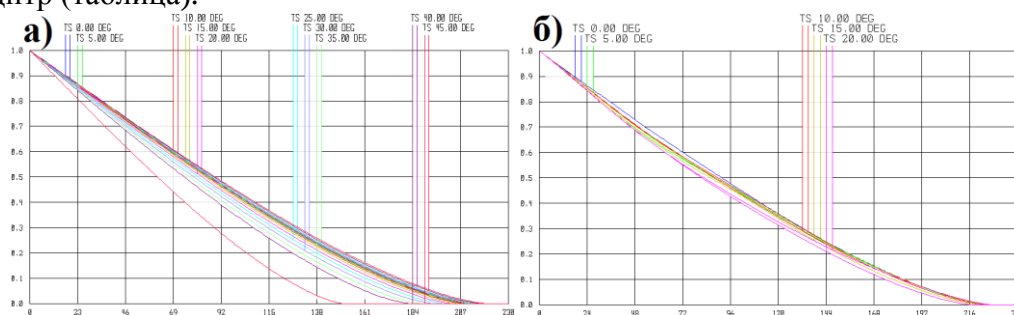


Рис. 3. Передаточные функции моделей: mod_gul_emmetr_90grad.zmx (а); правого глаза пациента № 2 (б)

Выполнены габаритный расчет и оптимизация восьми пунктальных линз (таблица). Решение о целесообразности асферизации всех линз принято путем сравнения ЧКХ составной системы с ЧКХ модели соответствующего глаза. Этап асферизации восьми пунктальных линз не понадобился, так как ЧКХ соответствующих составных систем и глаз совпали.

Эксперимент подтвердил корректность разработанного варианта методики компьютерного расчета индивидуальных очковых линз. Банк компьютерных моделей оптической системы глаза в ППП Zemax дополнен моделями глаза аметропа по Гульстранду и по Вербицкому, хотя в данном варианте последняя не используется. Программа компьютерного расчета позволяет выполнять оптические расчеты асферических очковых линз.

Литература

1. Мо Д. Очковые линзы и их подбор. – 2-е изд. – СПб: РА «Веко», 2006. – 266 с.
2. Бахолдин А.В., Коршикова Н.Ф., Черкасова Д.Н. Компьютерное моделирование оптической системы глаза индивидуума // Изв. вузов. Приборостроение. – 2012. – № 4. – С. 68–73.
3. Бахолдин А.В., Петрова А.Д., Черкасова Д.Н. Компьютерное моделирование оптической системы глаза индивидуума в состояниях покоя и напряжения аккомодации // Сб. трудов X Международной конференции «Прикладная оптика-2012». – 2012. – Т. 3. – С. 73.
4. Черкасова Д.Н., Бахолдин А.В. Оптические офтальмологические приборы и системы. Часть I. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2003. – 43 с.
5. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – М.-СПб: Машиностроение, 2008. – 462 с.



Чубчикова Анна Игоревна

Год рождения: 1993

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № 4212

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: chupachkabella@gmail.com

УДК 621.6.075+62-682

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИДКОСТНОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

А.И. Чубчикова (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Ф.Ю. Тахистов
(ООО «Криотерм»)

Настоящая работа посвящена моделированию динамических режимов систем жидкостного охлаждения (СЖО) предназначенной для поддержания заданного теплового режима радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Нормальное функционирование РЭА возможно лишь при условии поддержания температур ее элементов в определенных пределах. Изменение теплового режима оказывает влияние на характеристики элементов, и может вывести его из строя. Поэтому необходимо решать задачи обеспечения нормального теплового режима. Часто требования к

тепловому режиму приводят к необходимости использования систем термостатирования.

Основной целью работы являлся расчет динамических режимов СЖО и оптимизации ее конструктивных элементов. Необходимо рассчитать время достижения заданной температуры охлаждающей жидкости (ОЖ) на выходе из теплообменного аппарата (ТА) в контуре насоса. Для режима охлаждения температура составляет минус 5°C , а для режима нагрева $+45^{\circ}\text{C}$. Рассматриваемая СЖО предназначена для отвода тепловыделений мощностью до 1 кВт. СЖО обладает ручной регулировкой расхода жидкости и давления во всем рабочем диапазоне. Допустимое давление на входе в блок составляет $7,5 \text{ кгс/см}^2$. Гидравлическое сопротивление не должно превышать 3 кгс/см^2 .

СЖО размещается в кондиционируемом помещении с температурой воздуха от $+15$ до $+25^{\circ}\text{C}$ и представляет собой моноблок на поворотных колесах.

СЖО состоит из двух контуров:

1. контур насоса, в который входит насос, соединительный трубопровод, расширительный бак (РБ), нагрузка, теплообменный аппарат;
2. контур чиллера, который состоит из чиллера, работающего в режиме нагрева/охлаждения (в зависимости от поставленной задачи), соединительного трубопровода, теплообменного аппарата.

Теплообмен между контурами происходит посредством теплообменного аппарата.

В тепловом соотношении СЖО – сложный объект, представляющий собой совокупность множества различных элементов. Элементами СЖО являются устройства, с помощью которых осуществляется циркуляция теплоносителей по контурам. СЖО имеет рассредоточенные источники и стоки тепла, интенсивность которых зависит от режима работы. В ходе решения поставленной задачи была создана тепловая модель. На начальном этапе все температуры одинаковы и равны температуре окружающей среды. В качестве значения температуры среды принимается температура, равная 20°C .

1. $Q_{\text{ч}}$ – мощность чиллера, величина которой зависит от режима работы СЖО:
 - в режиме нагрева, чиллер передает теплоту $Q_{\text{ч}}$ жидкости, которая течет на вход в ТА (жидкость с температурой $T_{\text{ч1}}$);
 - в режиме охлаждения чиллер охлаждает жидкость, циркулирующую в контуре путем отвода тепла $Q_{\text{ч}}$.
2. После того, как жидкость с температурой $T_{\text{ч1}}$ попадает в ТА она передает теплоту жидкости, циркулирующей в контуре насоса. Часть энергии, передаваемой от греющей к нагреваемой жидкости теряется (Q_0). Жидкость в контуре насоса приобретает температуру $T_{\text{н2}}$ и выходит из ТА.
3. Жидкость вышедшая из ТА идет на нагрев/охлаждение РЭА (на рис. 1 обозначена как нагрузка с мощностью 1 кВт) и изменяет свою температуру с $T_{\text{н2}}$ до $T_{\text{н3}}$.

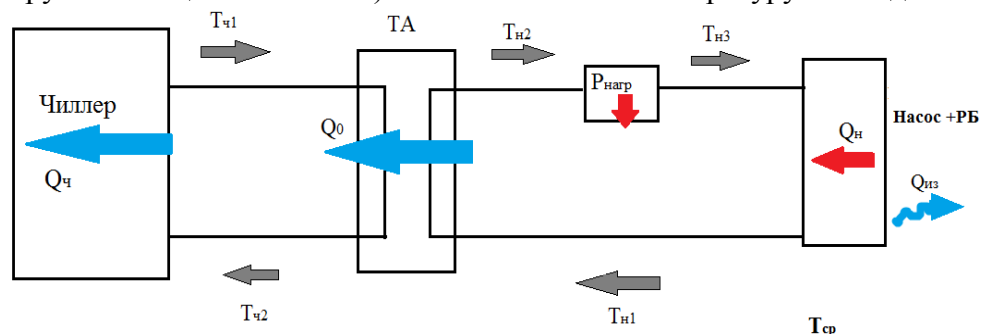


Рис. 1. Тепловая модель СЖО

4. Жидкость с температурой $T_{н3}$ проходит через насос, который выделяет теплоту $Q_n=0,55$ кВт, и РБ. При этом мощность насоса идет на разогрев жидкости, циркулирующей в контуре насоса. Также на всем протяжении движения жидкости в контуре насоса часть энергии теряется за счет тепловой изоляции ($Q_{из}$). Жидкость изменяет свою температуру до $T_{н1}$ и поступает на вход в ТА.
5. Жидкость с температурой $T_{н1}$ обменивается теплотой с жидкостью, циркулирующей в контуре чиллера посредством ТА. На выходе из ТА в контуре чиллера жидкость принимает температуру $T_{ч2}$ и направляется в чиллер, где цикл повторяется вновь. На основе представленной тепловой модели строится математическая модель. Математическая модель основана на известных законах тепломассообмена, с учетом свойств и особенностей составных частей системы.

$$Q_0 - Q_{ч} = C_{pч} \cdot \frac{\partial T_{ч}}{\partial \tau}, \quad (1)$$

$$Q_0 = W_{ч} \cdot (T_{ч2} - T_{ч1}), \quad (2)$$

$$Q_0 = \sigma_{ТА} \cdot \left(\left(\frac{T_{н1} + T_{н2}}{2} \right) - T_{ч} \right), \quad (3)$$

$$Q_0 = W_{н} \cdot (T_{н1} - T_{н2}), \quad (4)$$

$$Q_{н} - Q_{из} = \frac{\partial T_{н1}}{\partial \tau} \cdot C_{pн} + W_{н} \cdot (T_{н1} - T_{н3}), \quad (5)$$

$$Q_{из} = \sigma_{из} \cdot (T_{н} - T_{ср}), \quad (6)$$

$$T_{ч} = \frac{T_{ч1} + T_{ч2}}{2}, \quad (7)$$

$$T_{н} = \frac{T_{н1} \cdot L_{-1} + T_{н2} \cdot L_{-2} + T_{н3} \cdot L_{-3}}{L}. \quad (8)$$

Для решения представленной системы уравнений необходимо произвести ряд промежуточных расчетов, таких как: расчет теплоемкости ОЖ в контурах системы, расчет тепловой проводимости ТА, расчет теплоизоляции трубопровода и РБ. Все расчеты производились с помощью Mathcad. Основная система уравнений была решена итерационным методом с применением численных методов. В результате расчетов были получены графики зависимости температуры от времени.

Таблица. Время достижения поставленных условий

Величина	Режим охлаждения	Режим нагрева
Заданное значение температуры $T_{н2}$, °C	минус 5	+45
Полученное значение температуры $T_{н2}$, °C	минус 5	+45
Шаг по времени $\Delta\tau$, с	2	2
Время τ , мин	20,13	14,10

На рис. 2 представлено протекание процесса в режиме нагрева/охлаждения. Время достижения заданной температуры определялось по значению температуры на выходе из ТА в контуре насоса (на рис. 2 обозначено как $T_{н2}$).

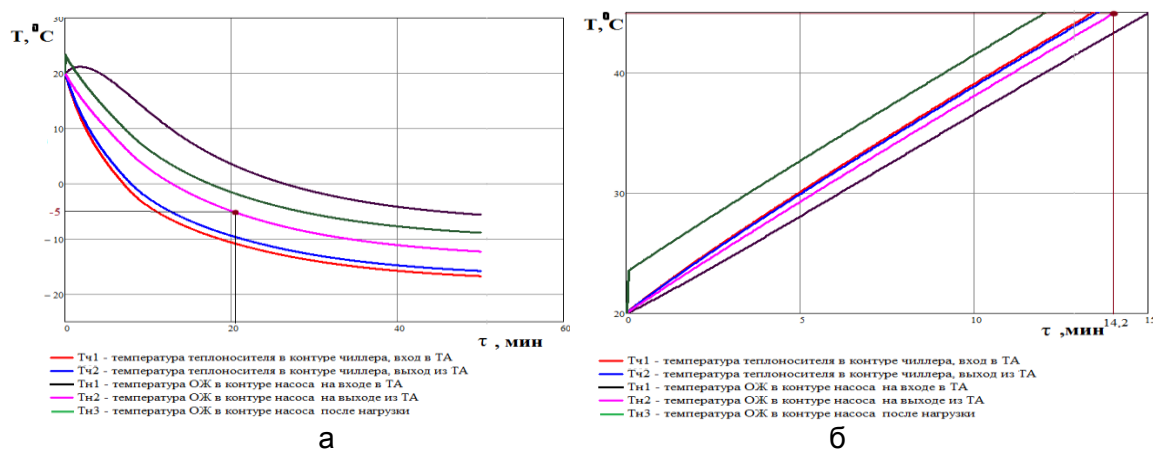


Рис. 2. Процесс охлаждения (а) и процесс нагрева (б)

Разработанная модель позволяет получить время нагрева/охлаждения жидкости на заданную температуру и является универсальной для подобных систем. Результаты эксперимента совпадают с результатами, полученными в ходе расчета.

Полученные оценки динамических режимов использовались при проектировании и будут применены в эксплуатации современных СЖО. СЖО такого рода используются при тестировании серийных радиоэлектронных блоков, и время выхода на режим является определяющим при проверке большого количества блоков.

Литература

1. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. – Л.: Энергия, 1988. – 207 с.
2. Кондратьев Г.М., Дульнев Г.Н., Платунов Е.С., Ярышев Н.А. Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2003. – 560 с.
3. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.

**УЧАСТНИКИ КОНКУРСОВ
КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА
НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ
ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРОВ**



Ведерников Николай Викторович

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4539

Специальность: 010500 – Прикладная математика и информатика

e-mail: VedernikovNV@gmail.com

УДК 519.816 + 004.85 + 004.622

ВЫБОР ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Н.В. Ведерников

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ф.Н. Царёв

На сегодняшний день рост объемов исследуемых данных (возникающих, например, при обработке генома человека, при анализе цифровых следов пользователя, и т.д.) привел к тому, что предмет исследования описывается огромным числом признаков – миллионами и даже миллиардами. Такая размерность исходного пространства признаков обладает тремя принципиальными недостатками:

1. она сложна для восприятия и, поэтому, неинформативна;
2. время работы алгоритмов обучения существенно увеличивается при увеличении числа признаков;
3. большой объем шумовых признаков приводит к переобучению алгоритма.

Для преодоления возникшей проблемы используется два подхода: синтез признаков (feature extraction) и выбор признаков (feature selection) [1]. Оба являются частным случаем задачи выбора модели (model selection).

Существует ряд широко используемых методов выбора признаков. Они разделяются на три категории: методы фильтрации (filtering methods), методы оболочек (wrapped methods) и встроенные методы (embedded methods).

Методы фильтрации существенно быстрее методов оболочек и не зависят от исходных алгоритмов, в отличие от встроенных методов. В них используются метрики для ранжирования признаков, на основании которых строится подмножество признаков с лучшими значениями метрики. При этом подобных метрик используется более двух десятков.

Цель работы – предложить подход для построения итогового ранжирования признаков на основе применения методов теории социального выбора к набору базовых функций ранжирования.

Выбор признаков для семейства функций ранжирования. Задача бинарной классификации ставится следующим образом. Дано множество объектов, описываемых n числовыми признаками $f_j: X \rightarrow R, j = 1, \dots, n$. Тогда пространство признаков объектов есть $X = R^n$, множество признаков есть $F = \{f_1, \dots, f_n\}$. Множество Y – конечное множество номеров (меток) классов, которое в случае бинарной классификации содержит ровно два элемента: $Y = \{-1, 1\}$. Задана обучающая выборка – подмножество признаков объектов с известным номером класса, к которому принадлежит объект: $T^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$. Решающие задачу алгоритмы обычно минимизируют некоторую функцию потерь Q .

Пусть задано семейство алгоритмов выбора признаков $\{s_1, \dots, s_S\}$, такое, что каждый алгоритм s_i : $s_i(F, T^m) = F'_i \subset F$, использует определенную функцию ранжирования r_i .

Рассмотрим семейство ранжирований $\{r_1(F'_1), \dots, r_S(F'_S)\}$. Положим $F' = \bigcup_{i=1, \dots, S} F'_i$ – подмножество признаков, выбранных хотя бы одним алгоритмом. Для каждого $i = 1, \dots, S$ построим ранжирование $r_i^*(F')$ следующим образом: присвоим объектам, попавшим в F'_i , ранг согласно r_i , не попавшим в F'_i – худший ранг. Таким образом, мы получим семейство из S ранжирований F' объектов.

Задача построения итогового ранжирования сводится к задаче коллективного выбора, т.е. для ее решения предлагается использовать систему выборов.

Системы выборов. Задача коллективного выбора формализуется следующим образом. Пусть n избирателей голосуют за m кандидатов (альтернатив) $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$. У каждого избирателя есть упорядоченный список предпочтений $P^i = \{O_{1i}, O_{2i}, \dots, O_{mi}\}$. Система выборов – функция, превращающая набор из n таких списков в общий упорядоченный список.

Система выбора должна обладать пятью свойствами, известными как условия Эрроу. При этом согласно теореме Эрроу, не существует систем голосования для $n \geq 2$ и $m \geq 3$, отвечающим всем пяти условиям.

Перечислим основные подходы к построению системы выборов. Будем следовать [2].

В качестве систем выборов были рассмотрены следующие методы:

- метод Кондорсе (Condorcet);
- метод Борда (Borda);
- метод Эрроу-Рейнольдса (Arrow-Reynolds);
- метод на основании нахождения медианы Кемени (Kemeny Median).

Базовые функции ранжирования. Будем рассматривать алгоритмы фильтрации, основанные на независимом ранжировании, при котором для каждого признака вычисляется определенная мера, на основе значения которой строится ранжирование множества признаков. Мы рассматривали распространенные меры [3, 4]:

- нормализованный информационный прирост (SU = symmetrical uncertainty);
- коэффициент корреляции Спирмана (Sp = Spearman correlation coefficient);
- метрика разницы значений (VDM = value difference metric);
- фит-критерий (FC = fit criterion);
- критерий χ^2 (CS = chi-square).

Результаты экспериментов. Предложенный в работе подход был апробирован на данных, предоставленных компанией «Mail.Ru Group». 30 тыс. пользователей, описываемых множеством сайтов, посещенных ими в последние три месяца (всего 170 тыс. различных сайтов), т.е. каждый пользователь задается бинарным вектором размера 170 тыс.

Для более точной оценки производилось 10 независимых экспериментов, в каждом из которых данные разбивались 60/40 на обучающую и тестовую выборки.

Затем для каждого эксперимента на обучающей выбирались значимые признаки каждым алгоритмом, описанными в первой главе работы. В каждом списке предпочтений выбирались первые 15000 признаков, в качестве опорных признаков, т.е. тех, по которым будет строиться классификатор. В качестве классификатора использовалась логистическая регрессия.

Логистическая регрессия относится к категории линейных классификаторов, т.е. алгоритмов $a: X \rightarrow Y$ вида:

$$a(x, w) = \text{sign}(\sum_{j=1}^n w_j \cdot f_j(x) - w_0) = \text{sign}\langle x, w \rangle,$$

где w_j – вес j -го признака; w_0 – порог принятия решения; $w = (w_0, w_1, \dots, w_n)$ – вектор весов; $\langle x, w \rangle$ – скалярное произведение признакового описания объекта на вектор весов.

Функция потерь для линейной регрессии имеет следующий вид:

$$Q(w) = \sum_{i=1}^m \ln(1 + \exp(-y_i \cdot \langle x_i, w \rangle)) \rightarrow \min_w.$$

По результатам, полученным классификаторами, и данными о правильной принадлежности к классам, строится ROC-кривая, для которой рассчитывается показатель AUC. В табл. 1 приведены значения классификации для всех признаков.

Таблица 1. Среднее значение AUC, для базовых алгоритмов

	SU	Sp	FC	VDM	CS	All
Среднее значение	0,716	0,717	0,661	0,667	0,710	0,712

Затем использовался алгоритм, объединяющий все приведенные методы, для итогового ранжирования использовался каждый из четырех методов, для которых выбираются первые 15000 признаков, для которых также высчитываются значения AUC, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2. Среднее значение AUC, для алгоритма с использованием подходов теории общественного выбора

	Condorcet	Borda	Arrow-Reynolds	Kemeny Median
Среднее значение	0,713	0,713	0,710	0,718

Заключение. В работе предложен подход для построения функций ранжирования на основе методов теории общественного выбора для базового семейства функций ранжирования. Этот подход позволяет комбинировать произвольный набор функций ранжирования.

В работе было показано, что предложенный подход (на основе использования медианы Кемени в качестве системы выборов) превосходит результаты применения каждой из рассмотренных стандартных функций ранжирования по отдельности. Кроме того, в работе было улучшена производительность нахождения медианы Кемени.

Предложенный подход не лишен ограничений. Во-первых, поскольку он учитывает все базовые функции ранжирования, то добавление в это множество недостаточно хороших функций может ухудшить итоговый результат. Это ограничение может быть снято одним из следующих способов:

1. использованием медианы Кемени-Снелла [5], которая учитывает «веса» экспертов, которые можно назначать по работе алгоритмов каждой из базовых функций;
2. последовательным отсеиванием худших функций ранжирования за счет сравнения голосования между подмножествами функций ранжирования;
3. использовать общепотребимые функции ранжирования.

Литература

1. Guyon I., Elisseeff A. An introduction to variable and feature selection // The Journal of Machine Learning Research. – 2003. – V. 3. – P. 1157–1182.
2. Bury H., Wagner D. Kemeny's Median Algorithm: Application for Determining Group Judgement // International Institute for Applied Systems Analysis Laxenburg. 2002 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iiasa.ac.at/~marek/ftppub/Pubs/csm02/bury.pdf>, свобод.

3. Auffarth B., López M., Cerquides J. Comparison of redundancy and relevance measures for feature selection in tissue classification of CT images // *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects*. Springer Berlin Heidelberg. – 2010. – P. 248–262.
4. Saeys Y., Inza I., Larrañaga P. A review of feature selection techniques in bioinformatics // *Bioinformatics*. – 2007. – V. 23(19). – P. 2507–2517.
5. Kemeny J.G., Snell J.L. *Mathematical Models in the Social Sciences*. – Boston: Blaisdell Publishing Company, 1962. – 145 p.



Гринева Анастасия Олеговна

Год рождения: 1993

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № 4212

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: kettaru@mail.ru

УДК 536.2.081.7 + 536.2.083

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАНОКОМПОЗИТНЫХ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

А.О. Гринева

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.П. Волков

Существующие в настоящее время раневые покрытия не отвечают всем современным требованиям, их недостаточная сорбирующая способность способствует скоплению биологических жидкостей. Одним из необходимых характеристик современных перевязочных материалов является их антисептическая активность [1].

Перспективным направлением являются полимерные раневые покрытия на основе гелей с включенными в их состав лекарственными веществами [2]. Скорость рассасывания ран в организме можно регулировать, используя вариативный состав наполнителей полимерных композиций, изменяя дисперсность и т.п.

Целью работы являлось экспериментальное исследование теплопроводности в диапазоне температур 25–125°C ряда образцов полимерных материалов. Основа в них – акриловый гидрогель, а в качестве наполнителя – частицы бентонита, ионизированные серебром (табл. 1).

Для достижения цели работы были проведены экспериментальные исследования теплопроводности на установке ИТ-λ-400.

Таблица 1. Свойства исследуемых образцов

	образец I	образец II	образец II	образец IV
Дисперсность, мкм	0,25–0,5	0,25–0,5	<0,25	<0,25
Доля бентонита в основе, %	5	2	1	5
Доля серебра в бентоните, %	20,7	13	13	13

Над каждым из образцов полимеров проводились опыты, определяющие экспериментальную зависимость λ от T . При определении теоретической теплопроводности полимера берется модель с хаотическим распределением

компонентов в форме кубов, а именно модель с изолированными включениями. Она является наиболее подходящей для концентрации наполнителя менее 10%.

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = 1 - \frac{m_2}{\frac{1}{1-v} - \frac{1-m_2}{3}}; v \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad (1)$$

где λ_2 – теплопроводность зерен наполнителя, Вт/м·К; λ_1 – теплопроводность связующего компонента (полимера), Вт/м·К; m_i – объемная концентрация.

Теплопроводность бентонита определялась через формулу теплопроводности для многокомпонентной системы с приближенным составом, приведенным в табл. 2.

$$\lambda = \lambda_1 [C^2 + v(1-C)^2 + 2vC(1-C)/(vC+1-C)], \quad (2)$$

$$vC = \lambda_2 / \lambda_1,$$

где λ_1, λ_2 – теплопроводность компонентов; C – геометрический параметр модели.

Таблица 2. Ориентировочный химический состав бентонита

Al ₂ O ₃	17	
SiO ₂	52	
CaO	6	
Ag ₂ O	13	20,7
Остальные примеси	12	40,3

Таблица 3. Результаты сравнения для образцов I и II

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda_{\text{эксп}},$ Вт/(м·К)	$\lambda_{\text{теор}},$ Вт/(м·К)	$\delta, \%$	$\lambda_{\text{эксп}},$ Вт/(м·К)	$\lambda_{\text{теор}},$ Вт/(м·К)	$\delta, \%$
	образец I			образец II		
25	0,869	0,744	16,8	0,693	0,575	20,5
50	0,804	0,711	13,1	0,676	0,564	19,8
75	0,859	0,681	26,1	0,749	0,552	35,7
100	0,801	0,625	28,2	0,67	0,535	25,3
125	0,658	0,534	23,3	0,594	0,496	19,7

Таблица 4. Результаты сравнения для образцов III и IV

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda_{\text{эксп}},$ Вт/(м·К)	$\lambda_{\text{теор}},$ Вт/(м·К)	$\delta, \%$	$\lambda_{\text{эксп}},$ Вт/(м·К)	$\lambda_{\text{теор}},$ Вт/(м·К)	$\delta, \%$
	образец III			образец IV		
25	0,797	0,669	19,1	0,731	0,845	13,5
50	0,759	0,63	20,4	0,695	0,787	11,7
75	0,674	0,584	15,4	0,794	0,695	14,2
100	0,656	0,523	25,4	0,764	0,615	24,2
125	0,554	0,451	22,8	0,665	0,533	24,7

Было отмечено, что с ростом температуры теплопроводность падает.

Сравнение $\lambda_{\text{эксп}}$ и $\lambda_{\text{теор}}$ показали погрешность порядка 20%, что вполне допустимо при данных оценочных значениях $\lambda_{\text{теор}}$ и особенностях химического состава акрилового гидрогеля и наполнителя.

Литература

1. Успенская М.В. Акриловые гидрогели в качестве полимерных связующих. Автореф. диссерт. на соискание уч. степени докт. техн. наук. – 2009.
2. Каргин В.А. Энциклопедии полимеров. – М.: Советская энциклопедия, 1977. – Т. 3. – 1152 с.



Комаров Андрей Валерьевич

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4538

Специальность: 010500 – Прикладная математика
и информатика

e-mail: taukus@gmail.com

УДК 004.4'22 + 510.254

АКСИОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ В ФОРМАЛИЗМЕ ЗАВИСИМЫХ ТИПОВ

А.В. Комаров

Научный руководитель – аспирант Я.М. Малаховски

Разнообразные системы контроля версий (VCS) повседневно используются почти всеми разработчиками программного обеспечения (ПО) для работы над проектом. В них могут одновременно разрабатываться множество различных возможностей программы. Являясь одним из основных инструментов в разработке ПО, VCS должна предоставлять гарантии своей корректной работы. Способом достижения этих гарантий является, например, реализация ее на каком-либо языке доказательного программирования. Однако подавляющее большинство VCS реализованы без какой-либо низлежащей теории. SVN, git и прочие повсеместно используемые системы работают на основе алгоритмов и структур данных, для которых нет формального доказательства корректности их работы.

Ранее предпринималось несколько попыток сделать VCS, обладающую такими свойствами. Например, для Darcs [5] была разработана соответствующая теория патчей, однако, доказанной реализации у нее нет. Также существует проект Campr [4], в котором поставлена цель, получить полностью доказанную Darcs-подобную VCS, однако этот проект пока далек от завершения.

Целью работы являлась разработка нескольких «каркасов» для класса VCS на основе одной общей идеи «логицистического» характера с их формализацией, формулировкой и доказательством некоторых их свойств на языке доказательного программирования Agda [1].

Рассмотрение существующих VCS. В работе был дан обзор некоторых существующих VCS. Были рассмотрены как популярные и активно используемые системы (на примере git), так и менее используемые, но более близкие по смыслу к содержанию данной работы (darcs, campr). Про каждую из рассмотренных систем было описано, чем решение поставленной задачи будет отличаться от имеющегося. Также, было дано краткое введение в интуиционистскую теорию типов Мартина-Лёфа [3], изоморфизм Карри-Ховарда [2] и их связь с доказательным программированием на языке Agda [1].

Реализация «каркасов» VCS. Проводились исследования возможных способов ввести формализм для работы с VCS и продемонстрировать его состоятельность, реализовав несколько примеров на языке доказательного программирования с зависимыми типами Agda. Был неформально сформулирован набор примитивов, необходимый для VCS и этот набор был реализован в двух вариантах с разными внутренними структурами, ревизии в которых являются, соответственно, векторами

произвольной заранее выбранной константной длины или двоичным деревом с хранящимися объектами произвольного типа. Примерный набор примитивов включал в себя:

1. непосредственно, структуру ревизии;
2. патч, как некое преобразование между ревизиями;
3. «форма» патча, отвечающая за места в ревизии, которые патч меняет;
4. комбинаторы патчей, позволяющие, при выполнении некоторых условий получить патч, обладающий свойствами обоих скомбинированных.

Для реализованных структур и операций были сформулированы и полностью формально доказаны свойства, показывающие состоятельность введенного формализма, по крайней мере, на данном этапе работы.

Результаты работы. В данной работе была сформулирована задача создания доказанной VCS. К сожалению, эта задача слишком обширна, и полностью решить ее в рамках данной работы не представляется возможным. Были сделаны первые шаги к ее решению. На языке Agda были написано две основы для VCS. В одной из них ревизии являются векторами какой-то длины над произвольным типом. Во второй – двоичными деревьями. Для этих двух видов ревизий были описаны патчи, операции над патчами и свойства этих операций.

Дальнейшим развитием работы видится следующее. Замечено, что два рассмотренных случая получились очень похожими. Хотелось бы выделить какой-то общий интерфейс, набор типов и операций, имея который, можно сказать, что нечто является VCS.

Другим вариантом дальнейшего развития видится реализация интерфейса настоящего приложения, с которым может работать пользователь. Небольшой помехой для этого является то, что в текущей реализации для выполнения операций над патчами требуется иметь доказательство того, что эту операцию можно сделать. Эту проблему можно решить, если написать функцию, по двум патчам возвращающую, либо доказательство того, что их можно объединить, либо доказательство того, что нельзя.

Для первого из двух вариантов такая функция уже реализована. Также, возможны дальнейшие исследования того, какие еще структуры могут быть использованы для ревизий. Например, исследование возможности формализации UNIX-патчей, или, что более, вероятно, патчей Darcs.

Литература

1. Norell U., Chapman J. Dependently Typed Programming in Agda. – 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cse.chalmers.se/~ulfn/papers/afp08/tutorial.pdf>, своб.
2. Sørensen M.H.B., Urzyczyn P. Lectures on the Curry-Howard Isomorphism. – Elsevier Science, 2006. – 273 p.
3. Martin-Löf P., Sambin G. Intuitionistic type theory. T. 17. – Bibliopolis Naples, 1984.
4. Lynagh I. Camp (Commute And Merge Patches) Version Control System. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://projects.haskell.org/camp>, своб.
5. Becker F., Hoffmann G., Kow E., Sittampalam G., Stephens O., Hendricks M., Michael S. Darcs – Free and Open Source Version Control System. – 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://darcs.net>, своб.



Кротков Павел Андреевич

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4538

Специальность: 010500 – Прикладная математика
и информатика

e-mail: krotkov.pavel@gmail.com

УДК 004.4'22

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ КОНФЛИКТОВ ПРИ СЛИЯНИИ ВЕТОК
В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ**

П.А. Кротков

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.Г. Шопырин

Системы контроля версий (VCS) являются одним из основных инструментов, используемых при разработке программного обеспечения [1]. Основными задачами любой VCS являются аудит изменений, вносимых в исходный код разрабатываемого проекта, и корректная обработка ситуаций, в которых несколько разработчиков вносят в проект непротиворечащие друг другу изменения.

Одной из наиболее известных проблем, возникающих в процессе проектирования VCS, является корректная обработка и слияние изменений, вносимых в структуру дерева файлов и каталогов, хранящегося системой. К подобным изменениям можно отнести переименование файлов и каталогов и перенос их в другую часть дерева. До настоящего времени не было предложено единого алгоритма отслеживания и обработки подобных изменений. Одной из причин этого является большое количество сценариев внесения изменений, определить корректный результат слияния которых без участия человека–разработчика не представляется возможным.

Целью работы являлось выделение множества сценариев, в которых, напротив, требуемый результат слияния изменений является очевидным, и разработка алгоритма обнаружения и слияния этих изменений в централизованных VCS. Помимо этого, задачей работы являлась реализация прототипа разработанных методов в Subversion – одной из наиболее популярных централизованных систем.

Исследование существующих решений. В работе проведено исследование решений данной проблемы, реализованных в существующих VCS, таких как Subversion [2], Git [3] и Perforce [4]. Исследование показало, что подобная проблема разрешается или с помощью некоторых эвристик, корректно работающих в большинстве случаев, или с помощью добавления существенных ограничений на работу VCS в целом. Примером такого ограничения может служить версионирование только набора файлов и хранение относительных путей к файлам в качестве их атрибутов, реализованное в системе Perforce. Помимо этого, в работе выполнен анализ предыдущих исследований данной проблемы в системе Subversion [5, 6], ни одно из которых не было доработано до какого-либо практического результата.

Классификация конфликтов. В работе предлагается классификация возможных конфликтов структуры дерева файлов и каталогов на тривиальные и нетривиальные. Целью такой классификации является выделение множества конфликтов, автоматическое разрешение которых без участия человека в принципе возможно. При

введении классификации был учтен опыт работы с языками программирования высокого уровня, в которых ситуация переименования одной из вершин дерева файлов и каталогов является достаточно частой. Примерами таких языков являются Java и C#.

Разрешение конфликтов. Основной причиной возникновения конфликтов, называемых в рамках данной работы тривиальными, является отсутствие явной поддержки операций переименования и переноса вершин дерева файлов и каталогов. В работе предлагается общий метод обработки набора таких операций, выполненных в обеих ветках, участвующих в операции слияния. Общая идея метода заключается, во-первых, в применении операций, совершенных в merge source, к файлам и каталогам merge target, а во-вторых, в учете операций, совершенных в merge target, при применении изменений содержимого вершин дерева файлов и каталогов.

Получение набора операций модификации структуры дерева. Для практической реализации разработанного решения была выбрана система Subversion, в которой, в настоящий момент, не реализовано никакой поддержки таких модификаций структуры дерева файлов и каталогов, как переименование и перенос некоторой вершины. Соответственно, задача получения набора таких операций, необходимого для реализации разработанного метода, не является тривиальной. В работе предлагается два подхода к решению этой задачи. Первым подходом является запись набора интересующих операций в атрибут вершины, являющейся корнем соответствующей ветки. Вторым подходом является сканирование истории и сопоставление некоторых операций копирования вершины некоторым операциям удаления скопированной вершины.

Результаты работы. Оба предлагаемых подхода и решения задачи, основанные на них, были реализованы на уровне прототипа. Важным преимуществом предлагаемых решений является тот факт, что их реализация требует внесения изменений только в клиентскую часть системы Subversion. Проведено сравнение работы разработанных прототипов с существующей версией системы Subversion, а также с системами Git и Perforce, показавшее, что даже разработанный прототип не уступает по своей работоспособности данным системам. Целью дальнейшей работы является доработка одного из прототипов до полного решения и интеграция решения в Subversion.

Литература

1. Collins-Sussman B., Fitzpatrick B., Pilato M. Version control with subversion. – O'Reilly Media, 2008. – 407 p.
2. Apache Subversion [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://subversion.apache.org/>, своб.
3. Git [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://git-scm.org/>, своб.
4. Perforce [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://perforce.com/>, своб.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.apache.org/subversion/MoveDev/>, своб.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foad.me.uk/tmp/svn/moves/>, своб.



Миронович Владимир Анатольевич

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4528

Специальность: 010500 – Прикладная математика
и информатика

e-mail: mironovich.vladimir@gmail.com

УДК 004.05:004.85

ГЕНЕРАЦИЯ ТЕСТОВ ПРОТИВ НЕВЕРНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ

В.А. Миронович

Научный руководитель – ассистент М.В. Буздалов

Тестирование программного обеспечения (ПО) является самой эффективной мерой обеспечения его качества [1]. Обычно доля затрат на тестирование составляет более трети от всех затрат на разработку ПО. В настоящее время все большую популярность обретают способы автоматического тестирования ПО. Одним из таких способов является тестирование с использованием эволюционных алгоритмов.

По всему миру ежегодно проводится множество олимпиад по программированию. При этом при организации олимпиады требуется составление задач и создание набора тестов под каждую задачу, способного выявить неэффективные и неверные решения. Составление такого набора тестов является нетривиальной задачей, качество решения которой является одним из основных факторов, влияющих на уровень олимпиады. Автоматизация генерации тестов для олимпиадных задач позволяет уменьшить трудозатраты и увеличить качество тестов.

Задача о рюкзаке – известная задача комбинаторной оптимизации. Она достаточно неплохо изучена, и для нее известно множество алгоритмов решения [2, 3]. Различные вариации этой задачи часто используются как задания на олимпиадах по программированию. Часто присланные решения не являются полностью верными, но ограничение числа тестов для задач и сложность их составления приводит к тому, что при проверке многие такие решения признаются корректными.

Эволюционные алгоритмы – класс оптимизационных алгоритмов, основанных на модели естественного отбора. Они используются для решения различных оптимизационных задач. Генетические алгоритмы, подвид эволюционных, применяется и для тестирования ПО. Эволюционные алгоритмы были успешно применены для генерации тестов, выявляющих решения олимпиадных задач, неэффективные по времени [4].

В данной работе предлагается использовать эволюционные алгоритмы для генерации тестов против неверных решений олимпиадных задач по программированию. Данная задача существенно отличается от генерации тестов против неэффективных алгоритмов, так как в случае неверных алгоритмов решения сложен выбор функции приспособленности. Не существует универсальной меры того, насколько алгоритм близок к получению неверного ответа. В работе показано, что существуют классы алгоритмов, для генерации тестов против которых можно использовать эволюционные алгоритмы, и показаны результаты их применения для генерации тестов против некорректных решений задачи о рюкзаке. В работе рассмотрены два класса алгоритмов решения олимпиадных задач по

программированию: вероятностные алгоритмы и алгоритмы, использующие параметр в реализации решения.

Для генерации тестов в работе была использована (1+1)-эволюционная стратегия. Для каждого из рассматриваемых классов были проведены исследования с целью получения необходимых параметров генерации тестов, и была выбрана функция приспособленности для эволюционного алгоритма.

Для проверки работоспособности предлагаемого подхода, были использованы решения задачи о рюкзаке – представители выбранных классов – со сборов Петрозаводск-2009. Одно из решений использовало жадный алгоритм решения задачи о рюкзаке с перестановкой входных данных, другое динамическое программирование с уменьшением объема хранимой информации.

Предлагаемый подход был успешно применен для генерации тестов против данных решений, и полученные тесты также успешно работали против других представителей выбранных классов алгоритмов решения олимпиадных задач.

Литература

1. Myers G.J. The Art of Software Testing. – Second Edition. – John Wiley & Sons, Inc., 2004. – 256 p.
2. Martello S., Toth P. Knapsack Problems: algorithms and computer implementations. Wiley-Interscience series in discrete mathematics and optimization. – J. Wiley & Sons, 1990. – 308 p.
3. Pisinger D. Algorithms for Knapsack problems. Technical Report 95-1. DIKU, University of Copenhagen, Denmark, 1995.
4. Буздалов М.В. Генерация тестов против олимпиадных задач по программированию с использованием генетических алгоритмов // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 2(72). – С. 72–77.



Рейх Диана Александровна

Год рождения: 1993

Инженерно-физический факультет, кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга, группа № 4212

Специальность: 140400 – Техническая физика

e-mail: direihe@gmail.com

УДК 697.132.2 + 697.431

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Д.А. Рейх

Научный руководитель – аспирант Д.А. Гладских

Проблема энергосбережения является общепризнанной, однако для жилых домов она носит более острый характер. В настоящее время перерасходы теплоты на отопление жилых и общественных зданий по разным оценкам составляют от 111 до 153% [1]. Вышеизложенное свидетельствует о том, что в существующих зданиях имеются большие резервы экономии тепловой энергии.

Основной целью работы являлась разработка методов мониторинга потребляемой тепловой энергии, разработка метода расчета экономической эффективности от установки автоматизированного индивидуального теплового пункта (АИТП) и проведение анализа энергетической эффективности жилых зданий Санкт-Петербурга на основании разработанных методик.

В качестве основного объекта энергоресурсосбережения в жилищной сфере являются системы теплоснабжения, поскольку на отопление и вентиляцию затрачивается подавляющее количество вырабатываемой энергии. Это происходит в первую очередь из-за нерационального потребления энергетических ресурсов. Одним из наиболее эффективных методов оптимизации теплоснабжения зданий является установка АИТП [2].

В работе проводится сравнительный анализ теплоснабжения зданий при отсутствии регулирования и зданий с установленным автоматическим регулированием на основе двух разработанных методик:

1. оперативный анализ эффективного теплоснабжения по температурному перепаду теплоносителя в обратном и подающем трубопроводах;
2. статический анализ среднесуточного потребления в зависимости от температуры наружного воздуха.

На рис. 1 представлена динамика изменений температуры в обратном трубопроводе и зависимость теплоснабжения от наружной температуры для зданий при отсутствии регулирования. Согласно графику рис. 1, а фактическая температура теплоносителя в обратном трубопроводе обычно выше, чем необходимая расчетная, а, значит, потребление зданием тепловой энергии не оптимально. На графике рис. 1, б виден небольшой разброс значений теплоснабжения, при этом в области средних и высоких температур теплоснабжения зачастую выше необходимого.

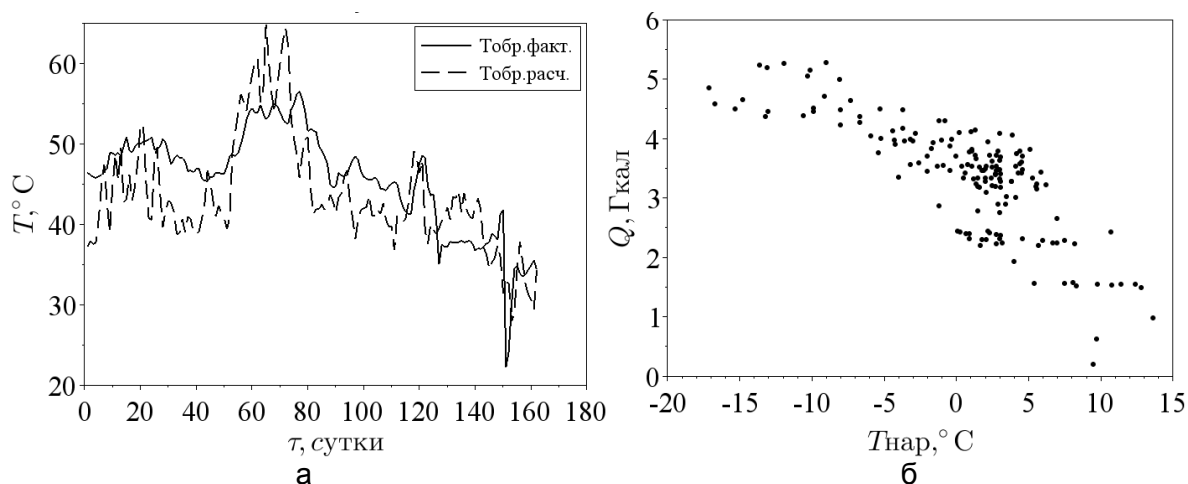


Рис. 1. Анализ теплоснабжения зданий без регулирования (Бассейная ул., д.77)

Принципиальное отличие работы теплового пункта (ТП) с автоматизацией от ТП без автоматизации состоит в учете внешних погодных условий [3]. На рис. 2 представлена динамика изменений температуры в подающем и обратном трубопроводах и зависимость теплоснабжения от наружной температуры для зданий с установленным АИТП.

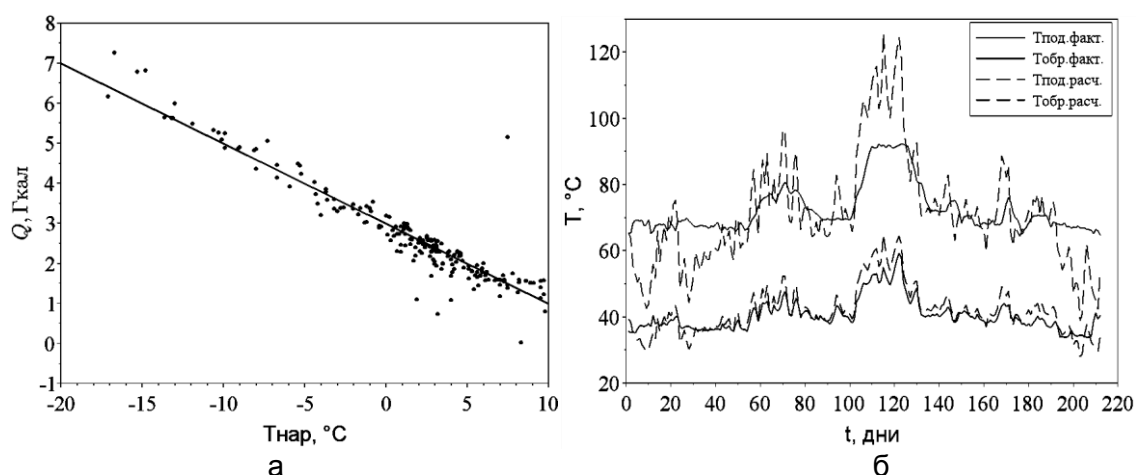


Рис. 2. Анализ теплopotребления здания с АИТП (Пулковская ул., д.17)

Как можно видеть, в начале от котельной приходит теплоноситель с завышенной температурой, однако автоматика работает корректно и даже в этом случае держит параметры в пределах нормы. Кроме того, на графике рис. 2, б наблюдается наибольшая «кучность» и наиболее ярко выраженная линейная зависимость теплopotребления от температуры наружного воздуха.

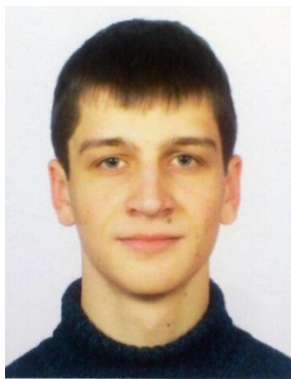
На основе данных анализа зависимости теплopotребления от температуры наружного воздуха можно провести обоснование установки АИТП и подсчитать экономическую эффективность этого мероприятия на примере здания по адресу Пулковское шоссе, д. 36, к.3.

Разница между расчетной и фактической потребленной тепловой энергией за отопительные сезоны 2012/2013 и 2013/2014 гг. составила 227 и 136 Гкал соответственно, что при стоимости 1 Гкал 1175 руб. в 2013 году и 1351,25 руб. в 2014 году составляет 450495 руб. Расчетная стоимость установки АИТП на данный адрес составляет 1220772,78 руб. Средняя стоимость обслуживания АИТП в Санкт-Петербурге составляет 42000 руб. в год. Таким образом, при сохранении указанного потребления окупаемость установки АИТП составит приблизительно 3 года.

Был произведен анализ теплopotребления для 300 жилых зданий на территории Санкт-Петербурга, для 20 из которых оценен экономический эффект от установки АИТП, благодаря чему мы убедились, что установка АИТП действительно является одним из наиболее эффективных мероприятий для экономии энергетических ресурсов, что демонстрируют результаты исследований. Было подсчитано, что окупаемость данного мероприятий в среднем составляет 3–5 лет.

Литература

1. Государственная программа РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». – М., 2010.
2. Примаков Л.В., Чернышов Л.Н. Энергосбережение в ЖКХ. Учебно-практическое пособие. – М.: Альма Матер, 2011. – 560 с.
3. Бурцев В.В. Оптимизация теплopotребления зданий с помощью систем автоматического регулирования: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н.: спец. 05.23.03. – Новосибирск, 2007. – 20 с.



Русин Никита Сергеевич

Год рождения: 1992

Факультет информационных технологий и программирования,
кафедра компьютерных технологий, группа № 4539

Специальность: 010500 – Прикладная математика и
информатика

e-mail: rusinnick@gmail.com

УДК 004.8

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СЛЕПОЙ ПОСАДКИ МАЛОГАБАРИТНОГО БЕСПИЛОТНОГО ВЕРТОЛЕТА

Н.С. Русин

Научный руководитель – В.О. Клебан

На сегодняшний день применение дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) различными компаниями, армией, пользователями издерживаются большим числом факторов: стоимостью, сложностью в эксплуатации, недостаточным качеством полезной нагрузки и т.д.

Современный беспилотный аппарат представляет собой крайне сложный комплекс, включающий систему автоматического управления, систему навигации, различные специфические средства.

Для выполнения некоторых задач, таких как постоянный мониторинг местности, требуется выполнение замкнутого цикла автономной работы этого аппарата, как показано на рис. 1.

Создание точных методов посадки позволит замкнуть этот цикл, тем самым обеспечив автономность.

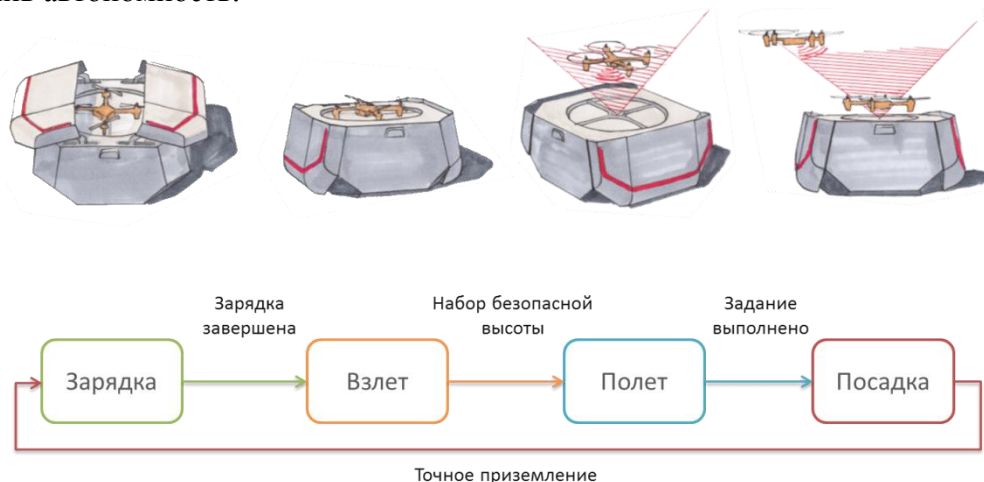


Рис. 1. Цикл автономной работы ДПЛА

Таким образом, **целью работы** являлось создание системы точной слепой посадки, которая обладала бы достаточной точностью, чтобы беспилотный вертолет имел возможность приземлиться на контакты зарядного устройства, и, как следствие, замкнуть цикл автономной работы. При этом система должна обладать простой конструкцией, иметь малый вес и быть устойчивой к помехам.

Система состоит из двух основных модулей: посадочной площадки с вращающейся лазерной плоскостью и управляющим модулем на борту ДПЛА снабженным набором датчиков.

Стоит отметить, что число и расположение датчиков определяется выбранным алгоритмом и остается неизменным с момента установки на ДПЛА. При этом одному и тому же расположению датчиков может соответствовать несколько алгоритмов.

В модуль, отвечающий за площадку посадки, входит контактная поверхность и вращающийся источник лазерного излучения с линзой, формирующей плоскость. При этом лазерное излучение дополнительно модулируется определенной частотой для возможности точного детектирования прохождения луча, а также для измерения приблизительного расстояния до площадки посадки.

Когда лазерная плоскость проходит через датчик, информация об этом фиксируется и ему сопоставляется символ и время регистрации. Далее эта пара параметров подается в управляющий автомат.

В соответствии с заданным принципом работы, строится карта секторов, примеры которых изображены на рис. 2.

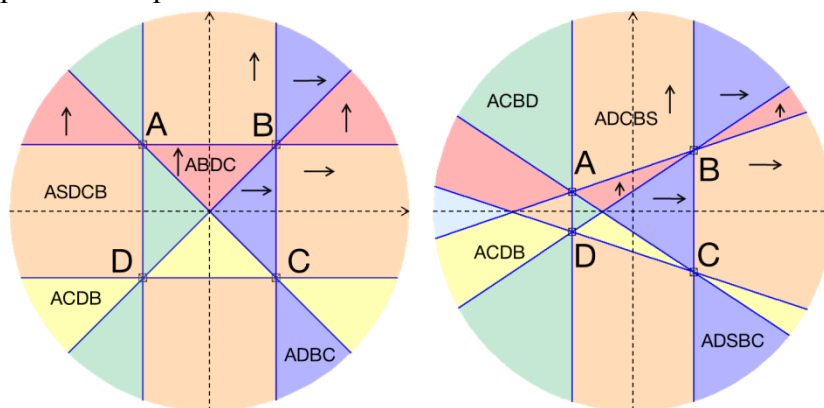


Рис. 2. Построение карты секторов

Каждому сектору сопоставляется кодовая последовательность. Затем сектора с одинаковой кодовой последовательностью объединяются в классы. Каждому классу сопоставляется вектор направления, который выбирается в качестве вектора навигации в случае определения сектора.

К сожалению, в реальности установка датчиков может быть неточной, и в этом случае возникают дополнительные сектора, которым также сопоставляются определенные кодовые последовательности.

Процесс определения направления движения происходит с использованием цепочки автоматов. Из потока символов строится очередь, из которой по одному символы подаются в автомат распознавания, представленный на рис. 3.

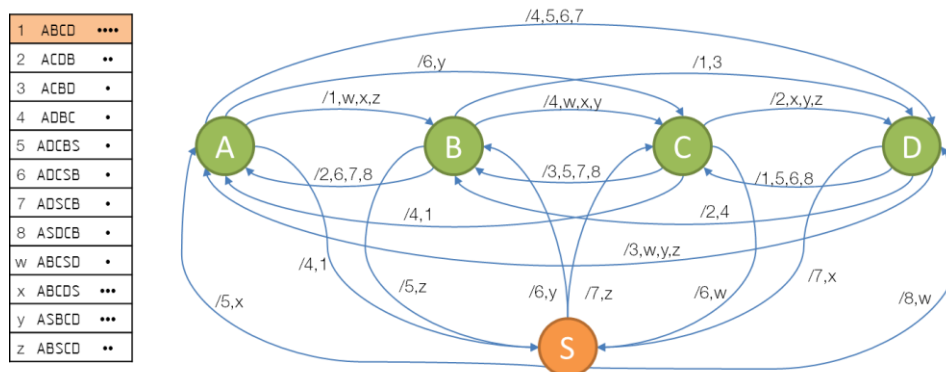


Рис. 3. Автомат распознавания

Процесс распознавания кода происходит через голосование за коды, и в случае совпадения количества голосов с длиной, код выбирается, как сработавший.

Далее распознанному коду соотносится вектор направления и отдается команда на движение. Таким образом, реализуется предложенный итеративный алгоритм посадки.

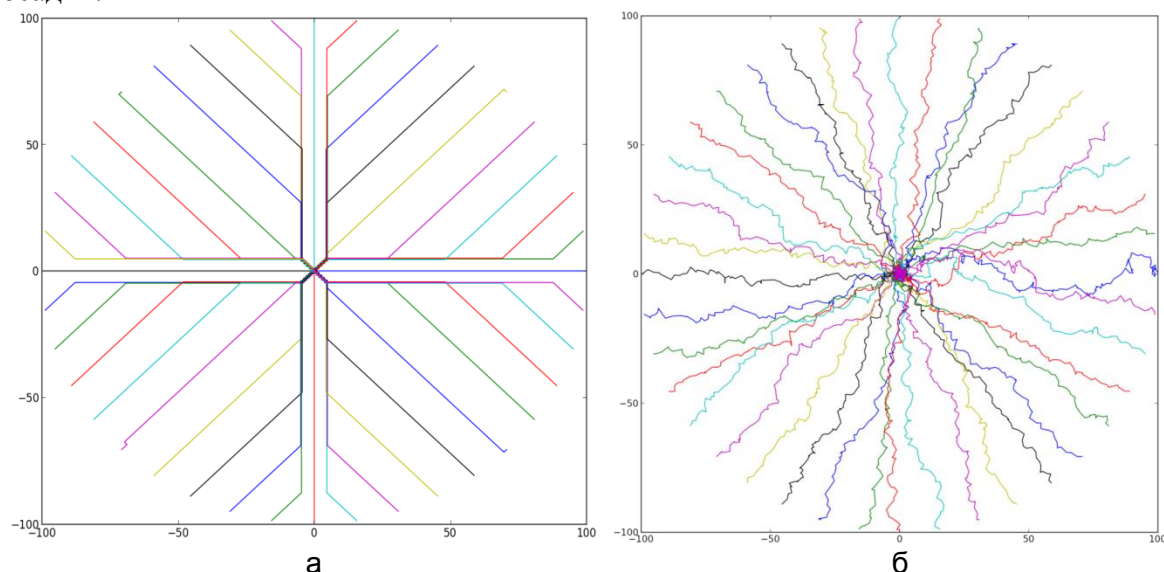


Рис. 4. График сходимости. Простая схема (а) и случайное вращение и ветер случайного направления (б)

Разработанный метод и применяемые алгоритмы были испытаны с использованием моделирования как при обычном режиме (рис. 4, а), так и при наличии разного рода помех (рис. 4, б), что подтверждает хорошую устойчивость алгоритма при различных условиях. На графиках сходимости изображены траектории квадрокоптеров, движущихся из различных точек плоскости к одной площадке посадки.

Помимо этого показана теоретическая сходимость алгоритма, которая подкрепляет полученные результаты.

К достоинствам получившейся системы можно отнести простую конструкцию, отсутствие требований к большим вычислительным мощностям и, как следствие, малый вес оборудования.

Литература

1. Mitra S. Autonomous Quadcopter Docking System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://people.ece.cornell.edu/land/courses/eceprojectsland/STUDENTPROJ/2012to2013/ssm92/ssm92_report_201305171020.pdf, своб.
2. High-Precision Helicopter Landing System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gnss-technology.com/projects_helicopter.htm, своб.
3. Karl E. Wenzel, Andreas Masselli, Andreas Zell, Automatic Take Off, Tracking and Landing of a Miniature UAV on a Moving Carrier Vehicle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cogsys.cs.uni-tuebingen.de/publikationen/2010/Wenzel2010uav.pdf>, своб.
4. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование. – СПб: Питер, 2009. – 176 с.
5. Шалыто А.А. Логическое управление. Методы аппаратной и программной реализации. – СПб: Наука, 2000. – 780 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ	5
Абдула П.А. Исследование конструкций облегчения зеркал контурного сечения	6
Алексеева С.А. Изучение структурно-морфологических характеристик и акустических свойств нано- и микрокомпозитов на основе бактериальной целлюлозы.....	8
Андрианова Е.С. Методика назначения межповерочного интервала счетчиков воды на основе анализа их метрологических характеристик и условий эксплуатации	10
Борисов И.И. Разработка антропоморфного протеза кисти	12
Буйваленко М.С. Исследование процесса сушки пшеничных зародышей инфракрасным излучением длиной волны 1,5–3,0 мкм	14
Власов А.В. Разработка малогабаритного приемопередающего волоконно-оптического модуля для использования в распределенных кабельных измерительных системах	17
Демьянюк В.Ю. De novo секвенирование протеинов на основе top-down масс-спектрометрических данных	20
Кнышев А.И. Исследование адаптивного управления в задачах компенсации внешних возмущений	22
Коробейникова А.А. Исследование и проектирование оптико-электронного автоколлиматора для измерения коллимационных углов с пирамидальным контрольным элементом.....	26
Кравцов Н.О. Автоматическое построение вспомогательных критериев оптимизации для генерации тестов производительности на основе анализа исходного кода	29
Крохалева Н.Э. Моделирование геометрии рабочих поверхностей элементов коленного сустава.....	31
Курганова Е.В. Разработка рецептур и технологий растительно-мясных продуктов специального назначения	33
Ластовская Е.А. Исследование оптико-электронной системы для неинвазивного контроля уровня глюкозы в крови.....	35
Мазулина В.В. Разработка системы управления мобильным роботом на трассе с препятствием.....	38
Мищенко Г.М. Разработка системы определения наличия препятствия с использованием технического зрения.....	41
Рубинштейн И.В. Разработка методики классификации движения нижних конечностей человека, с использованием рядов Фурье	43
Селькин В.Е. Разработка оптико-электронной системы контроля соосности с привязкой к положению реперного элемента.....	46
Трофимов А. Исследование влияния состава ФТР-стекол на спектры поглощения и люминесценции при рентгеновском облучении	48
Трушкина А.В. Исследование поляризационных свойств фазосдвигающих оптических элементов при их произвольной и изменяющейся ориентации в пространстве	51
Щербакова Е.Ю. Фотометр-колориметр для измерения цветовых параметров диффузно-отражающих объектов.....	54

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА УНИВЕРСИТЕТА (ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ ФАКУЛЬТЕТОВ) НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ	58
Александрова О.В. Анализ рынка транспортно-логистических услуг России и разработка рекомендаций степени интеграции транспортно-логистической компании и клиента	59
Идрисов Р.Ф. Исследование спектральных характеристик волоконных брэгговских решеток с дискретно изменяющимся периодом	61
Ильина К.В. Сравнительный анализ методов и средств автоматизации функционального тестирования	65
Кайгородцева Е.В. Анализ эффективности деятельности ОАО «Забайкальская пригородная пассажирская компания»	67
Мерзлякова М.Э. Исследование теплофизических свойств полимерных материалов	69
Разумова И.А. Анализ плоского излучателя в устройстве для калибровки тепловизора.....	72
Сандаков А.О. Влияние солода короткого ращения на вязкость затора и суслу	75
Сосновский Е.А. Распределение приоритетов в системах со средними ограничениями.....	79
Фам В.Х. Исследование оптических свойств пятислойных просветляющих систем.....	81
Чернова О.О. Обоснование целесообразности использования светодиодных ламп для наружного освещения улиц, зданий и магистралей Санкт-Петербурга	83

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСОВ КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ	87
Абдеева А.Ф. Оценка качества теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений по результатам тепловизионного контроля	88
Адамчик М.Н. Автоматизация анализа изменяющихся данных на интернет-сайтах....	90
Акимова А.А. Моделирование плоских параллельных роботов.....	92
Антонов Г.А. Исследование методов сопоставления локальных областей изображения.....	95
Бодров К.Ю. Разработка алгоритмов и программ управления движением четвероногого робот	99
Гладков А.Н. Разработка системы управления пьезоэлектрическим дефлектором	105
Голубев Е.А. Разработка методики определения параметров жима спортивной штанги с помощью инерциальных измерительных устройств.....	109
Горшечникова Е.А. Эффективная реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов в программируемых логических интегральных схемах.....	111
Донских К.В. Влияние малого бизнеса на социально-экономическое развитие Санкт-Петербурга.....	113
Дорохова М.С. Анализ и формирование требований на доработку системы планирования закупок для предприятия ООО «Балтийский Завод-Судостроение» на базе 1С: управление производственным предприятием.....	116
Житенев И.Ю. Применение рефрактометрических технологий для противообледенительной обработки воздушных судов.....	117
Зайцева А.С. Построение многоракурсной системы объемного телевидения	121
Зубаревич В.С. Комплекс интернет-трансляции для клубных соревнований.....	123
Игнатчик М.М. Исследование влияния физических и химических методов	

обработки на свойства смачивания поверхности каналов микрофлюидных устройств.....	126
Ильинский А.В. Оценка погрешности измерения электрической энергии измерительным комплексом на основе однофазного электронного счетчика в условиях эксплуатации	128
Калинкина Е.А. Разработка оптической системы секторного устройства обнаружения	130
Кардаш А.В. Разработка окуляра эндоскопа.....	134
Карпова Т.В. Разработка контроллера для системы автоматизации тепличного хозяйства	137
Клакевич А.В. Распределение приоритетов в системах с вероятностными ограничениями.....	140
Климов А.В. Проектирование поляризационного прибора для контроля внутренних напряжений в полимерных линзах	142
Королев В.А. Сравнительный анализ технологий параллельного программирования в системах с общей памятью.....	145
Липатова Ж.О. Исследование возможности контроля толщины нанослоев, формируемых в вакууме.....	146
Литвиненко П.Ю. Исследование и расчет оптической системы для прожектора TSL-850	149
Лукьянов С.А. Реализация отношения агрегации в синтаксисе языка программирования Java	151
Мартыненко М.В. Средства построения web-приложений на платформе Liferay в кластерном окружении	154
Монич Д.С. Разработка зажимной части (узла) адаптивного захватного устройства..	156
Оршанский А.А. Влияние способов обработки на коллоидную стабильность водно-спиртовых растворов меда	160
Павленко А.А. Разработка конвертера форматов данных, различных программ автоматизированного проектирования оптических систем	163
Пивкина Е.Ю. Автоматизация процесса управления поставками продукции в ресторан «богемиус».....	166
Пименова А.А. Модификация стенда для контроля измерительных рулеток и лент ..	169
Пинаева У.В. Изучение эксплуатационных характеристик акриловых гидрогелей модифицированных бентонитом	170
Пичугин Н.С. Разработка виртуальной машины на базе модели лямбда-исчисления	173
Попов А.Л. Разработка классификатора для оценки качества перевода без использования эталонов перевода	175
Попова Д.А. Имитационное моделирование современных приоритетных дисциплин массового обслуживания на основе AnyLogic.....	177
Порохня П.Н. Оптические свойства фтор-фосфатных стекол с Cu ₂ O	180
Романова А.Р. Тестирование поведения мобильного робота в виртуальной среде Microsoft Robotics Developer Studio.....	182
Ронжин М.С. Автоматизация обработки результатов измерения разрешающей способности фотообъективов.....	184
Савицкая А.А. Сравнительный анализ платформ Business Intelligence.....	187
Сергеева А.А. Анализ и совершенствование процессов тестирования в проекте по разработке программной системы Zukuenftiges Preissystem.....	190
Серебрянский А.Н. Устойчивые варианты метода свертки и обратной проекции в рентгеновской компьютерной томографии	192

Станкевич К.В. Применение ультрафиолетовой спектроскопии для определения фенолов и нефтепродуктов в воде	194
Травина Е.А. Разработка системы автоматизации изготовления теста для кондитерских изделий	196
Фисенко Е.А. Современное состояние и перспективы развития лесного хозяйства Российской Федерации	198
Чепиков Д.Ю. Расчет индивидуальных очковых линз	200
Чубчикова А.И. Расчет и оптимизация жидкостной системы охлаждения.....	203

УЧАСТНИКИ КОНКУРСОВ КАФЕДР НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРОВ	207
Ведерников Н.В. Выбор значимых признаков для задач классификации интернет-пользователей	208
Гринева А.О. Исследование теплопроводности нанокompозитных акриловых полимеров	211
Комаров А.В. Аксиоматизация системы контроля версий в формализме зависимых типов	213
Кротков П.А. Автоматическое разрешение конфликтов при слиянии веток в централизованных системах контроля версий	215
Миронович В.А. Генерация тестов против неверных алгоритмов решения задачи о рюкзаке.....	217
Рейх Д.А. Разработка методов и устройств для оценки эффективности теплопотребления жилых зданий	218
Русин Н.С. Разработка системы слепой посадки малогабаритного беспилотного вертолета	221

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, 2014. – 228 с.

**АННОТИРОВАННЫЙ СБОРНИК
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ
БАКАЛАВРОВ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО**

Главный редактор
Проректор по НР
В.О. Никифоров
Дизайн обложки Н.А. Потехина
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99
Подписано в печать 09.09.14
Заказ 3158. Тираж 100 экз.

При поддержке Совета обучающихся Университета ИТМО