

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых



Санкт-Петербург

2013

Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 197 с.

В издании «Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых» публикуются работы, представленные в рамках II Всероссийского конгресса молодых ученых и X Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых, которые состоялись 9–12 апреля 2013 года в Санкт-Петербургском национальном исследовательском университете информационных технологий, механики и оптики

ISBN 978-5-7577-0439-5



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Авторы, 2013

УДК 338.984

СТРАТЕГИИ И МЕТОДЫ КОММЕРЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА QRBus

К.Л. Абакумова, А.А. Гордейчик, Д.С. Нечаев, М.А. Буряк
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент М.В. Сухорукова

В статье рассмотрены стратегии и методы коммерческого применения технологий ГЛОНАСС/GPS и матричных кодов на базе реально существующего проекта QRBus-сервиса информирования пассажиров на остановках общественного транспорта. Статья содержит базовые аспекты бизнес- и финансового моделирования касательно рассматриваемого проекта.

Ключевые слова: QR-код, ГЛОНАСС/GPS, стартап, startup, транспорт, экономика инноваций.

Введение

В основу статьи положен реально существующий и осуществляемый проект QRBus (<http://qrbus.ru/>).

Если Вы когда-нибудь пользовались городским транспортом, вы наверняка задавались вопросом, «Где автобус!?!», «Как долго придется его ждать!?!». Стоит заметить, что 30 минут в день неоправданного ожидания при 5-ти дневном рабочем графике, это 5 суток в год!

QRBus – это сервис информирования пассажиров о времени прибытия городского транспорта, базирующийся на технологиях ГЛОНАСС/GPS навигации и матричных кодов. Мы получаем информацию от Комитета по транспорту г. Санкт-Петербурга о перемещении транспорта, анализируем ее и представляем в удобной форме на специальной веб-странице, которая доступна посредством специальных QR-кодов, размещенных на остановках общественного транспорта.

QRBus ответит на вопросы как долго ждать транспорт, и как добраться (с учетом реальной ситуации на дорогах). QRBus позволит спланировать маршрут, учитывая потребности людей с ограниченными возможностями. Использование сервиса распространяется как бесплатная услуга на самой остановке. Пользователь считывает QR-код и получает информацию о времени прибытия транспорта.

У проекта есть коммерческая составляющая – система рекламного геотаргетинга – геокупонный сервис. Принцип действия: пассажир сканирует QR-код, узнает время прибытия транспорта, если прогнозируемое ожидание >10 мин, пассажиру предлагается купить по купону кофе со скидкой и без очереди в кафе напротив остановки (кафе как один из возможных кейсов).

Реализуемые задачи

В качестве основной цели в проект было заложено стремление его основателей оказать положительное воздействие на транспортную систему, путем оптимизации существующих решений, их доработки и предложения новых инициатив. В рамках заданных целей взята система общественного транспорта г. Санкт-Петербурга, а именно – наземный транспорт.

Задачи проекта выстраивались относительно классического понимания бизнес-планирования, а именно:

- маркетинговое исследование технологической и объектной предметной области;
- оценка влияния внешней среды, разработка стратегий действий применительно к выявленным угрозам макро- и микросреды;
- при поддержке администрации города, оснащение 70 тестовых остановок Фрунзенского района QR-табличками, информирующими о прибытии транспорта в режиме реального времени, пилотный запуск проекта;

- проработка бизнес-модели, выстраивание базового бизнес-плана;
- построение финансово-экономической модели проекта, выявление стратегий и методов коммерциализации;
- запуск работ по созданию прототипа электронного табло;
- масштабирование проекта с QR-кодами на весь Фрунзенский район;
- масштабирование проекта с QR-кодами на Васильевский район;
- запуск дополнительного функционала планирования маршрутов;
- запуск функционала для людей с ограниченными возможностями;
- добавление базы по движению коммерческого транспорта;
- масштабирование проекта с QR-кодами в рамках города;
- запуск экспериментальных прототипов электронного табло во Фрунзенском районе.

Обращаясь к численным оценкам, стоит заметить, что пассажиропоток и количество объектов внедрения (остановок) – это весомые статистические цифры, а именно:

- количество остановок в Санкт-Петербурге – 7244;
- пассажиропоток на остановках – 1240 млн. в год (из расчета 1998,9 млн. пассажиров в год в Санкт-Петербурге, из которых 38% приходится на метрополитен);
- в среднем – 468 пассажиров на одной остановке в день;
- для передвижения по городу общественным транспортом обычно пользуются 80% взрослого населения Санкт-Петербурга¹;
- наземными видами транспорта – автобусы, маршрутки, троллейбусы, трамваи – пользуются 2270–2320 тыс. чел. или 65–68% горожан.

Несмотря на то, что, казалось бы, проблема лежит на поверхности, и недовольство пассажиров работой общественного транспорта ярко выражено, так же интересно взглянуть на это не в качественном, а в количественном виде.

Оценка работы наземного общественного транспорта

Только 16% тех, кто пользуется общественным наземным транспортом, не испытывают неудобств от этого процесса. Основная проблема общественного транспорта – «приходится долго ждать» (81%). Среднее время ожидания транспорта при поездке на работу (учебу) или с работы (учебы) 20–25 минут! Как следствие, 70% жителей Санкт-Петербурга оценивают работу общественного транспорта неудовлетворительно. А как еще можно оценить работу транспорта со средними интервалами в 20–25 минут?! Значительная часть петербуржцев склонна связывать проблемы городского транспорта с проблемами городского управления¹.

Бизнес-планирование

Возвращаясь к бизнес-моделированию, разделим предложения ценности относительно предлагаемых сервисов и раскладки потребитель/покупатель.

В качестве основного продукта предлагается сервис информирования пассажиров на остановках общественного транспорта Санкт-Петербурга, посредством QR-кода. Потребители-пассажиры города так же люди с ограниченными возможностями, нуждающиеся в информации о приспособленности транспорта для их передвижения.

На данный момент специфика проекта, сужает целевую аудиторию до пассажиров-пользователей смартфонов.

Побочный продукт – система рекламного геотаргетинга – геокупонный сервис.

¹ По данным агентства маркетинговых исследований и консалтинга «Gortis»

Принцип действия: пассажир сканирует QR-код, узнает время прибытия транспорта, если прогнозируемое ожидание >10 мин, пассажиру предлагается купить по купону кофе со скидкой и без очереди в кафе напротив остановки (кафе как один из возможных кейсов). Система геотаргетинга будет ненавязчивым предложением, без перегрузки внимания пользователя.

Покупатель – в качестве основного сегмента, на котором будет запускаться сервис, выбраны около-остановочные кафе, фаст фуд. Здесь в качестве предложения ценности выступает новый канал привлечения клиентов.

Управление проектом осуществляется по методологии LeanStartup, основную суть которой можно свести к трем пунктам:

1. запуск минимально ценного продукта, представляющего ценность для пользователя (MVP);
2. разработка дальнейших гипотез ценности и роста;
3. проверка гипотез и в соответствии с этим корректировка модели реализации.

Так называемое «Бережливое производство» (LeanStartup) позволяет существенно снижать затраты на реализацию проекта. В случае представленного проекта QRBus, основной ресурс – это время команды, которое может быть потрачено на разработку ненужного функционала или вовсе ненужного продукта. Итеративная проверка гипотез позволяет каждый раз заново нащупывать потребность рынка и находить различные пути удовлетворения этой потребности.

Поскольку система геотаргетинга не является первичным продуктом, ее реализация и продвижение отложены до момента набора критической массы в среднестатистическую выборку 1000 запросов на один QR-код. Затраты на реализацию: трудочасы команды QRbus.

Ниже представлены основные выдержки из финансовой модели геокупонного сервиса.

Таблица. Выдержки из финансовой модели геокупонного сервиса

Ставка дисконтирования	20
Период окупаемости – РВ, мес.	15
Средняя норма рентабельности – ARR, %	306,34
Чистый приведенный доход – NPV	4370937,55
Индекс прибыльности – PI	3,91
Внутренняя норма рентабельности – IRR, %	431,3

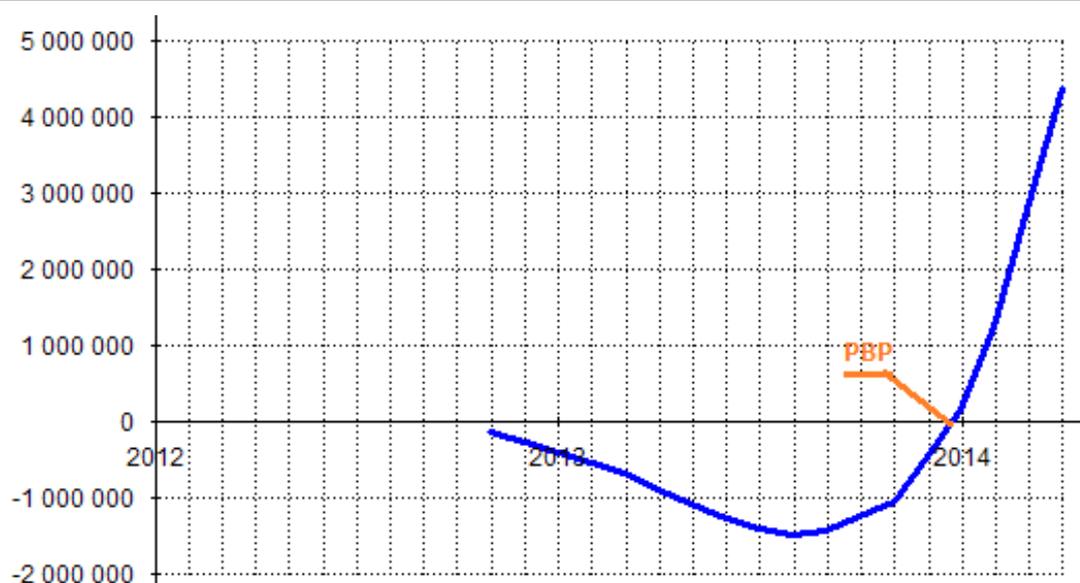


Рис. 1. График окупаемости – NPV

Как видно и приведенных данных, проект отличается довольно высокими показателями рентабельности.

Заключение

Запуск пилотной версии базового функционала проекта состоялся 26 февраля 2013 года на 70 остановках Фрунзенского района Санкт-Петербурга. Старт проекта широко освещался в прессе, на данный момент более 40 публикаций. Мы получили много вопросов и предложений от пользователей социальных сетей. Через некоторое время после запуска проекта было произведено слияние с основными конкурентами.

Запуск и последующая жизнь проекта показали, что была нащупана действительно насущная проблема, к решению которой пассажиры города проявляют активный интерес. В рамках методологии LeanStartup, QR-коды были первым шагом в валидации гипотезы существования рыночной потребности. Совместно с масштабированием сервиса информирования посредством QR-кода, проводятся работы по созданию прототипа – электронного табло – это следующая веха в жизненном цикле проекта. Очень важно понимать, что глобальные решения приходят постепенно, наращивая темп по итеративно-инкрементальному принципу.

Стоит заметить, что в предложенной здесь финансовой модели нет ничего сверхъестественного и фантастического. Экономика инноваций всегда отличается характерными высокими доходами и соответствующими рисками. Стоит учитывать, что проект развивается как стартап, и все его участники работают инициативно – их потенциальные не выплачиваемые зарплаты – основной фактор, влияющий на высокую капитализацию проекта и как следствие высокие показатели эффективности проекта.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://freshle.com/blog/whatislean/>, своб.
2. Голяков С.М. Бизнес-планирование: учеб. пособие. – СПб: Изд. дом СПбГУ, 2004. – 284 с.
3. Osterwalder A. Business Model Generation. – USA: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 288 p.

УДК 65

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШРОТА РАСТОРОПШИ В ТЕХНОЛОГИИ ПИТАНИЯ

А.В. Айрапетян

Научный руководитель – к.б.н., доцент О.Б. Иванченко

Настоящая работа посвящена теме разработки технологии овощного смузи с использованием диетической добавки шрота расторопши. В статье представлены исследования изменения влагосодержания шрота расторопши в зависимости от гидромодуля и времени набухания. Установлено, что на величину влагосодержания влияет время. На основании полученных данных построена модель технологии овощного смузи.

Ключевые слова: функциональные продукты, смузи-напитки, шрот расторопши, силимарин.

Введение

В России наблюдается тенденция к устойчивому росту числа заболеваний, вызванных различными мутагенными и онкогенными факторами окружающей среды. В настоящее время особый интерес проявляется к функциональным продуктам питания,

обогащенными ингредиентами, способствующими сохранению здоровья и профилактики такого рода заболеваний [1].

Рынок функциональных напитков

Родиной понятия физиологически функциональных продуктов питания является Япония, которая в 1989 году приняла закон об улучшении питания, как альтернативу медикаментозной терапии. Японские исследователи оценивают три основных качества функциональных продуктов: пищевая ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие; причем, последнее формируется введенными в состав продукта функциональными ингредиентами.

Физиологически функциональный пищевой ингредиент – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые организмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие особенностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50% суточной физиологической потребности [2].

За последние 20 лет движущей силой развития пищевой отрасли и индустрии напитков являются польза и удобство потребления. На рынке появляется все больше новых изделий целевым образом предназначенных для людей, у которых мало времени, но отдающим предпочтение здоровой пище, в том числе функциональным напиткам, дополняющие обычный рацион. Функциональные напитки – это такие напитки, которые, кроме известных свойств утолять жажду, приносят дополнительную пользу для здоровья человека. В развитых странах сектор функциональных напитков имеет главное значение – это наиболее удобная, естественная форма обогащения организма витаминами, пробиотиками, антиоксидантами, макро- и микроэлементами, полифенолами.

Сегодня популярность здоровой пищи возросла и в России [3]. В настоящее время в нашей стране вопросы здорового питания населения рассматриваются в контексте государственного документа: «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».

Актуальность темы обусловлена необходимостью создания продукции повышенной пищевой ценности и высокого качества функционального назначения. Эту проблему можно решить, совершенствуя существующие и создавая новые технологии функциональных продуктов и, в частности, напитков [4].

В последние годы наблюдается смещение спроса потребителей из сегмента рынка газированных безалкогольных напитков в сектор негазированных напитков, фруктовых соков и коктейлей. Снижение объемов продаж газированных безалкогольных напитков связывают с тем, что потребители все больше стремятся потреблять натуральные и полезные напитки. Аналитическими маркетинговыми исследованиями установлено, что по потребительскому рейтингу уровень признания фруктовых, овощных напитков и пюре является высоким (рис. 1).

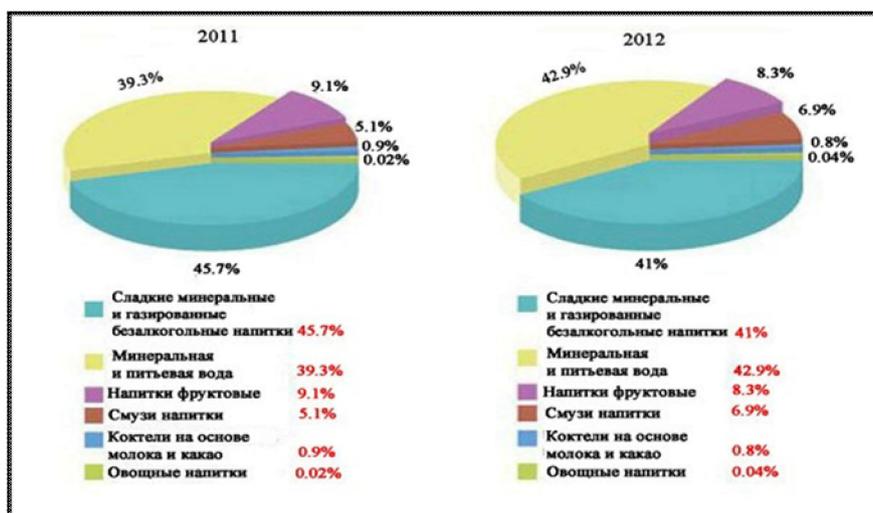


Рис. 1. Анализ спроса безалкогольных напитков на рынке России за 2011 и 2012 годы

На данном рисунке представлен анализ спроса безалкогольных напитков на рынке России за 2011–2012 годы. На диаграмме видно, что спрос на смузи напитки с 5,1% в 2011 году возрос до 6,9% в 2012 году, это говорит о том, что смузи – напитки пользуются спросом. Также негативные последствия внешней среды можно ослабить благодаря проектированию и конструированию продуктов питания с использованием биологически активных функциональных композиций, которые повысят интенсивность обменных процессов, будут регулировать нервно-психические процессы, повышать стресс-устойчивость, увеличивать эффективность защитных и восстановительных процессов, поддерживать жизненный тонус и препятствовать процессам преждевременного старения.

Учитывая вышесказанное, разработка технологии овощной смузи-продукции антистрессовой направленности является актуальной и перспективной. Смузи – холодный десерт в виде смешанных в блендере ягод, фруктов и овощей. Смузи используется в вегетарианском, оздоровительном, детском, студенческом и геронтологическом питании.

Шрот расторопши, как функциональный ингредиент

Шрот расторопши относится к группе растительных гепатопротекторов, оказывающих защитное и восстанавливающее действие на печень. Мука расторопши – это перемолотые семена расторопши, после холодного отжима из них растительного масла.

Семена расторопши пятнистой содержат жирное масло, эфирное масло, хромоны, смолы, биогенные амины и уникальный комплекс флавонолигнанов, главными из которых являются силибинин, силидианин, силикристин. Именно комплекс флавонолигнанов, называемый силимарином, определяет биологическую активность и гепатопротекторное действие расторопши и препаратов, изготовленных из нее, в частности экстрактов из семян и млечного сока.

Гепатопротекторное действие силимарина из плодов расторопши обусловлено его антиоксидантными и мембраностабилизирующими свойствами. Избыточное накопление продуктов перекисного окисления липидов является одним из ведущих патогенетических механизмов поражения клеток печени (гепатоцитов). Это приводит к повреждению липидного слоя клеточных мембран и разрушению клеток [5].

Силимарин препятствует накоплению гидроперекисей липидов и тем самым уменьшает степень повреждения клеток печени. Кроме того, стабилизируя клеточную

мембрану гепатоцитов, силимарин замедляет поступление в них токсичных веществ (как экзогенного, так и эндогенного происхождения). Силимарин также активирует обмен веществ, результатом чего является нормализация белоксинтетической и липотропной функции печени.

Шрот расторопши имеет оздоровительное и общеукрепляющее действие. Компонентный состав шрота богат пищевыми волокнами, которые стимулируют очищение организма от шлаков и токсических веществ, способствуют защите и восстановлению органов и тканей организма.

Проблеме создания функциональных продуктов питания на основе расторопши посвящены работы ряда ученых – Л.Я. Ауэрмана, Р.Д. Поландовой, Т.Б. Цыгановой, В.Д. Малкиной, Л.И. Пучковой, Н.П. Козьминой, В.А. Тутельяна, О.А. Ильиной, Л.Н. Шатнюк, Ю.Ф. Рослякова [6].

Изучение физико-химических показателей томатного смузи

В начале было исследовано набухание шрота расторопши в томатном соке при температуре 18°C, при различных гидромодулях. В качестве контроля использовали томатный сок без шрота. Масса шрота, которая была использована в экспериментах составляла 1,0 г. Определение степени набухания проводилось в течение 120 мин. Как показывают проведенные исследования, скорость набухания смеси была интенсивна на протяжении первых 45–60 мин, а оптимальный гидромодуль составил 1:10 (рис. 2).

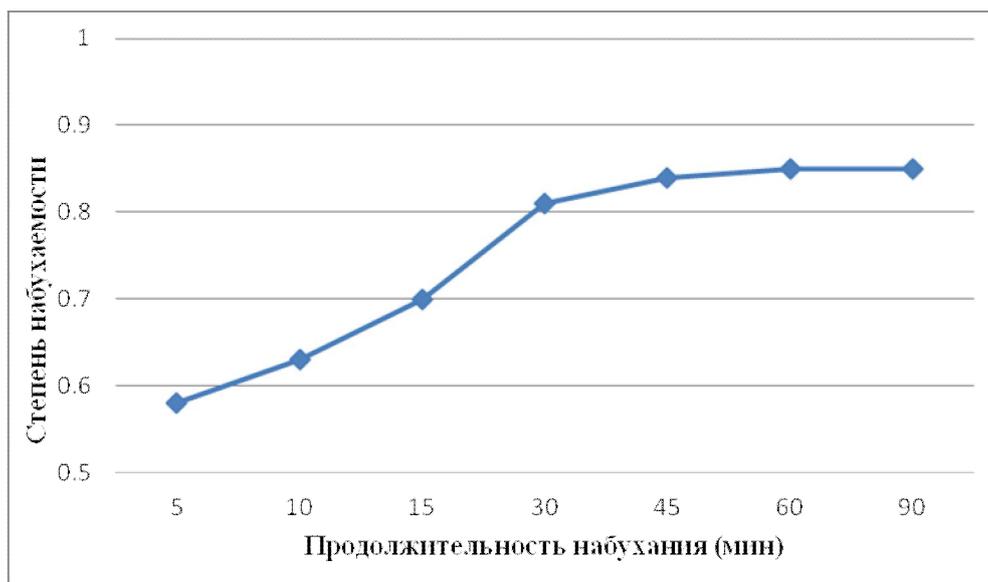


Рис. 2. Зависимость времени набухаемости шрота расторопши в томатном соке

Была также исследована вязкость овощного пюре при добавлении шрота расторопши. Вязкость определялась на вязкозиметре Rheotest, при градиенте 100, температуре 18°C, и продолжительности определения вязкости 30 секунд. Было выбрано 6 образцов, массой шрота 1 и 2 г, концентрация томатного сока 10, 15 и 20 мл, т.е. анализировали образцы с гидромодулем 1:10, 1:15, 1:20, 2:10, 2:15, 2:20.

В ходе экспериментов определено, что значения вязкостей (при температуре 18°C) оптимальны для образцов гидромодулей 1:15 и 1:20, показатели которых приближены к контрольному образцу [7].

Методом титрования была определена общая кислотность на приборе титратор томатного смузи равная 4,2%. Проведена органолептическая оценка томатного смузи, результаты которой представлены на профилограмме (рис. 3). Рассчитана энергетическая ценность томатного смузи, которая равна 61 ккал [8].

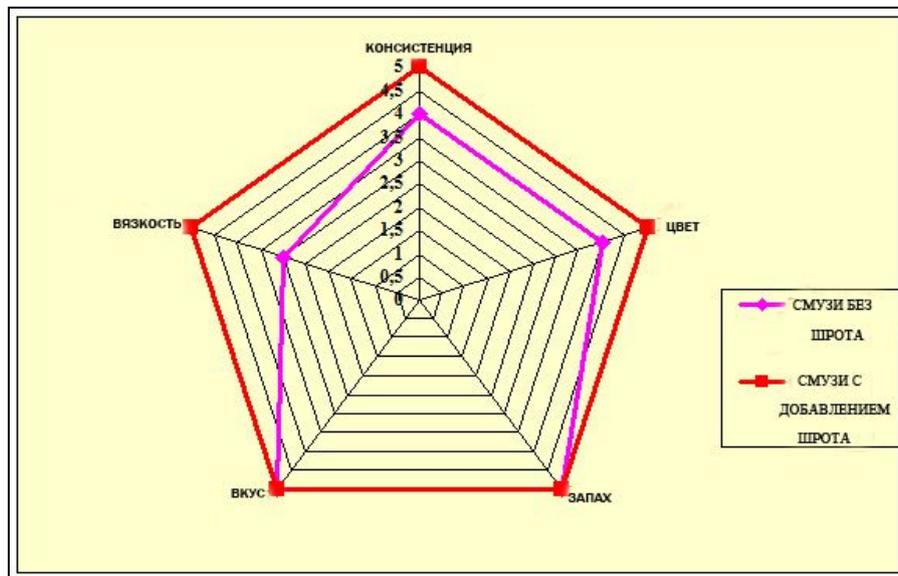


Рис. 3. Профилограмма томатного смузи-напитка

Заключение

В результате проведенных экспериментов была разработана принципиально-технологическая схема овощного смузи с добавлением добавки шрота расторопши.

Таким образом, анализируя данные литературы и полученные экспериментальные данные можно говорить о целесообразности и возможности использования шрота расторопши в производстве смузи-продуктов функционального назначения.

Литература

1. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.]. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
2. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – Введ. 31.05.2005. – М.: Стандартинформ, 2005. – 8 с.
3. Доронин А.Д., Ипатов Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П., Хуршудян С.А., Шубина О.Г. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. – М.: ДеЛи Принт, 2009. – 288 с.
4. Семенкина Н.Г., Цыганова Т.Б., Крылова Е.И. Новые функциональные хлебобулочные изделия с гепатопротекторными свойствами // Пищевая промышленность. – 2010. – № 9. – С. 74–76.
5. Пашенко Л.П., Санина Т.В., Пашенко В.Л. и др. Характеристика расторопши – перспективного компонента хлебобулочных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 9. – С. 60.
6. Уиддоусон М. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов. Справочник. – СПб: Профессия, 2009. – 398 с.
7. Кочеткова А.А., Нестерова И.Н. Функциональные ингредиенты и концепция здорового питания // Ingredients. – 2002. – № 2(9) . – С. 4–7.
8. Патент РФ № 2466566. Напиток и способ его приготовления / Копонен Л., Лахтинен Р., Вестер И.; патентообладатель: Райсио Ньютришн ЛТД; заявл. 24.07.08; опубл. 20.11.12.

УДК 536.421.5

УМЕНЬШЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ НА СВАРКЕ АНИЗОТРОПНЫХ СВЕТОВОДОВ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ

С.М. Аксарин, В.А. Аргеев, А.Ю. Киреенков

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.К. Мешковский

Работа посвящена одной из важных характеристик сварки волоконных световодов – оптическим потерям. Представленный метод уменьшения потерь состоит в оптимизации параметров сварки в стандартном электроразрядном сварочном аппарате. В результате проведенной оптимизации параметров типичные значения потерь на сварке уменьшились с 1,5 дБ до 0,07 дБ.

Ключевые слова: сварка оптических волокон, оптимизация параметров сварки, анизотропные световоды.

Введение

Оптические волокна с напрягающей эллиптической оболочкой представляют большой интерес, так как они могут быть получены с рекордными значениями степени сохранения поляризации излучения (h – параметр $\sim 10^{-6} \text{ м}^{-1}$).

Специфичность данного типа анизотропных световодов обуславливает необходимость определения технологических параметров для их сварки в стандартных дугоразрядных сварочных аппаратах с наименьшими оптическими потерями.

Механизм процесса сварки

Особенности физики сварки волоконных световодов связаны с молекулярной структурой кварцевого стекла, из которого они изготавливаются. Кварцевое стекло – это аморфный материал, состоящий из молекулярных тетраэдров, соединенных вершинами и образующих трехмерную сеть. Упорядоченное расположение четырехгранников наблюдается только для нескольких молекул, однако в дальнейшем порядке преобладает хаотичность их положения [1].

Среди физических характеристик кварцевого стекла наиболее важными для сварки оптических волокон являются вязкость, поверхностное натяжение, степень легирования добавками, термическое расширение (сжатие) и хрупкость. В отличие от кристаллов, стекла не имеют четкой температурной границы между твердым и жидким состояниями, в то же время поверхностное натяжение, вязкость, плотность и другие параметры стекла меняются весьма плавно в большом диапазоне температур [2].

Как известно, вязкость кварцевого стекла уменьшается экспоненциально с увеличением температуры. Для формирования сварного соединения волокно должно быть размягчено, что означает уменьшение его вязкости до определенного значения (обычно до 10^5 пуаз) за счет нагревания примерно до 2000°C [3].

При температурах сварки основной силой, управляющей движением расплавленного стекла, является сила его поверхностного натяжения, действие которой ограничивается главным образом вязкостью стекла. Поверхностное натяжение, с одной стороны, совмещает оболочки свариваемых волокон друг с другом, что, в свою очередь, улучшает юстировку сердцевин, уменьшая потери. С другой стороны, в том случае, когда свариваемые волокна умышленно смещены для компенсации эксцентриситета сердцевин, сила поверхностного натяжения стремится уменьшить смещение, приводя к рассогласованию сердцевин и увеличению потерь [1].

Вблизи места сварки может наблюдаться повышение механических напряжений, вызванное тем, что вязкость и коэффициент объемного расширения стекла зависят от концентрации примеси. Эти напряжения приводят к изменению показателя преломления в месте варки и, в том случае, если коэффициенты расширения свариваемых световодов заметно отличаются, при охлаждении сварка, как правило,

разрушается [4].

Основные параметры сварки, влияющие на оптические потери

В настоящее время для сварки волокон применяются в основном электроразрядные сварочные аппараты, в которых в качестве источника тепла выступает дуговой разряд между парой электродов [6]. Такие аппараты имеют множество параметров, определяющих качество сварки, основными из которых являются: первоначальный зазор между торцами волокон, величина перекрытия торцов, длительность и мощность дуги предварительной оплавки торцов, длительность и мощность основной сварочной дуги. Также важными параметрами являются длительность и мощность дуги предварительной очистки, так как загрязнение на поверхности волокна приводит к образованию летучих газов, которые ведут к образованию пузырей в месте сварки [2].

Методика эксперимента

В настоящей работе был использован сварочный аппарат Fujikura FSM 45-F. Он имеет 40 встроенных режимов сварки для различных типов телекоммуникационных волокон, а также позволяет гибко изменять настройки для случая нестандартных световодов. Режим для сварки оптических волокон типа SMF-28 был выбран в качестве исходного, так как по содержанию диоксида германия в сердцевине волокно SMF-28 близко к исследуемому.

В качестве критерия оптимизации была выбрана величина изменения оптических потерь α_s . На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки.

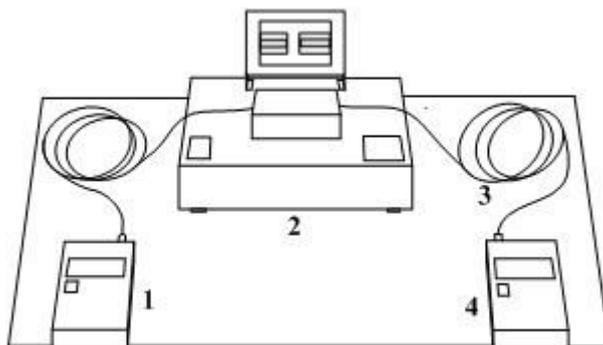


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – источник излучения; 2 – сварочный аппарат; 3 – анизотропное волокно; 4 – измеритель оптической мощности

Методика исследования состояла в следующем. На первом этапе проводилась калибровка показаний фотоприемника. С этой целью в исследуемое волокно длиной около 5 м вводилось излучение, после чего фиксировался уровень прошедшей мощности, который принимался за отсчетный.

На втором этапе волокно разрезалось посередине, после чего две половины сваривались вместе, и наблюдался новый уровень прошедшей оптической мощности. Потери на сварке оценивались по формуле (1), как разница измеренных мощностей до и после сварки.

$$\alpha_s = P_i - P_{cal}, \quad (1)$$

где α_s – потери на сварке; P_i – значение мощности после сварки; P_{cal} – значение мощности после калибровки.

Из рассмотренных методов в настоящей работе был применен метод полной факторной группы. Подбор параметров осуществлялся последовательно, так, чтобы изменение каждого следующего параметра уменьшало или, по крайней мере, не увеличивало уже достигнутый уровень потерь. Сначала были определены подходящие

значения величины зазора и перекрытия торцов. Их начальные значения составляли 15 мкм. Изменение этих параметров производилось с шагом 5 мкм. На каждом шаге осуществлялось по 4 сварки, для уменьшения случайной погрешности, присущей этому процессу. Также установлено, что их наилучшее соотношение составляет 1:1. Далее подбиралась мощность дуги предоплавки. В этом случае ее значение изменялось от начальных 20 bit (специальная единица измерения в используемом сварочном аппарате) с шагом 5 bit. Длительность этой дуги не изменялась, потому что, согласно инструкции к аппарату, ее изменение тождественно изменению силы тока дуги.

С целью определения типичных потерь при подобранных параметрах было сделано 10 сварок. Статистика потерь представлена гистограммой на рис. 2, а, изображение волокна, полученное сварочным аппаратом после сварки, приведено на рис. 2, б.

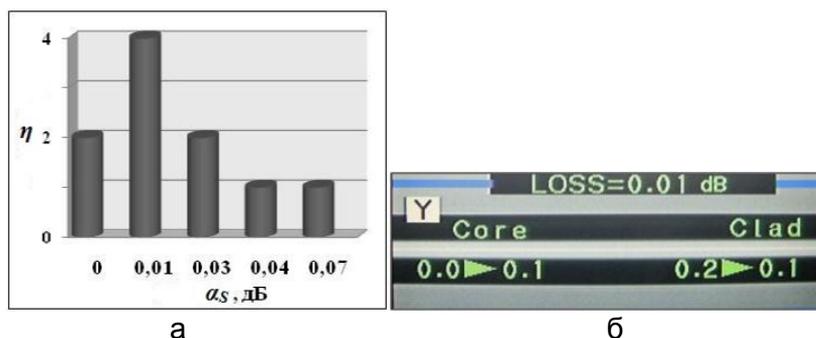


Рис. 2. Гистограмма потерь для сварки с оптимальными параметрами (η – количество сварок) (а); изображение волокна сварочным аппаратом после сварки (б)

Заключение

В работе были определенные параметры сварки анизотропных оптических волокон с напрягающей эллиптической оболочкой, легированных 4 мол.% диоксида германия. Проведен анализ основных физических механизмов сварки кварцевых световодов. Выявлены основные параметры, определяющие качество сварного соединения в случае применения электроразрядного сварочного аппарата.

При помощи оптимизации ключевых технологических параметров сварки анизотропных световодов с напрягающей эллиптической оболочкой удалось получить потери, сопоставимые с потерями при сварке стандартных телекоммуникационных волокон типа SMF-28.

Литература

1. Bansal N.P., Doremus R.H. Handbook of Glass Properties. – N.Y.: Academic Press, 1986. – 680 p.
2. Yablon A.D. Optical fiber fusion splicing. – N.Y.: Springer, 2005. – 319 p.
3. Gerhart Ph.M., Gross R.J., Hohstein J.I. Fundamental of Fluid Mechanics. – Massachusetts, Addison Wesley Publ. Comp., 1985. – 983 p.
4. Tosco F. Fiber Optic Communications Handbook. – PA, Summit, Tab Books, 1990. – 1178 p.
5. Kashima N., Sankawa I. Reflection properties of splices in graded-index optical fibers // Applied optics. – 1983. – V. 22. – № 23. – P. 3820–3825.
6. Tachikura M. Fusion mass-splicing for optical fibers using electric discharges between two pairs of electrodes // Appl. Opt. – 1984. – V. 23. – № 3. – P. 492–498.

УДК 53.082.4

**МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАМЕР
ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕТОДА ЛАЗЕРНО-УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Н.В. Астрединова, Д.С. Сергеев

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Федоров

В статье рассматривается вопрос контроля качества паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей, на примере, камеры 14Д23 и РД 191. Основной проблемой, связанная с проведением контроля данных камер, является невозможность применения традиционных методов неразрушающего контроля, потому что сопло камеры имеет сложную геометрическую форму. В статье представлен новый метод неразрушающего контроля – лазерно-ультразвуковая диагностика и показаны результаты отработки данного метода.

Ключевые слова: паяные соединения, лазерно-ультразвуковая диагностика, пьезопреобразователь, неразрушающий контроль, дефект, контроль, сопло, камера.

Введение

На заводах-изготовителях при изготовлении жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) для ракет носителей «Ангара», «Протон» и «Союз-2» широко применяются средства и методы неразрушающего контроля, обеспечивающие качество и надежность изготавливаемых двигателей. На сегодняшний день остается главный вопрос – обеспечение контроля качества паяных соединений стенок камер ЖРД на всем протяжении изготовления ракетных двигателей. На предприятиях контроль качества пайки подтверждается косвенными методами, в том числе прочностными и огневыми испытаниями (контрольные испытания, контрольно-выборочные испытания и контрольно-технические испытания), что не исключает возможности разрушения сопла ЖРД.

Использование неразрушающих методов контроля, позволяют избежать разрушения готового изделия, т.е. нет необходимости изготовления образцов для проведения контроля, приводит к сокращению времени и снижению материальных затрат, обеспечивает полный или частичный автоматизированный контроль со значительным повышением качества и надежности изделий. На сегодняшний день каждый технологический процесс, направленный на получение ответственных изделий, не вводится в промышленность без определенной системы неразрушающих методов контроля [1].



Рис. 1. Камера сопла ЖРД 14Д23 для ракеты носителя «Союз-2»

Ограничение возможности применения неразрушающих методов контроля связано с конструкцией камеры. Наиболее показательным является процесс

изготовления камеры ЖРД 14Д23 ракеты носителя «Союз-2.1б». Камера ЖРД (рис. 1) представляют собой геометрически сложную конструкцию с множеством различных внутренних полостей (рис. 2), предназначенных для охлаждения сопла в процессе работы двигателя, и труднодоступное для контроля подколлекторное кольцо. Это обстоятельство обуславливает сложность технологии пайки, особенно таких процессов как нанесение припоя и обеспечение стабильности величины гарантированного зазора между сопряженными элементами (рис. 2).

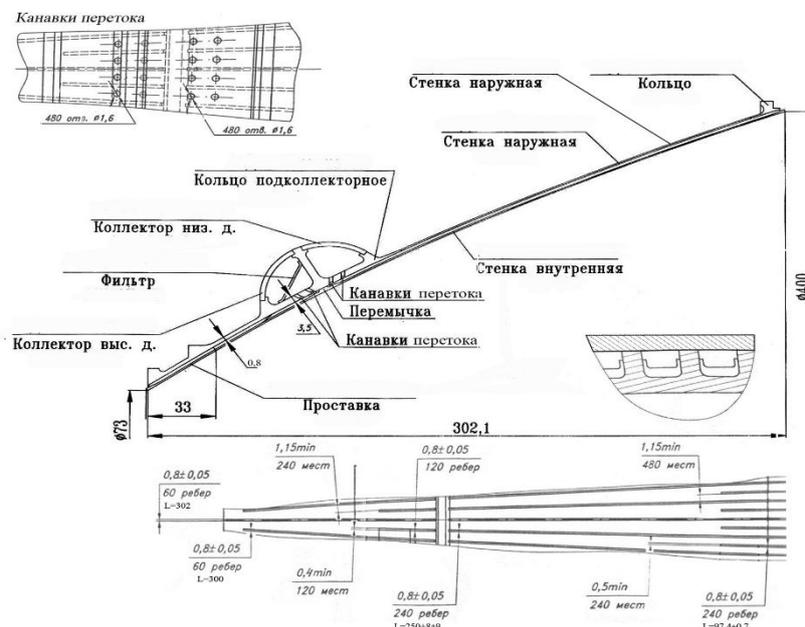


Рис. 2. Эскиз сопла камеры ЖРД 14Д23

Типовые дефекты паяных соединений и методы их определения

Типовыми дефектами паяных соединений, возникающих как в процессе изготовления, так и при эксплуатации являются:

- неспай – отсутствие сцепления паяемого материала с материалом паяного шва;
- непропай – частичное или полное не заполнение паяльного зазора припоем;
- шлаковые включения – темные фазы шлака в паяном шве;
- поры – полости округлой формы;
- эрозия – растворение паяемого материала при пайке;
- подрез – углубление в паяемом материале, не заполненного припоем;
- усадочные раковины и рыхлоты – полости или впадины, образованные при кристаллизации шва;
- заплывание каналов – частичное или полное заполнение канала припоем;
- межзеренное проникновение припоя – распространение припоя по границам зерен паяемого материала;
- паяльные остаточные напряжения – остаточные напряжения, имеющиеся в паяном соединении после охлаждения;
- трещины – возникают под действием напряжений и деформаций металла изделия в процессе охлаждения.

Дефекты, наиболее часто возникающие в паяных соединениях изделий ракетных двигателей в камерах сгорания и наиболее опасные, которые могут привести к разрушению сопла в ходе проведения прочностных и огневых испытаний, являются: неспай, непропай и трещина. Данные дефекты возникают между спаиваемыми поверхностями вследствие нарушения технологии или больших тепловых и (или)

механических напряжений при испытаниях ЖРД 14Д23.

Попытки использования традиционных методов неразрушающего контроля, таких как вихретоковый, рентгеновский и ультразвуковой (с традиционным пьезовозбуждением) с целью контроля качества паяных соединений не привели к положительным результатам. Это связано, прежде всего, с размерами типовых дефектов паяного соединения (неспай, непропай), а также с конструктивными особенностями ЖРД, данные конструкции являются неконтролепригодными. В связи с этим предлагается для контроля качества паяных соединений камер ЖРД использовать новый лазерно-ультразвуковой метод неразрушающего контроля, основанный на использовании термооптического возбуждения ультразвука.

Процесс контроля качества паяного соединения камеры ЖРД

Контроль проводился путем ручного сканирования по внутренней поверхности подколлекторной зоны сопла, эхо-методом при контактном вводе продольных ультразвуковых колебаний с использованием оптико-акустического преобразователя (ОАП), генерирующего продольную волну.

В широкополосном ОАП через прозрачную призму под определенным углом падает лазерный импульс на контролируемую поверхность объекта контроля (рис. 3). Прозрачная призма находится в акустическом контакте с объектом контроля и является одновременно звукопроводом широкополосного пьезоэлектрического приемника. Поверхность преобразователя имеет цилиндрическую форму с кривизной, соответствующей кривизне подколлекторной зоны в окружном направлении.

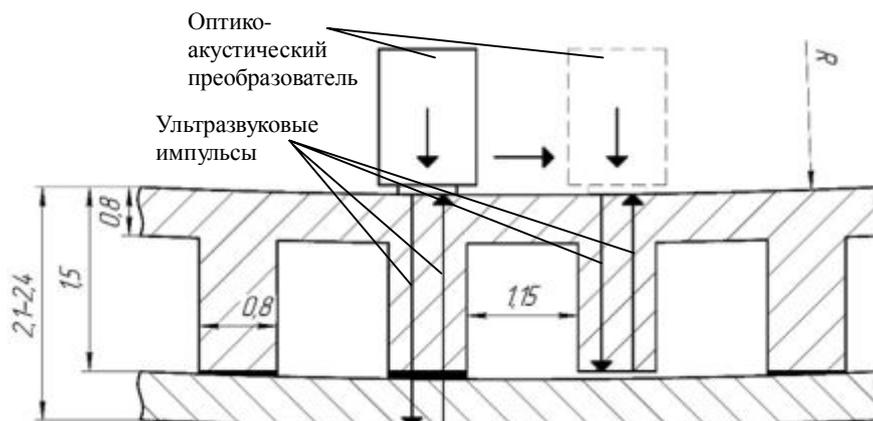


Рис. 3. Схема расположения преобразователя и распространения ультразвуковых волн в объекте контроля

Акустический контакт при контроле обеспечивался прижимом преобразователя к внутренней поверхности подколлекторной зоны через тонкий иммерсионный слой контактной жидкости. Поглощаясь в металле, лазерное излучение нагревает тонкий поверхностный слой объекта контроля и граничащий с ним слой жидкости, что приводит к тепловому расширению и возбуждению ультразвуковых импульсов – акустических сигналов (рис. 3) [2, 3].

При расположении преобразователя на внутренней поверхности подколлекторной зоны в районе ребра ультразвуковые импульсы распространяются в исследуемом объекте в ребре с последующим отражением от внешней поверхности наружной стенки камеры сгорания ЖРД подколлекторного кольца в преобразователь. При наличии качественной пайки ультразвуковые импульсы отражаются с глубины 2,1–2,4 мм (рис. 4).

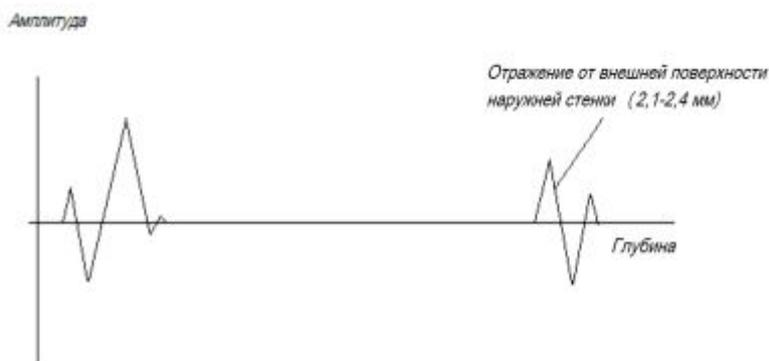


Рис. 4. Амплитудное отображение бездефектной зоны

При наличии несплошности (непропай) возбуждение и распространение ультразвуковых импульсов в объекте исследования происходит аналогично. Отражение ультразвуковых импульсов происходит не от внешней стороны наружной стенки (2,1–2,4 мм), а от границы раздела среды ребро-непропай (1,5 мм) (рис. 5).

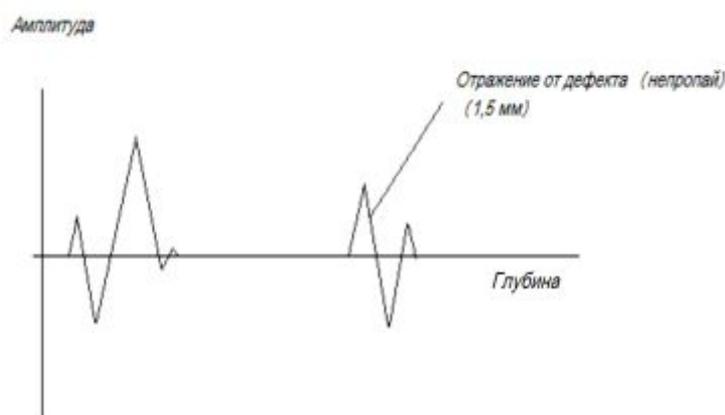


Рис. 5. Амплитудное отображение дефекта (непропая)

Заключение

В ходе проведения данных исследований были получены результаты контроля качества паяных соединений на наличие дефектов типа непропай, которые были подтверждены разрушающими методами и металлографическому контролю. Количество проверенных сопел металлографическим методом – 4. Было произведено вскрытие разрушенных участков. Вскрытые участки исследовались визуально с использованием микроскопа МБС-2.

Металлографические исследования показали следующее:

1. совпадение результатов лазерно-ультразвуковой диагностики (ЛУЗД) и металлографии на сопле с КС № 30 – полное;
2. несовпадение результатов ЛУЗД и металлографии на сопле с КС № 6 и 9 после КТИ, в том числе:
 - на сопле № 6 металлография выявила дополнительный дефект на 1 ребре, не отмеченный ЛУЗД;
 - на сопле с КС № 9 металлография выявила дополнительный дефект на 3-х ребрах.

Метод ЛУЗД качества паяных соединений камер ЖРД показал, что данный метод является наиболее пригодным методом неразрушающего контроля для последующей отработки и внедрения на заводах-изготовителях.

Литература

1. Ермолов И.Н., Ермолов М.И. Ультразвуковой контроль: учебник для специалистов первого и второго уровней квалификации. – М.: Азимут, 2006. – 208 с.
2. Быченко В.А., Кинжагулов И.Ю. Лазерно-ультразвуковой контроль тонкостенных паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей // Изв. вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54(7). – С. 50–54.
3. Быченко В.А., Кинжагулов И.Ю. Методика лазерно-ультразвукового контроля качества изготовления паяных соединений // Изв. вузов. Приборостроение. – 2013. – Т. 56(5). – С. 94–98.
4. Карабутов А.А., Матросов М.П., Подымова Н.Б. Термооптический генератор широкополосных импульсов сдвиговых волн // Акустический журнал. – 1993. – Т. 39(2). – С. 373.
5. Кинжагулов И.Ю. Модель термооптического возбуждения ультразвуковых волн в паяных тонкостенных изделиях // Изв. вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54(7). – С. 39–44.

УДК 004.056

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАРКИРОВАНИЯ НЕПОДВИЖНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Батура

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Ю. Тропченко

В статье приводится краткий обзор некоторых эффективных современных методов цифрового маркирования неподвижных изображений в частотной области, основой которых являются: дискретное вейвлет-преобразование, искусственные нейронные сети и хаотические системы. Представлена краткая характеристика каждого метода, используемый математический аппарат, перечислены основные достоинства и недостатки. Сделан вывод о перспективности использования искусственных нейронных сетей в сфере цифрового маркирования.

Ключевые слова: стеганография, дискретное вейвлет-преобразование, искусственные нейронные сети, хаотические системы.

Вступление

С развитием информационных технологий резко возросла угроза нарушения прав интеллектуальной собственности, связанная с потенциальной возможностью ее неограниченного тиражирования через электронные каналы передачи данных. Цифровые водяные знаки (ЦВЗ) на данный момент являются одним из самых эффективных средств защиты мультимедийной информации от незаконного распространения и модификации.

ЦВЗ представляет собой невидимые человеческим глазом метки, встраиваемые в объект (контейнер), подлежащий защите, по определенному алгоритму. ЦВЗ, внедренный в контейнер должен быть незаметным, необнаруживаемым и устойчивым к искажениям различного типа.

Большинство исследований посвящено использованию в качестве носителей водяного знака (стегаконтейнеров) именно изображений. Это обусловлено следующими причинами [1]:

1. практической необходимостью;
2. относительно большим и фиксированным размером контейнера;
3. наличием в большинстве реальных изображений шумовых структур, отлично подходящих для встраивания ЦВЗ;

4. слабой чувствительностью человеческого глаза к незначительным искажениям изображения.

Методы цифрового маркирования различаются по областям внедрения ЦВЗ:

- внедрение ЦВЗ в пространственную область изображения – основано на изменении параметров пикселей: цветовые составляющие, яркость;
- внедрение ЦВЗ в частотную область изображения – основано на применении линейных ортогональных преобразований: дискретного преобразования Фурье (ДФП), дискретно-косинусные преобразования (ДКП), дискретного вейвлет-преобразования (ДВП).

При использовании методов внедрения ЦВЗ в частотную область, чаще всего используются ДКП и ДВП. Этому есть две причины. Во-первых, соответствующие преобразования эффективно используются при сжатии изображения. Во-вторых, ДКП используются в формате JPEG, а ДВП – в JPEG2000 соответственно. Поэтому использование данных преобразований при встраивании ЦВЗ в изображения вышеперечисленных форматов повышает стойкость ЦВЗ к компрессии изображения.

Целью статьи является обзор некоторых современных методов цифрового маркирования неподвижных изображений в частотной области, разработанных за последние несколько лет.

Схема полухрупкого водяного знака автора Раду О. Прэда (Radu O. Preda)

В своей работе [2] автор представил метод цифрового маркирования полутонового изображения полухрупким ЦВЗ для его аутентификации. Метод основан на блочном встраивании с использованием ДВП и случайных перестановок вейвлет-коэффициентов. Внедряемый ЦВЗ представляет собой случайную битовую последовательность w , сгенерированную секретным ключом k .

Процесс внедрения. Исходное изображение подвергается разложению двумерным ДВП на L уровней. Затем осуществляется выбор коэффициентов из поддиапазонов LH_n , HL_n и HH_n , где $n \leq L$. Выбранный набор коэффициентов подвергается перестановкам при помощи секретного ключа. В свою очередь, получившаяся последовательность коэффициентов делится на группы по d элементов. Параметр d определяет полезную нагрузку водяного знака. Бит ЦВЗ встраивается в каждую группу коэффициентов.

Среднее взвешенное значение каждой группы i вейвлет-коэффициентов оригинального изображения и помеченного изображения определяются по формуле (1) и (2) соответственно.

$$m_i = \sum_{j=1}^d (-1)^j |c_i(j)|, \quad (1)$$

где $c_i(j)$ – j -ый коэффициент группы i .

$$m_i^w = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m_i}{Q} \right\rfloor * Q & \text{если } \text{mod} 2 \left(\frac{m_i}{Q} \right) = w_i \\ \left\lfloor \frac{m_i}{Q} \right\rfloor * Q + Q & \text{если } \text{mod} 2 \left(\frac{m_i}{Q} \right) \neq w_i, \end{cases} \quad (2)$$

где Q – шаг квантования, $\text{mod} 2$ – остаток от деления на 2.

Используя полученные данные из формул (1) и (2) осуществляется изменение коэффициентов $c_{i,\max}$ оригинального изображения с наибольшим абсолютным значением для каждой группы i по формуле (3)

$$c_{i,\max}^w(j) = c_{i,\max}(j) + (-1)^j * \text{sign}(c_{i,\max}(j)) * (m_i^w - m_i), \quad (3)$$

где $c_{i,\max}^w(j)$ – коэффициент, помеченный водяным знаком и

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} -1 & \text{если } x \leq 0 \\ 1 & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

После произведенных преобразований осуществляется двухмерное ДВП для получения изображения, помеченного ЦВЗ.

Процесс извлечения. Процесс получения вейвлет-коэффициентов отмеченного ЦВЗ изображения осуществляется идентично процессу, осуществленному на этапе внедрения ЦВЗ. Среднее взвешенное значение m'_i определяется по формуле (1). Из каждого значения m'_i по формуле (4) извлекается бит ЦВЗ.

$$m'_i = \text{mod}2(|m'_i / Q|). \quad (4)$$

При помощи секретного ключа формируется ЦВЗ, который подвергается сравнению с полученным ранее. При полном совпадении исключается возможность модификации изображения. В противном случае измененные области изображения помечаются по представленному в работе [2] алгоритму.

Преимуществами данного метода является:

- низкая полезная нагрузка ЦВЗ и, как следствие, высокое качество помеченного изображения;
- точное обнаружение места подделки изображения;
- стойкость к локальным атакам, атакам подделки и коллажа;
- стойкость к JPEG-сжатию легкой и средней степени.

Система FFDW

В работе [3] авторов Н.Ченталира Индра (N. Chenthalir Indra) и доктора Е. Рамараджа (E. Ramaraj) представлен метод цифрового маркирования на основе замечательного фасетного водяного знака (FFDW) и ДВП.

Водяной знак получается из исходного изображения при помощи алгоритма на основе сходства самоорганизующихся карт (SBS_SOM), предназначенного для искусственных нейронных сетей. Алгоритм представлен в работе [3]. Входные параметры алгоритма знает только авторизованный пользователь. Следовательно, без знания заданных параметров алгоритма обнаружение водяного знака не представляется возможным.

Генерация ЦВЗ

Из выбранного для защиты изображения извлекаются значения параметров R, G и B соответственно. Далее применяется алгоритм SBS_SOM. Для каждого из трех перечисленных выше параметров создается трехуровневая нейронная сеть для создания водяного знака. Выбираются параметры нейронных сетей, известные только авторизованному пользователю. Параметры R, G и B поступают на вход нейронных сетей для обучения. После первого прохода с третьего (выходного) слоя каждой сети получают тренированные функции карт. По результатам сравнения между входными и полученными параметрами получают три набора водяных знаков соответствующего цвета.

Процесс внедрения. К векторам красного, зеленого и синего цвета исходного изображения применяется ДВП. Атрибуты соответствующих трех цветов водяных

знаков, полученных с выхода нейронных сетей, встраиваются в высокочастотные компоненты *НН* ДВП соответствующих цветов оригинального изображения. Для получения плоскостей соответствующих трех цветов отмеченного водяным знаком изображения применяется обратное вейвлет-преобразование. Помеченное водяным знаком изображение получается комбинированием трех плоскостей.

Процесс извлечения. К изображению применяется ДВП для извлечения ЦВЗ из высокочастотных компонентов. Для восстановления водяного знака применяется алгоритм SBS_SOM.

Преимуществами данного метода является:

- невозможность извлечения ЦВЗ без знания параметров алгоритма SBS_SOM;
- невозможность обнаружения ЦВЗ статистическими или корреляционными вычислениями;
- малое искажение изображения;
- высокая устойчивость к повреждениям и сжатию изображения, а также различному виду шумов: Гаусса, Спекла, Пуассона, соли и перца.

Обратимый алгоритм цифрового маркирования на основе хаотических систем

Данный алгоритм разработан Квиалуном Гу (Qiaolun Gu) и Тиеганом Гао (Tiegang Gao) и представлен ими в работе [4]. Хаотические системы используются для поиска места обратимости схемы и выбора позиции встраивания ЦВЗ. Использование данных систем способствует достижению баланса между обратимостью и стойкостью.

Перед встраиванием полутоновое изображение размером $N \times N$ подвергается предварительной обработке, путем обрезания C_0 пикселей по его краю. Полученное изображение X' размером $(N-2C_0) \times (N-2C_0)$ делится на неперекрывающиеся блоки размером 6×6 .

Процесс внедрения. Хаотическая логистическая карта подвергается многочисленным итерациям по формуле (5) с заданным начальным параметром x_0 . В результате генерируется x_n десятичных дробей.

$$x_{n+1} = 4x_n(1 - x_n). \quad (5)$$

Каждый блок размером 6×6 изображения X' подвергается целочисленному вейвлет-преобразованию для получения блока элементов b размером 3×3 низкочастотного поддиапазона LL_1 .

b_1	b_4	b_7
b_2	b_5	b_8
b_3	b_6	b_9

Рисунок. Массив данных поддиапазона LL_1

Для встраивания ЦВЗ необходимо для каждого блока 6×6 получить пару значений (b_5, b_n) и выбрать пороговое значение T . Для получения серийного номера n применяется формула

$$n = \text{mod}(x_n \times 10^{14}, 9) + 1, \quad (6)$$

где $1 \leq n \leq 9$, $n \neq 5$.

Если $n = 5$, то снова применяется формула (6). Процесс повторяется, пока не будет найден серийный номер, не равный 5. Далее осуществляется непосредственное внедрение ЦВЗ в контейнер. Если бит w водяного знака равен 1 и разность d между значениями b_5 и b_n находится в диапазоне $[-T; T]$, то внедрение осуществляется по формулам:

$$\text{Max}(b_5, b_n) = \text{Max}(b_5, b_n) + \text{Floor}\left(\frac{T - \text{Abs}(d)}{2} + 1\right), \quad (7)$$

$$\text{Min}(b_5, b_n) = \text{Min}(b_5, b_n) - \text{Floor}\left(\frac{T - \text{Abs}(d)}{2} - 1\right), \quad (8)$$

где $\text{Abs}(x)$ – возвращает абсолютное значение x ; $\text{Floor}(x)$ – возвращает ближайшее целое значение x , которое меньше или эквивалентно x ; $\text{Max}(x, y)$ – возвращает большее между x и y ; $\text{Min}(x, y)$ – возвращает меньшее между x и y .

Если бит w водяного знака равен 1 и $d > T$ или $d < -T$, то внедрение осуществляется по формулам:

$$\text{Max}(b_5, b_n) = \text{Max}(b_5, b_n) - \text{Floor}\left(\frac{\text{abs}(d) - T}{2}\right) - 1 \quad (9)$$

$$\text{Min}(b_5, b_n) = \text{Min}(b_5, b_n) + \text{Floor}\left(\frac{\text{abs}(d) - T}{2}\right) + 1, \quad (10)$$

где $d = b_5 - b_n$; $-T \leq d \leq T$.

После каждого внедренного бита значения b_5 и b_n обновляются.

Процесс извлечения. Для извлечения ЦВЗ начальное значение x_0 хаотической логистической карты имеет тоже значение, что и в процессе внедрения. Операции нахождения пар b_5 и b_n аналогичны операциям, представленным выше.

1 Случай: если $d \geq 0$ и $d > T - 1$, то $w = 1$. В противном случае $w = 0$.

2 Случай: если $d < 0$ и $d < -(T - 1)$, то $w = 1$. В противном случае $w = 0$.

Преимуществами данного метода является:

- достаточно большое пороговое пространство для достижения обратимости схемы;
- случайная позиция встраивания каждого бита ЦВЗ в некоторой степени гарантирует безопасность данной схемы.

К недостатку схемы стоит отнести отсутствие обратимости схемы при пороговом значении $T \geq 40$.

Заключение

Цифровое маркирование – динамично развивающаяся область защиты интеллектуальной собственности. Каждый год ученые разрабатывают новые алгоритмы или модификации уже имеющихся. В современных методах цифрового маркирования используются различные вспомогательные методы: от хаотических систем до искусственных нейронных сетей. Нейронные сети являются очень перспективной технологией для встраивания ЦВЗ.

В статье был проведен краткий обзор некоторых эффективных методов цифрового маркирования неподвижных изображений в частотной области, разработанных учеными за последние несколько лет. Было приведено краткое описание методов, выделены их достоинства и недостатки, требующие последующей доработки.

Литература

1. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
2. Preda R.O. Semi-fragile watermarking for image authentication with sensitive tamper localization in the wavelet domain // Measurement. – 2013. – P. 367–373.
3. Chenthalir I.N. and Dr. Ramaraj E. Fine Facet Digital Watermark (FFDW) Mining From The Color Image Using Neural // (IJACSA) International Journal of Advanced Computer

Science and Applications, Special Issue on Image Processing and Analysis. – 2011. – P. 70–74.

4. Qiaolun Gu and Tiegang Gao A novel reversible robust watermarking algorithm based on chaotic system // Digital Signal Processing. – 2013. – P. 213–217.

УДК 5202:535.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТИВОВ БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

К.Д. Бутылкина

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

Выполнено исследование трехзеркальных систем без промежуточного изображения, рассчитанных в области аббераций третьего порядка. Исследование проводилось для систем с высокими относительными отверстиями (более 1:2) и угловыми полями $2\omega = 3-4^\circ$.

Ключевые слова: зеркальные системы, абберации, зеркальные телескопы.

На сегодняшний день вопрос постоянного наблюдения небесного пространства становится все более актуальным. Все больше ученых задаются вопросом защиты планеты от космического мусора, астероидов, пролетающих в опасной близости от Земли. Наблюдения за объектами Вселенной могут объяснить и некоторые явления, происходящие на Земле. Для решения таких задач необходимы мощные телескопы, обладающие одновременно большой апертурой, широким полем зрения и высоким качеством изображения.

Целью работы является исследование конструктивных возможностей создания трехзеркальных светосильных и широкоугольных телескопов.

В качестве исходной принята трехзеркальная система без промежуточного изображения с выпуклым вторым и вогнутым третьим зеркалами (рис. 1).

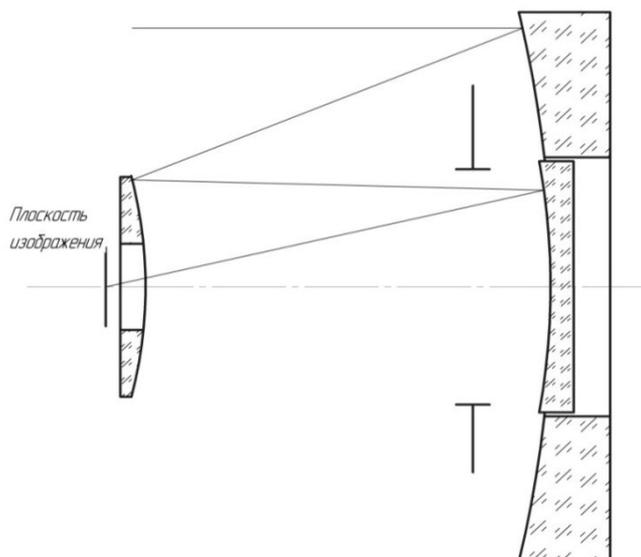


Рис. 1. Оптическая схема трехзеркального широкоугольного телескопа

На первом этапе проводился расчет трехзеркальной системы в области аббераций 3-го порядка. Исправлялись следующие абберации: сферическая абберация, кома, астигматизм, кривизна изображения. При этом задавались: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, h_2$ (α_5 – тангенс нулевого угла с оптической осью, h_2 – высота нулевого луча на главной плоскости).

При расчете зеркальных систем радиусы кривизны поверхностей зеркал (r_1, r_2, r_3) и расстояния между ними (d_1, d_2) не являются полноценными параметрами. Они, как правило, используются для устранения кривизны изображения, получения приемлемых

значений расстояний между зеркалами, а также удобного положения плоскости изображения и допустимого экранирования.

В результате расчета по формулам теории aberrаций третьего порядка были получены формулы для определения коэффициентов деформации зеркал (σ_1 , σ_2 , σ_3), с помощью которых был рассчитан ряд исходных систем.

Проводился анализ этих систем, в результате которого выбирались наиболее удачные конструкторские решения. Системы с большими межосевыми расстояниями громоздки и неудобны, наиболее удачными будут системы, в которых расстояние между первым и вторым зеркалами и расстояние между вторым и третьим зеркалами приблизительно равны ($d_1 \approx d_2$). Желательно также, чтобы изображение не находилось в промежутке между зеркалами, а было вынесено за вершину вторичного зеркала.

В результате исследования было получено, что в области реальных систем форма второго и третьего зеркала может меняться от гиперboloида до сплюснутого эллипсоида, т.е. могут быть найдены решения со сферическими вторым или третьим зеркалами. А форма первого зеркала меняется от эллипсоида, близкого к параболоиду, до гиперboloида.

При значении $\alpha_3=0$ и $h_2=h_3$, т.е. при параллельном ходе лучей между вторым и третьим зеркалами, расстояние между первым и вторым зеркалами зависит только от h_2 , а расстояние между вторым и третьим зеркалами d_2 может задаваться из конструктивных соображений исходя из возможности защиты плоскости изображения от постороннего света, отраженного только от третьего зеркала, экранирования, вносимого третьим зеркалом, и удобного положения плоскости изображения.

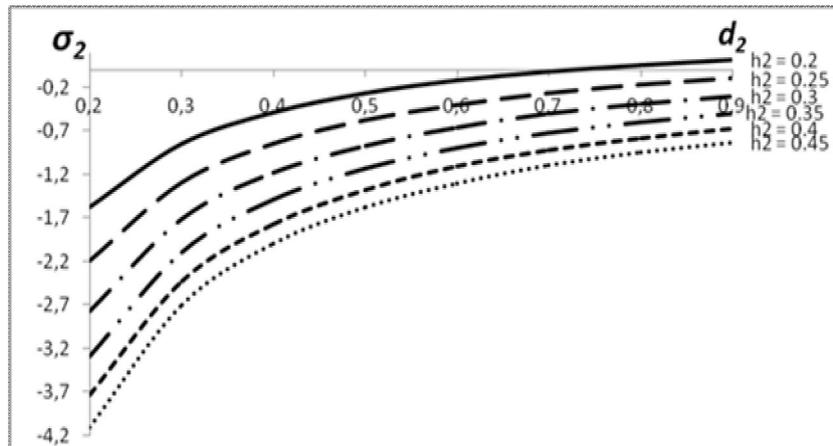


Рис. 2. Зависимость коэффициента деформации второго зеркала от расстояния между вторым и третьим зеркалами

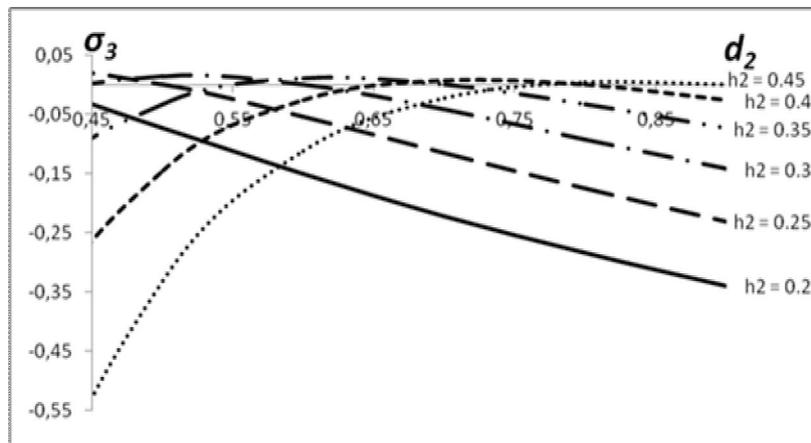


Рис. 3. Зависимость коэффициента деформации третьего зеркала от расстояния между вторым и третьим зеркалами

На рис. 2 и 3 приведены зависимости коэффициентов деформации зеркал от расстояния между вторым и третьим зеркалами при параллельном ходе лучей между ними.

Из рис. 2 видно, что может быть найдено только одно решение со сферическим вторым зеркалом ($h_2=0,2, d_2=0,73$).

Из рис. 3 следует, что может быть найдено множество решений со сферическим третьим зеркалом.

Наличие сферического зеркала значительно упрощает процесс изготовления и контроля объектива, уменьшает его стоимость.

В дальнейшем планируется провести исследование в области aberrаций высших порядков, а так же рассмотреть вопросы экранирования и защиты от постороннего света.

Литература

1. Чуриловский В.Н. Теория хроматизма и aberrаций третьего порядка. – Л.: Машиностроение, 1968. – 311 с.
2. Тихомирова Г.И. Трехзеркальные астрономические объективы // Изв. вузов. Приборостроение. – 1967. – № 12. – С. 70–75.
3. Теребиж В.Ю. Современные оптические телескопы. – М.: Физматлит, 2005. – 80 с.

УДК 681.786, 681.3

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПЗС-ФОТОПРИЕМНИКЕ

А.Л. Игин, И.Н. Гладков

Научный руководитель – ассистент А.Л. Игин

Существует большое количество способов определения координат объекта по его изображению на многоэлементном фотоприемнике. Однако к определенным условиям эксперимента необходимо выбрать наиболее точный алгоритм определения. В работе сделан обзор основных видов шумов, способов фильтрации изображения и способов определения координат центра изображения. Создан графический интерфейс для изучения работы алгоритмов определения центра изображения в различных условиях.

Обзор видов шумов

Шумы бывают разных видов и разной природы. Наиболее распространенными видами шумов являются шумы, связанные с электронными помехами приемника, а также связанные с ошибкой кодирования и передачи информации от элементов фотоприемника на центральный процессор. Первому типу шумов соответствует математическая модель аддитивного Гауссова шума, интенсивность которого по всей матрице распределена по нормальному закону [1]

$$\rho = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где ρ – плотность вероятности величины шума x ; μ – математическое ожидание величины шума; σ – среднеквадратическое отклонение величины x [1].

Второй распространенный вид шумов – это импульсный шум. Суть его заключается в том, что с момента передачи данных с фоточувствительных элементов до получения данных процессором могут возникать ошибки кодирования и передачи. Заключаются они в том, что значения некоторых пикселей обнуляются или изменяются на фиксированную величину.

В реальных ситуациях чаще встречается комбинация этих двух видов шумов. Поэтому алгоритмы фильтров необходимо анализировать на примере каждого из видов

шумов, а также на их комбинации.

Обзор способов предварительной обработки изображения

Обзор методов выделения объекта из фона. В работе были рассмотрены два метода выделения объекта из фона:

1. выделение контуров объекта с помощью функции градиента;
2. выделение контуров объекта с помощью Лапласиана.

Одним из наиболее простых способов выделения границ является пространственное дифференцирование функции яркости. Для двумерной функции яркости $A(x; y)$ перепады в направлениях x и y регистрируются частными производными $\partial A(x; y)/\partial x$ и $\partial A(x; y)/\partial y$, которые пропорциональны скоростям изменения яркости в соответствующих направлениях.

В практических задачах требуется выделять контуры, направление которых является произвольным. Для этих целей можно использовать модуль градиента функции яркости

$$\nabla A(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial A(x, y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial A(x, y)}{\partial y}\right)^2} \quad (2)$$

или оператор Лапласа, который является квадратом функции градиента:

$$\Delta = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}, \quad (3)$$

которые пропорциональны максимальной (по направлению) скорости изменения функции яркости в данной точке и не зависит от направления контура.

Обзор методов фильтрации. В работе были рассмотрены следующие методы сглаживания изображения с целью уменьшения шумов:

- сглаживание изображения с использованием матричных фильтров;
 - уменьшение шумов за счет пороговой фильтрации;
 - уменьшение шумов с помощью медианных фильтров.
1. Сглаживание изображения с использованием матричных фильтров. Простейший прямоугольный сглаживающий фильтр радиуса r задается при помощи матрицы размера $(2r+1) \times (2r+1)$, все значения которой равны $1/(2r+1)^2$, а сумма значений равна единице. Это двумерный аналог низкочастотного одномерного П-образного фильтра скользящего среднего. При фильтрации с таким ядром значение пикселя заменяется усредненным значением пикселей в квадрате со стороной $2r+1$ вокруг него. Пример маски фильтра 3×3 :

$$M_1^{low} = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

2. Уменьшение шумов за счет пороговой фильтрации. Пороговая фильтрация может задаваться следующим образом:

$$B(x, y) = \begin{cases} A(x, y), & A(x, y) - m_N N \leq p \\ m_N, & A(x, y) - m_N > p \end{cases}. \quad (5)$$

Величина p является порогом фильтрации. Если величина центральной точки фильтра превышает среднее значение отсчетов m_N в ее M -окрестности на величину порога, то она заменяется средним значением. Значение порога может быть как константой, так и функционально-зависимым от величины центральной точки.

Такой метод может дать хороший результат при правильном вычислении порога фильтрации. Например, если вычислить порог, используя элементы математической статистики, то можно полностью избавиться от Гауссова шума на изображении.

3. Уменьшение шумов с помощью медианных фильтров. Медианная фильтрация

изображений наиболее эффективна, если шум на изображении имеет импульсный характер и представляет собой ограниченный набор пиковых значений на фоне нулей. В результате применения медианного фильтра наклонные участки и резкие перепады значений яркости на изображениях не изменяются. Это очень полезное свойство именно для изображений, на которых контуры несут основную информацию [2].

Для упрощения дальнейшего рассмотрения ограничимся примером фильтра с квадратной маской размером $N \times N$, при $N=3$. Скользящий фильтр просматривает отсчеты изображения слева-направо и сверху-вниз, при этом входную двумерную последовательность также представим в виде последовательного числового ряда отсчетов $\{x(n)\}$ слева-направо сверху-вниз. Из этой последовательности в каждой текущей точке маска фильтра выделяет массив $w(n)$, как W -элементный вектор, который в данном случае содержит все элементы из окна 3×3 , центрированные вокруг $x(n)$, и сам центральный элемент, если это предусмотрено типом маски:

$$w(n) = [x_1(n), x_2(n), \dots, x_w(n)]. \quad (6)$$

В этом случае значения x_i соответствуют отображению слева-направо и сверху-вниз окна 3×3 в одномерный вектор.

Элементы данного вектора, как и для одномерного медианного фильтра, также могут быть упорядочены в ряд по возрастанию или убыванию своих значений:

$$r(n) = [r_1(n), r_2(n), \dots, r_w(n)], \quad (7)$$

определено значение медианы $y(n) = \text{med}(r(n))$, и центральный отсчет маски заменен значением медианы. Если по типу маски центральный отсчет не входит в число ряда (6), то медианное значение находится в виде среднего значения двух центральных отсчетов ряда (7) [2].

Методы повышения контраста. Применение контрастирующей маски. Если сглаживающие фильтры снижают локальную контрастность изображения, размывая его, то контрастоповышающие фильтры производят обратный эффект и, по существу, являются фильтрами высоких пространственных частот. Ядро контрастоповышающего фильтра в точке $(0, 0)$ имеет значение, большее 1, при общей сумме значений, равной 1. Например, контрастоповышающими фильтрами являются фильтры с ядром, задаваемым матрицами [2]:

$$M_1^{contr} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}; M_2^{contr} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Эффект повышения контраста достигается за счет того, что фильтр подчеркивает разницу между интенсивностями соседних пикселей, удаляя эти интенсивности друг от друга. Этот эффект будет тем сильнее, чем больше значение центрального члена ядра. Характерным артефактом линейной контрастоповышающей фильтрации являются заметные светлые и менее заметные темные ореолы вокруг границ [2].

Способы определения координат изображения объекта на приемнике с помощью определения координат энергетического центра

Одним из самых удобных методов определения координат изображения на приемнике является определение энергетического центра изображения. Данный метод является сравнительно простым и дает необходимую точность определения координаты.

В работе рассмотрено три способа определения координат энергетического центра изображения. С помощью этих алгоритмов программным образом можно зарегистрировать появление нового объекта в кадре и отследить траекторию его движения.

1. **Определение координат энергетического центра изображения через среднеквадратическое значение.** Вычислим координаты энергетического центра по следующим формулам:

$$i_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{z_{акт}} \sum_{j=1}^{kz_{акт}} [n(i, j) i]}{\sum_{i=1}^{z_{акт}} \sum_{j=1}^{kz_{акт}} [n(i, j)]}; \quad j_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{z_{акт}} \sum_{j=1}^{kz_{акт}} [n(i, j) j]}{\sum_{i=1}^{z_{акт}} \sum_{j=1}^{kz_{акт}} [n(i, j)]}. \quad (9)$$

Здесь i_{Σ} – x -координата энергетического центра; j_{Σ} – y -координата энергетического центра; i – номер столбца; j – номер строки; $n(i, j)$ – значение ячейки с номером i, j .

Данный способ является простым в реализации, что делает этот алгоритм наиболее быстрым. Однако этот алгоритм не учитывает шумы, которые могут повлиять на точность определения координат объекта.

2. **Определение координат центра изображения с использованием алгоритма, основанного на нормальном распределении.**

1) Простейший алгоритм выделения точек объекта.

Был рассмотрен простейший алгоритм вычитания фона, он сохраняет первый кадр видеопоследовательности, а потом для каждого следующего кадра применяет порог к модулю разности текущего и сохраненного изображения по каждому пикселю.

- сохраняем первое изображение видеопоследовательности. Обозначим его U_i , а яркость точек как B ;
- для каждого следующего кадра обозначим текущий кадр U_j , а яркость точек как C . Если модуль разности сигналов $B(x, y)$ и $C(x, y)$ не превышает параметра 3σ (где $x=1\dots w, y=1\dots h$; w и h – это ширина и высота картинка соответственно), то пиксель (x, y) считается переднеплановым, иначе он считается заднеплановым [4].

2) Алгоритм, основанный на нормальном распределении.

Рассмотрим алгоритм, использующий нормальное распределение. Данный алгоритм моделирует каждый пиксель заднего плана с помощью одномерной нормально распределенной случайной величины, т.е. $B \sim N(x, \mu, \sigma)$, где x – значение яркости пикселя; μ – среднее значения яркости по всему кадру; σ – среднеквадратичное отклонение (СКО) значения яркости в пикселе [4].

Первые n кадров (когда в камере виден только задний план) для каждого пикселя алгоритм производит оценку параметров модели μ и σ , используя аппарат математической статистики, а после того как обучение закончено, попиксельно использует вероятностный порог для того, чтобы определить принадлежит ли значение пикселя заднему плану или переднему.

Обучение модели заднего плана по первым n кадрам. Для оценки параметров модели и для каждого пикселя можно применять выборочное среднее и СКО значений в данном пикселе т.е.

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i, \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \mu)^2, \quad (10)$$

где C_i – значения в пикселе по первым n кадрам.

Далее для каждого следующего кадра и для каждого пикселя. Обозначим C значение в текущем кадре для (x, y) пикселя. Если $\frac{|\mu - C|}{\sigma} \leq e$, то данный пиксель сегментируется в задний план, иначе он сегментируется в передний план.

Параметр e влияет на чувствительность алгоритма. Очень часто пользуются $e=3$. Это связано с тем, что нормально распределенная величина с вероятностью 99,7% попадает в интервал 3σ (в мат. статистике «Правило 3σ »).

Данный алгоритм является более точным, чем первый, так как анализирует всю

картинку и с помощью методов математической статистики точнее выделяет изображение объекта из заднего плана. В свою очередь этот способ более емкий и его реализация будет занимать большее количество времени, чем в первом случае [4].

3. **Определение координат энергетического центра путем выделения изображения из фона с использованием весовой функции объектива.** Наиболее распространенным алгоритмом оценки координат изображения точечного объекта, формируемого на матричной структуре элементов фотоприемного устройства (ФПУ), является алгоритм вычисления координат энергетического центра, аналогично как в первом способе (9).

Как известно, в случае использования оптической системы при малых (до единиц градусов) углах падения лучей на плоскость входного зрачка весовая функция объектива может аппроксимироваться гауссоидой вращения

$$E(x, y) = \frac{\Phi e}{2\pi R^2} e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\pi R^2}}, \quad (11)$$

где R – условный радиус кружка рассеяния, определяемый на уровне $E_m/\sqrt{e} \approx 0,606E_m$, или определяемый исходя из aberrаций оптической системы.

Поскольку реальные размеры изображения на фоточувствительной площадке ФПУ ограничены сравнительно небольшой областью в окрестностях наиболее освещенного элемента, то на практике при малых шумах можно существенно ограничить (до 7–9) число слагаемых под знаком суммы в выражениях (9).

Подобный алгоритм требует минимальных вычислительных затрат – несколько операций сложения и умножения (в зависимости от размеров изображения), а также одну операцию деления. Это позволяет его использовать в быстродействующих системах оптической пеленгации при сравнительно небольшом уровне помех. При этом, как показывает анализ, шумовая составляющая среднеквадратической погрешности измерения координат изображения σ_x (или σ_y) обратно пропорциональна отношению сигнал/шум.

Разработка виртуальной лабораторной работы

Для исследования шумов в программе MATLAB была создана программа с графическим интерфейсом (рис. 1), содержащая математический аппарат всех рассматриваемых шумов, фильтров и способов определения координат центра изображения. Рабочее окно программы состоит из рабочей области с параметрами (столбик кнопок слева), диалогового окна, в котором отображается информация по работе программы, и графической области, в которой отображается текущее состояние тестовой матрицы.

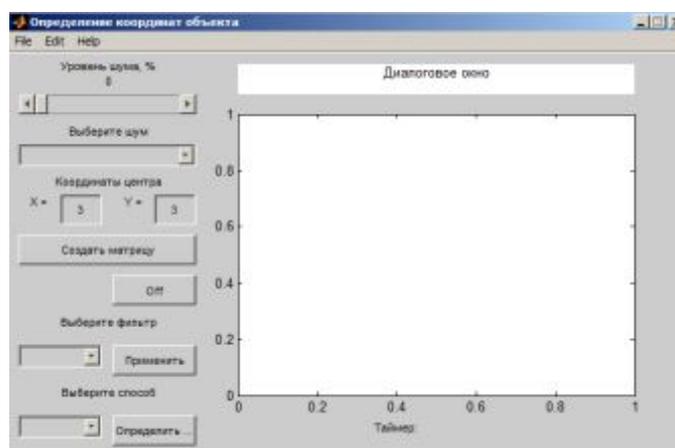


Рис. 1. Графический интерфейс программы для определения энергетического центра изображения

Данная программа создает тестовую матрицу размерностью 320×256 пикселей для проверки работы фильтров и алгоритмов.

Порядок работы следующий:

- выбор уровня шума, для которого необходимо установить эффективность алгоритма;
- выбор вида шума (Гауссов, Импульсный, Комбинированный);
- установка источника света с центром в координатах (x, y) ;
- создание тестовой матрицы;
- выбор фильтра и его применение;
- выбор способа определения координат энергетического центра изображения и их определение;
- далее возможно повторное применение любого фильтра и повторное определение координат центра изображения.

Также для анализа эффективности фильтров программа строит графики зависимости погрешности значения определяемых разными способами координат центра изображения (Δ , номера элементов) от уровня шума (L , %) для каждого вида шумов. Данная функция встроена в меню программы.

$$\Delta = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}, \quad (12)$$

где x, y – найденные координаты центра; x_0, y_0 – истинные значения координат центра объекта.

Программа анализирует работу каждого алгоритма в комбинации с каждым фильтром и записывает данные в виде таблицы в файл с расширением .xls, таким образом можно легко построить графики в программе Excel. В качестве примера рассмотрим построение графиков для анализа работы различных способов определения координат центра объекта после применения медианного фильтра к изображению, содержащему комбинированный шум. (Способ 1 основан на нормальном распределении; Способ 2 основан на нахождении среднеквадратического значения; Способ 3 основан на аппроксимации весовой функцией).

На рис. 2 изображены зависимости погрешности определения координаты центра от уровня комбинированного шума без предварительной обработки. На рис. 3 – те же зависимости, но уже после применения медианного фильтра. По графикам видно, что после применения фильтра в диапазоне уровня шумов от 0 до 60% Способ 1, основанный на нормальном распределении, определяет координаты центра с высокой точностью. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в присутствии Гауссова и импульсного шумов Способ 1 в комбинации с медианным фильтром дает наилучший результат.

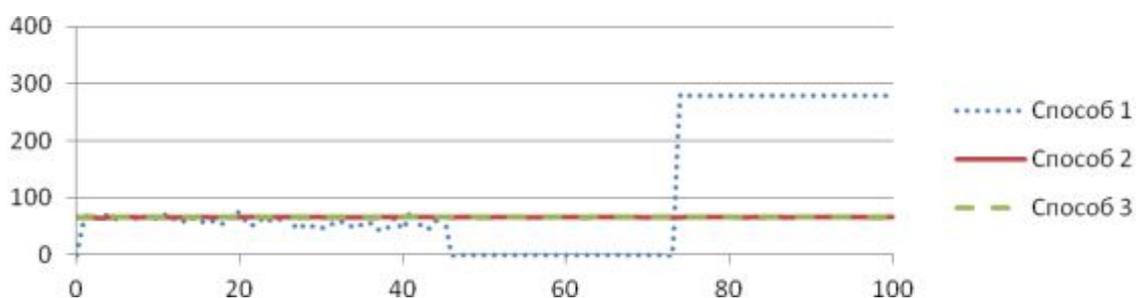


Рис. 2. График зависимости $\Delta(L)$ без применения фильтра для комбинированного шума

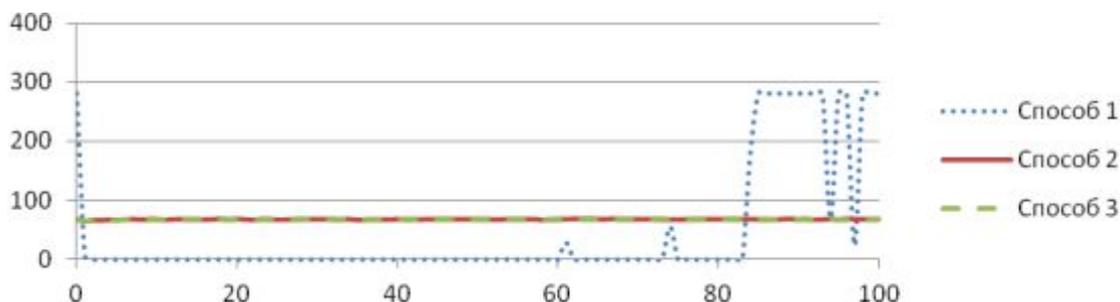


Рис. 3. График зависимости $\Delta(L)$ после применения медианного фильтра

Таким образом, студент, выполняющий лабораторную работу в данной программе, получит навыки по анализу эффективности работы алгоритмов определения координат энергетического центра изображения, ознакомится с основными видами шумов и способами их устранения, а также получит навыки по построению и анализу графиков.

Литература

1. Данилова Ю.А. Разработка системы фильтрации изображений на основе адаптивных алгоритмов. Дипломная работа. – СПб: СПбГУ, 2009. – 26 с.
2. Давыдов А.В. Тема 16. Медианные фильтры. Цифровая обработка сигналов. – 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/212590/>, своб.
3. Коротаев В.В., Краснящих А.В. Телевизионные измерительные системы. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 108 с.
4. Кочин А.В., Трещалин А.П. Определение координат быстро движущегося объекта с использованием низкоскоростных видеокамер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jurnal.org/articles/2008/inf42.html>, своб.
5. Андреев А.Л. Моделирование и расчет автоматизированных видеоинформационных систем наблюдения за объектами. Методические указания к лабораторным работам. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 77 с.

УДК 664.8.047 (075.8)

DRYING TECHNIQUES

O.R. Glazkova

Supervisor – A.G. Serebryanskaya

Thermal dehydration is the most common and cost-effective technique for preservation of foods and for the production of traditional as well as innovative processed products such as snacks with desired functionalities. This article will contain a review of some conventional drying methods used for food drying.

Keywords: Spray dryers, infrared rays drying, freeze-drying or lipofilization, microwave drying.

Drying technology as a method of food preservation refers to the early history of human existence.

The drying process is to remove moisture from the product. It prevents the growth of microorganisms that deplete the product, because microorganisms need moisture. Drying reduces weight, and often volume, which is very profitable for transportation and significantly reduces costs. Dried foods have almost unlimited shelf life under proper conditions. These advantages make drying one of the best methods of preservation.

Nowadays, there are several widely used drying methods in industrial production. But none of them can fully ensure cost-effective and high-quality food products. Limiting factors are the duration of the process, high capital investment in equipment, sensitivity of many food products to high temperatures. In addition maintenance of color, texture, nutritional value of

food is choosing a method of dehydration.

Figure shows different drying techniques which are used in the food industry. Dryers are classified according physical nature and moisture of source material.

Spray dryers are used when you need short-time contact of the dried product with the termoagent and if fast drying is necessary. This type is used for drying heat-sensitive solutions, such as extracts, enzymes, sugar solutions, as well as blood substitutes.

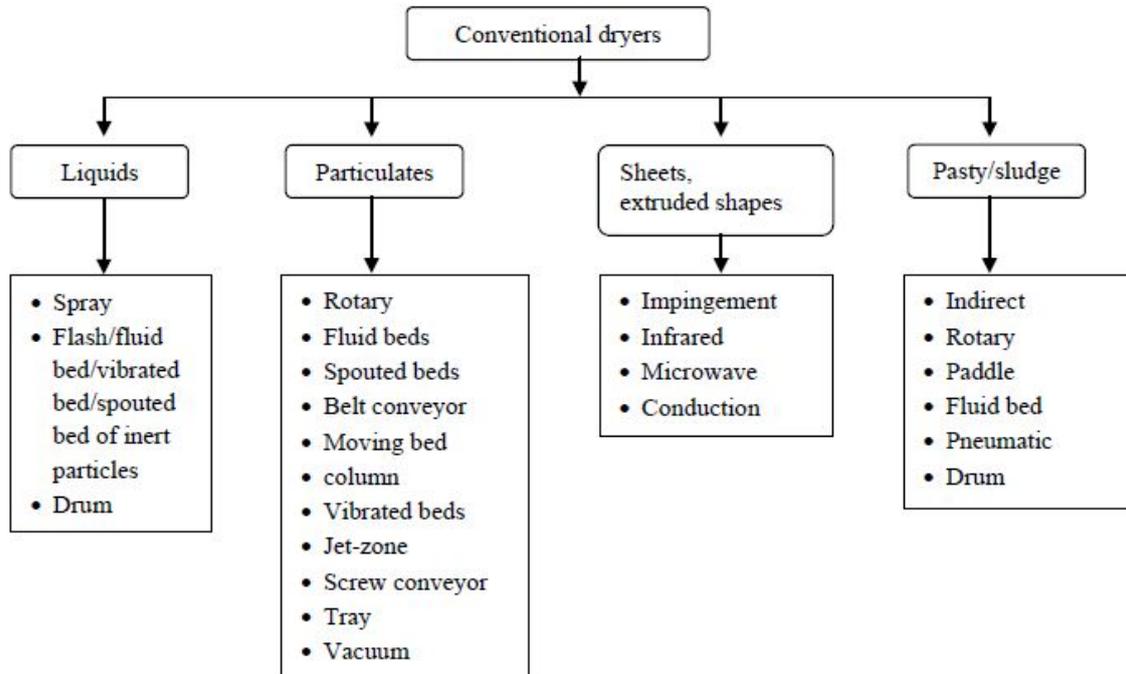


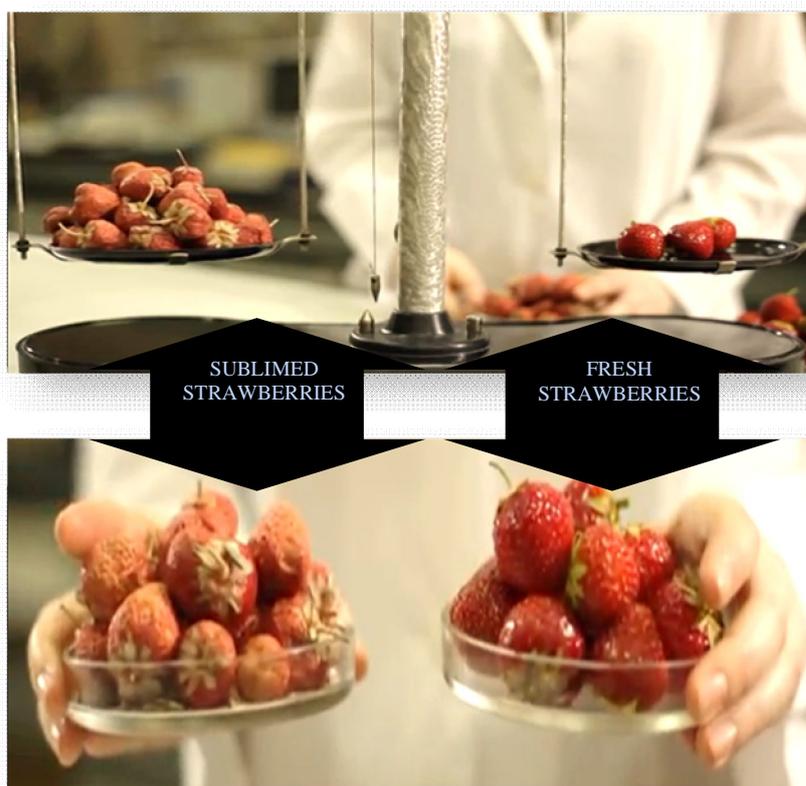
Figure. Conventional driers for food

One of the most effective drying methods in food industry are microwave technology, infrared rays and freeze-drying. Each of these methods has its own characteristics and advantages.

Infrared rays drying is the excitation of water molecules. The molecules of the product remain at rest and, therefore, they aren't heated by radiation. It gives high efficiency of the drying process, which allows to limit the temperature to 40–60° C. Infrared radiation destroys all flora, ensuring sterility of the finished product, allows to maintain original organoleptic properties, biologically active substances and vitamins. It is primarily used for food concentrates, for example fruit and vegetable powders, snacks, cereals, oatmeal, dry mixes components of baby food, etc.

Infrared drying chambers and this kind of radiation are harmless for humans.

Freeze-drying or lipofilization. At first the product is frozen and then the moisture is removed from it, typically under a vacuum. This technology is so effective that it is possible to save properties of the product without loss of structure and biological activity, retaining almost all of the vitamins, enzymes and other beneficial qualities of natural products.



Picture. Sublimed strawberries fresh strawberries

Picture shows sublimated strawberries fresh strawberries. The shape is the same. Berry have become porous and their weight is reduced significantly. Products can be stored in such conditions for decades without any freezing, at ambient temperatures above zero. It is necessary in extremal situations e.g. on submarines, in space etc.

We all know that food is served in space in the tubes, so that it can be comfortably consumed, in the state of weightlessness, but our knowledge is usually limited by this fact. Astronaut's food should be nutritious, must not contain any harmful impurities, and should be kept as long as possible and of course, it must have a minimum weight. Products only in tubes produced up to 1982, and then sublimated food appeared in special packaging. We can produce sweet, juices and curd in tubes as before.

Microwave drying has several advantages over other methods. Heat penetrates into the product not through its surface, but simultaneously in all part of its volume. In addition, the core temperature is slightly higher than at the surface, due to the fact that the surface is rapidly cooled by the evaporation of moisture. As a result under the influence of vapor pressure, the liquid passes from the center to the surface. Microwave radiation destroys harmful microorganisms in the product, such as *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and others. It happens because the core temperature increases at an accelerated rate, leading to heating microorganism protein. Under high temperature bacteria are killed, so the product is sterilized.

Conclusion. Of course, each method has its own limitations, such as the power consumption, and the quality of the finished product. Energy costs, energy efficiency will be key criteria for the selection of dryers.

References

1. Mujumdar A., Jangam S. Some innovative drying technologies for dehydration of foods // International congress on engineering and food (ICEF11) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.icef11.org/content/papers/aft/AFT1182.pdf>, своб.

2. Chen X.D. & Mujumdar A.S. Drying technologies in food processing. – 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leatherheadfood.com/drying-technologies-in-food-processing>, своб.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pubs.ext.vt.edu/348/348-597/348-597.html>, своб.

УДК 334.7

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЫГОД ОТ СЛИЯНИЙ И ПОГЛОЩЕНИЙ КОМПАНИЙ

А.В. Грачева

Научный руководитель – к.э.н., доцент Л.Ю. Ласкина

В настоящее время слияния и поглощения представляют собой один из самых распространенных путей развития компаний из различных отраслей экономики. Данная реструктуризация позволяет компаниям добиться эффекта синергии в долгосрочной перспективе, успешно конкурировать с крупными транснациональными корпорациями, а также расти и ставить перед собой цель становиться более эффективными. В статье рассмотрены основные причины слияний/поглощений, тенденции на российском рынке, а также приведены примеры удачных слияний в России и за рубежом.

Ключевые слова: слияние/поглощение; реструктуризация, эффект синергии; экономические выгоды и оценка.

В последнее время во всем мире, в том числе и в России, наблюдается стремительное увеличение числа и масштабов сделок слияния/поглощения. Интеграционные процессы охватывают все больше предприятий из различных отраслей экономики. Слияния/поглощения компаний – один из самых распространенных путей развития, к которому прибегает в настоящее время большинство даже самых успешных компаний. В соответствии с общепринятыми за рубежом подходами под *слиянием* подразумевается любое объединение хозяйствующих субъектов, в результате которого образуется единая экономическая единица из двух или более ранее существовавших структур. Поглощение можно определить как взятие под свой контроль одной компанией другой, управление ею с приобретением абсолютного или частичного права собственности на нее.

Выявление мотивов слияний очень важно, именно они отражают причины, по которым две или несколько компаний, объединившись, стоят дороже, чем по отдельности. А рост капитализированной стоимости объединенной компании является целью большинства слияний/поглощений. Основная причина реструктуризации компаний в виде слияний/поглощений кроется в стремлении получить и усилить синергетический эффект, т.е. взаимодополняющее действие активов двух или нескольких предприятий, совокупный результат которого намного превышает сумму результатов отдельных действий этих компаний. Синергетический эффект в данном случае может возникнуть благодаря, следующим факторам.

1. Экономии, обусловленной масштабами деятельности. Организаторы подобных слияний добиваются экономии, обусловленной масштабами, за счет централизации ряда услуг, таких, как управление офисом, бухгалтерский учет, финансовый контроль, повышение квалификации персонала и общее стратегическое управление компанией. Именно поэтому некоторые компании, которые объединились, стремясь достичь экономии благодаря масштабам, продолжают функционировать как совокупность отдельных и иногда даже конкурирующих подразделений, имеющих разную производственную инфраструктуру, исследовательские и маркетинговые службы. Экономия, обусловленная масштабами, достигается, когда средняя величина издержек на единицу продукции снижается по мере расширения объема выпуска продукции [1].

Эффект масштаба проявляется в отдельных отраслях по-разному. Существуют отрасли, где средние издержки достигают минимума при очень большом объеме выпуска продукции, достаточном для удовлетворения рыночного спроса. С точки зрения экономии издержек в них целесообразно существование одной крупной фирмы. Это отрасли, так называемой естественной монополии. К естественным монополиям относятся, например, предприятия электро-, газо- и водоснабжения крупного города. Деятельность естественных монополий регулируется государством.

2. Комбинирования взаимодополняющих ресурсов. Слияния с целью получить взаимодополняющие ресурсы, характерны как для крупных фирм, так и для малых предприятий. Зачастую объектом поглощения со стороны крупных компаний становятся малые предприятия, так как они способны обеспечивать недостающие компоненты для их успешного функционирования. Малые предприятия создают подчас уникальные продукты, но испытывают недостаток в производственных, технических и сбытовых структурах для организации крупномасштабного производства и реализации этих продуктов. Крупные компании, чаще всего, сами в состоянии создать необходимые им компоненты, но можно гораздо дешевле и быстрее получить к ним доступ, осуществив слияние с компанией, которая их уже производит.
3. Возросшей рыночной мощи из-за снижения конкуренции (мотив монополии).
4. Взаимодополняемости в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [2]. Чтобы понять причины их нынешнего роста, следует иметь в виду, что расширение масштабов компании является неотъемлемой чертой любого бизнеса. С одной стороны, мировой финансовый кризис поставил многие фирмы в тяжелое положение, вынуждая их присоединиться к более успешному конкуренту, чтобы избежать возможного банкротства. С другой стороны, единый рынок позволяет использовать эффект масштаба, что дает мощный дополнительный импульс к укрупнению фирм. Также по мере формирования единого экономического пространства усиливается конкуренция, что вынуждает многие европейские конгломераты отказываться от непрофильного бизнеса, чтобы сосредоточиться на основном.

Оценка эффективности слияния/поглощения зачастую очень сложна, и при таком виде реструктуризации компаний необходимо учитывать оценку рыночной стоимости поглощаемого бизнеса как независимого; оценку затрат на интеграцию, а также расчет инвестиционной стоимости поглощаемого бизнеса.

Экономические выгоды возникают только тогда, когда рыночная стоимость компании, созданной в результате слияния/поглощения, выше, чем сумма рыночных стоимостей образующих ее фирм до их объединения. Эти выгоды и представляют собой синергетический эффект.

Для российского рынка приоритетными направлениями развития являются производственная (это энергетические отрасли) и финансовая сфера, а также пищевая промышленность, где и наблюдается основная масса изменений структуры компаний. Рост реструктуризации компаний пищевых отраслей обусловлен, прежде всего, заинтересованностью производителей добиться увеличения сбыта продукции за счет эффекта масштаба объединенной компании, тем самым расширяя сбытовые каналы, а также за счет взаимодополняемости в инновационной деятельности.



Рис. 1. Сегментация рынка слияний/поглощений в России в 2011 году

В настоящее время на российском рынке слияний/поглощений наблюдаются следующие тенденции:

- высокая активность малого бизнеса. В этот сектор в основном вовлечены сфера услуг и торговые предприятия, которые тем самым стремятся расширить рынок влияния;
- посткризисные сделки по приобретению обанкротившихся компаний. Привлекательность сделки характеризуется коротким сроком экспозиции и невысокой стоимостью оценки;
- рост значимости сделок по консолидации. Крупные компании приобретают конкурентов в значимых для них регионах или сегментах.

Слияния/поглощения не всегда носят положительный характер, также они могут привести к ухудшению производственных и финансовых показателей деятельности предприятий до реструктуризации.

По данным Mergers & Acquisitions Journal, 61% всех слияний/поглощений компаний не окупает вложенных в них средств. А исследование 300 слияний, происшедших за последние 10 лет, проведенное Price Waterhouse, показало, что 57% компаний, образовавшихся в результате слияния/поглощения, отстают по показателям своего развития от других аналогичных представителей данного рынка и вынуждены вновь разделяться на самостоятельные корпоративные единицы.

Можно привести примеры удачных слияний/поглощений.

Слияние компаний Sony и Ericsson произошло в 2001 году. До 2011 года компания принадлежала участникам в равных долях, но уже в 2012 году Sony приобрела остальные 50% акций, на чем завершилось поглощение доли Ericsson. Причиной тому стала низкая конкурентоспособность выпускаемой продукции, а также динамичный спад выручки за последние 4 года. Компания не добилась планируемой цели повысить долю на мировом рынке с 3,6% до 6%, а также войти в тройку производителей (на 2012 год компания занимает 6 место). Сейчас Sony стала значительно более конкурентоспособной компанией, чем когда она была в слиянии.

Французская компания Danone начала работать в России в 1992 году, а в конце 2010 года объединила свой молочный бизнес в России и СНГ с компаний «Юнимилк», которая ведет свою историю с 2002 года. В настоящее время группа объединяет около 30 предприятий. В соответствии с договоренностью, в результате объединения Danone получил контроль над 57,5% акций новой компании, акционеры «Юнимилка» контролируют 42,5%. Danone имеет опцион на доведение своей доли в объединенной компании до 100%.

В ходе экспертизы, российская компания «Юнимилк» была оценена в 10,5

ЕБИТДА, активы Danone в СНГ – в 11 ЕБИТДА благодаря более высокой маржинальности бизнеса. Исходя из ЕБИТДА «Юнимилка» в 2009 году (4,7 млрд руб.) можно предположить, что стоимость компании была оценена более чем в 49 млрд руб. [3].

Выручка объединенной компании (на 2010 год) составила 1,5 млрд евро, ее доля на российском рынке 21,6%, а также в перспективе конкурентное и инновационное развитие. Компания в 2011 году увеличила выручку на 13,6% по сравнению с 2010 годом – до 1,9 млрд евро. Причем значительный прирост продаж (на 7,4%) был достигнут благодаря приобретению и интеграции новых активов, прежде всего, компании «Юнимилк».

Рассмотрим изменение показателя коэффициента финансового левериджа до и после слияния двух компаний. До слияния на 2009 год коэффициент финансового левериджа компании «Юнимилк» составлял 2,04 и 1,87 у компании «Данон». На 2011 год сумма собственного капитала объединенной компании составила 11493,837 млн руб., в то время как заемного 25040,0 млн руб., отсюда следует, что коэффициент равен 2,18, что превышает нормативное значение 2. Это говорит о том, что с помощью заемных средств у предприятия формируется финансовый рычаг для повышения отдачи от собственных средств, вложенных в бизнес.

Таким образом, слияния/поглощения являются эффективным инструментом реструктуризации компании. Необходим крайне тщательный анализ состояния рынка, политики конкурентов, технологий и динамики цен. Эффект от проведения слияний/поглощений носит, скорее, долгосрочный характер, поэтому важным моментом является приоритет долгосрочных ориентиров развития над стремлением извлечения краткосрочных выгод [4].

Литература

1. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. – Изд-во: Олимп-Бизнес, 2007. – 1008 с.
2. Владимирова И.Г. Слияния и поглощения компаний в России [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/press/management/1999-1/03.shtml>, своб.
3. Danone-Юнимилк в 2011 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.companion.ua, своб.
4. Рудык Н.Б. Конгломератные слияния и поглощения: книга о пользе и вреде непрофильных активов. Учебное пособие. – М.: Дело, 2005. – 224 с. – С. 10.

УДК 681.786

ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ С ОПТИЧЕСКОЙ РАВНОСИГНАЛЬНОЙ ЗОНОЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУШНОГО ТРАКТА

В.Г. Гусаров

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

Произведен выбор и расчет основных параметров оптико-электронной системы с оптической равносигнальной зоной для измерения вертикального градиента температур воздушного тракта, который является основным фактором, влияющим на угол рефракции. В частности рассматриваются особенности выбора источников излучения для создания полихроматической равносигнальной зоны, подбора объективов приемной и передающей частей системы.

Ключевые слова: атмосферная рефракция, температурный градиент, оптическая равносигнальная зона.

Введение

Особенностью измерений в таких отраслях как горное дело, судостроение, аэрокосмическая промышленность, инженерное строительство являются большие дистанции и, соответственно, усиление влияния воздушного тракта на точность.

Говоря об актуальности проблемы, можно отметить, что основным источником погрешности при точном оптическом определении углов и расстояний является атмосферная рефракция, обычно вызванная наличием вертикального градиента температуры. Поэтому поставлена цель – разработка оптико-электронной системы (ОЭС) с оптической равносигнальной зоной (ОРСЗ) для измерения вертикального градиента температур воздушного тракта.

Одной из задач разработки стоит выбор элементов данной системы.

Выбор источников и приемника излучения

Для создания полихроматической ОРСЗ в качестве источников излучения (ИИ) в разрабатываемой ОЭС предложено использовать полупроводниковые излучающие диоды (ПИД) с разными длинами волн, которые необходимо выбирать так, чтобы разность величин сигналов, обусловленных деформацией ОРСЗ из-за рефракции воздушного тракта, была максимальна.

На рис. 1 приведен график зависимости индекса показателя преломления $N=n-1$ от длины волны оптического излучения, рассчитанный по формуле [1]:

$$N \cdot 10^{-7} = (n_{\text{гр}} - 1) \cdot 10^{-7} = 2876,04 + 3 \cdot 16,288/\lambda^2 + 5 \cdot 0,136/\lambda^4, \quad (1)$$

где N – индекс показателя преломления воздуха, или преломляемость.

Как следует из рис. 1, индекс показателя преломления в видимом диапазоне длин волн изменяется значительно сильнее, чем в инфракрасной (ИК) области. Поэтому при применении двухволнового метода целесообразно выбирать один источник так, чтобы он излучал в короткой синей области спектра, а другой – в ИК области.

В то же время необходимо согласовать длину волны ПИД с фотоприемником (ФП). В данном устройстве предлагается использовать в качестве фотоприемника кремниевый фотодиод. Преимуществами таких фотодиодов перед другими приемниками излучения являются простота конструкции, малые темновые токи и низкое напряжение питания.

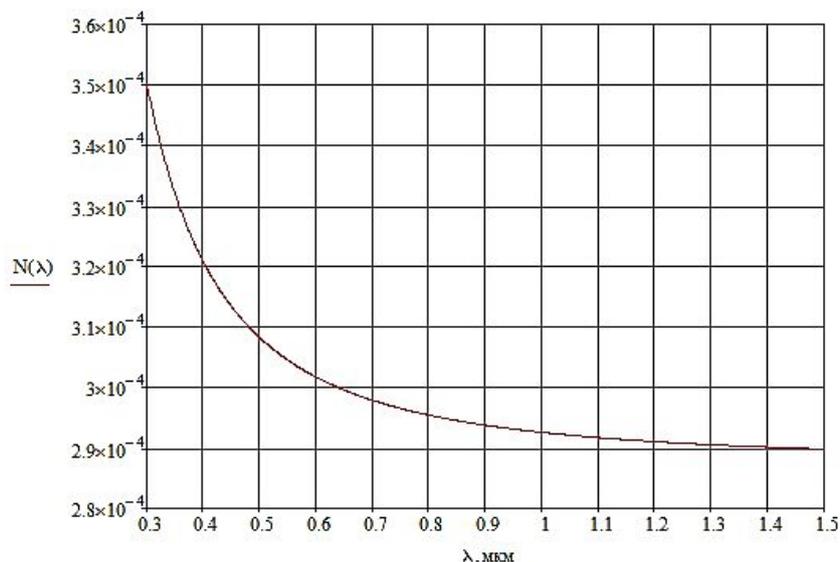


Рис. 1. График зависимости индекса показателя преломления воздуха от длины волны оптического излучения

Как было указано выше, рационально использовать такие длины волн источников, которые обеспечивают максимально возможную разность сигналов, полученных при измерениях на этих волнах. Сигнал, снимаемый с ФП на определенной длине волны, зависит от величины $S(n-1)$, где S – спектральная чувствительность фотоприемника; $(n-1)$ – индекс показателя преломления на данной длине волны λ . С целью нахождения оптимальных длин волн источников предлагается исследовать зависимости разностей $S(n_1-1)-S(n_2-1)$ для кремниевого фотодиода (ФД-24К), вычисленных таким образом, что $S(n_1-1)$ является постоянной величиной для каждой кривой (т.е. отвечает одной длине волны), а $S(n_2-1)$ пробегает значения λ в пределах спектральной чувствительности фотодиода [1]. Описанные зависимости представлены графиками на рис. 2.

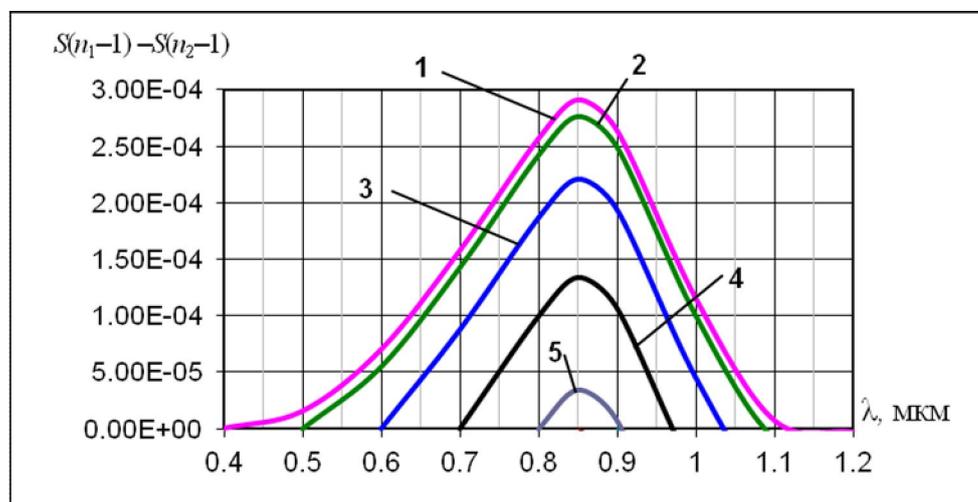


Рис. 2. График зависимости $S(n_1-1)-S(n_2-1)$ для ФД-24К: 1 – $\lambda_1=0,4$ мкм; 2 – $\lambda_1=0,5$ мкм; 3 – $\lambda_1=0,6$ мкм; 4 – $\lambda_1=0,7$ мкм; 5 – $\lambda_1=0,8$ мкм

Получение максимального разностного сигнала возможно при использовании кремниевого фотодиода и источников излучения с длинами волн, близкими к 0,4 и 0,85 мкм. Такие результаты являются обоснованными с той точки зрения, что $\lambda=0,85$ мкм является точкой максимальной чувствительности фотодиода ФД-24К, в то время как параметры оптической схемы должны быть рассчитаны таким образом, чтобы при $\lambda=0,4$ мкм обеспечивалось условие требуемой пороговой чувствительности.

Ввиду вышеуказанных преимуществ кремниевого фотодиода его и предложено

использовать в качестве приемника в разрабатываемом градиентометре. Источниками излучения выбраны: два инфракрасных ПИД TSAL6100 фирмы «Vishay», максимум излучения которых приходится на длину волны 0,94 мкм, и два синих ПИД EP2032-150B1 фирмы «ParaLight Electronics» с длиной волны 0,47 мкм.

Выбор объектива задатчика базового направления

Важнейшим параметром объектива задатчика базового направления (ЗБН) является его диаметр, так как облученность в пространстве изображений пропорциональна площади выходного зрачка $D_{ЗБН}$ [1, 3]. Максимальная величина диаметра объектива ограничивается не только габаритами, но и чисто оптическими параметрами.

Запишем закон синусов для ИИ и его изображения в следующем виде [2]:

$$l_{И} \sin \sigma_{к} = D_1 \operatorname{tg} \beta'_{\max}, \quad (2)$$

где $l_{И}$ – размер ИИ; $\sigma_{к}$ – передний апертурный угол конденсора; β'_{\max} – угол расходимости пучков ЗБН.

Из выражения (2) получаем

$$D_1 = l_{И} \sin \sigma_{к} / \operatorname{tg} \beta'_{\max}. \quad (3)$$

Таким образом, диаметр объектива ограничивается размером ИИ, апертурным углом конденсора и углом расходимости пучков. Передний апертурный угол конденсора определяется углом светимости ИИ, для выбранных ПИД $\sigma_{к}=10^\circ$. Угол расходимости пучков ЗБН примем равным 1° , исходя из условий эксплуатации ОЭС. Такая величина обеспечит наводку ЗБН и засвечивание приемной части (ПЧ) ввиду необходимости регистрации некоторой части фона. Размер ИИ, согласно техническим данным выбранных ПИД, равен 5 мм. С учетом этих данных, по формуле (3) получаем диаметр выходного зрачка объектива ЗБН $D_1 \approx 42$ мм.

Для проецирования ОРСЗ в плоскость ФП нужен объектив с малой величиной сферической аберрации, поскольку именно эта аберрация оказывает наибольшее влияние на искажение переходной характеристики ОРСЗ. В качестве такого объектива используется объектив прожектора системы «ПУЛ-Н».

Стоит отметить, что при работе на разных длинах волн проявляется хроматизм положения объектива, изменяются его параксиальные характеристики. И, следовательно, объектив, сфокусированный на некоторое расстояние z_1 для длины волны λ_1 , для λ_2 будет сфокусирован на расстояние z_2 , отличное от z_1 . Поэтому в конструкции необходимо предусмотреть возможность перефокусировки объектива для обеспечения равной энергетической чувствительности и устранения хроматизма положения, как описано в работе [4].

Расчет входного зрачка приемной части системы

Энергетический расчет осуществляется в программе CalcOES, разработанной на кафедре ОЭПиС НИУ ИТМО. Результатами работы программы являются числовое значение диаметра входного зрачка ПЧ при рассчитанном ранее диаметре выходного зрачка ЗБН, а также вычислительная погрешность и обеспечиваемая чувствительность системы. Входными данными для программы служат параметры ЗБН, среды распространения и ПЧ.

Таким образом, в результате работы программы (рис. 3) были получены значения диаметров выходного зрачка ЗБН $D_{ЗБН}=42$ мм и входного зрачка ПЧ $D_{ПЧ}=77$ мм для заданных параметров.

При данных величинах входного и выходного зрачков обеспечивается

чувствительность системы, рассчитанная ранее.

Рис. 3. Результаты энергетического расчета

Выбор объектива приемной части

Для приемной части проектируемой ОЭС будет использоваться объектив ПЧ системы «ПУЛ-Н», пересчитанный на полученный в результате энергетического расчета диаметр входного зрачка $D_{ПЧ}=77$ мм. Стоит отметить, что для объектива ПЧ допустимы aberrации, большие, чем у объектива ЗБН.

Конструктивные параметры объектива после пересчета, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Конструктивные параметры объектива ПЧ

Радиус, мм	Осевое расстояние, мм	Материал	Показатель преломления		Световые диаметры, мм
			$\lambda=0,94$ мкм	$\lambda=0,47$ мкм	
80,93	12,0	ТФ1	1,630351	1,664332	76,91
0,0					75,96
38,03	0,75	Воздух	1,0	1,0	63,69
67,94	10,5	ТФ1	1,630351	1,664332	61,60

Следующий шаг – выбор способа совмещения оптического излучения от четырех ИИ и расчет конденсоров.

Выбор конденсоров

Рассчитаем передний апертурный угол объектива ЗБН, учитывая то, что предмет находится в его фокальной плоскости. Тогда:

$$\beta = \arctg\left(D_{\text{вх.зр}} / (2f')\right), \quad (4)$$

где β – передний апертурный угол объектива; $D_{\text{вх.зр}}$ – диаметр входного зрачка объектива.

Полагаем значение величины фокусного расстояния объектива одинаковой для данных длин волн и рассчитаем значение переднего апертурного угла объектива через выражение (4):

$$\beta_{0,95} = \beta_{0,43} = -\arctg(17,27/69,64) \cong -13,9^\circ.$$

Поскольку синий (EP2032-150B1) и инфракрасный (TSAL6100) диоды имеют величину угла излучения $\alpha=10^\circ$, то линейное увеличение конденсора для ИК и синего ПИД составит:

$$V_{\text{ИК}} = V_{\text{СИН}} = \sin \alpha_{\text{ИК}} / \sin \beta = \sin 10^\circ / \sin(-13,9^\circ) \cong -0,72.$$

При найденных значениях апертур и линейных увеличений целесообразно применять однолинзовые или двухлинзовые конденсоры. С точки зрения габаритных размеров оптической схемы и возможности согласования потоков излучения ПИД наиболее оптимальной является схема, в которой используются четыре двухлинзовых конденсора, что обеспечивает малые габариты всей системы и возможность независимой регулировки излучения для каждого из четырех каналов [5]. Для совмещения оптического излучения используем две призмы-куб, направляющие его на грани разделительной треугольной призмы. Тогда, с учетом выбранного объектива, оптическая схема ЗБН разрабатываемой ОЭС будет иметь вид, показанный на рис. 4.

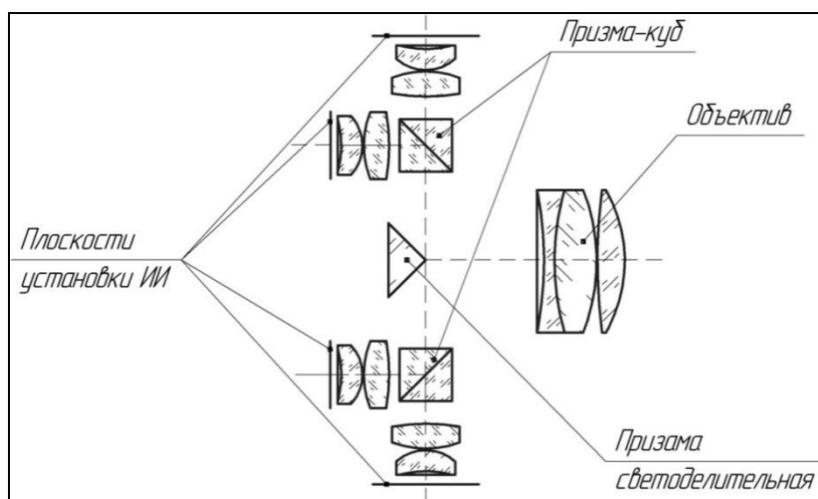


Рис. 4. Оптическая схема ЗБН

Исходя из найденных значений апертуры и линейного увеличения, был рассчитан двухлинзовый конденсор, конструктивные параметры которого представлены в табл. 2.

Таблица 2. Конструктивные параметры конденсора

Радиус, мм	Осевое расстояние, мм	Материал	Показатель преломления		Световые диаметры, мм
			$\lambda=0,94$ мкм	$\lambda=0,47$ мкм	
-11,51	2,5	ТФ10	1,778429	1,851193	7,5
-5,2	0,17	Воздух	1,0	1,0	7,9
10,94	3,0	ТФ10	1,778429	1,851193	8,1
-23,12					

Заключение

Проведенные расчеты параметров системы позволили выбрать источники излучения для создания полихроматической равносигнальной зоны с длинами волн 0,94 мкм и 0,47 мкм. Был произведен выбор и пересчет объектива за ЗБН и проведен энергетический расчет, результатом которого является значение входного зрачка

приемной части $D_{\text{ПЧ}}=77$ мм. По этим данным был подобран объектив приемной части.

Для совмещения излучения предложено применять призмы-куб и четыре двухлинзовых конденсора.

В ходе дальнейших исследований планируется заменить фотоприемник на современный фотодиод и согласовать длины волн излучения с его спектральной характеристикой. Также на основе полученных данных разрабатывается оптическая схема всей системы измерения вертикального градиента температур воздушного тракта.

Литература

1. Неумывакин Ю.К. Автоматизация геодезических измерений в мелиоративном строительстве. – М.: Недра, 1984. – 128 с.
2. Джабиев А.Н., Мусьяков В.Л., Панков Э.Д., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные приборы и системы с оптической равносигнальной зоной. – СПб: ИТМО, 1998. – 238 с.
3. Похитонов П.П. Модернизация насадки ПУЛ-Н на теодолит // VI Всероссийская конференция молодых ученых. Сборник трудов. – 2009. – С. 372–377.
4. Мараев А.А., Коняхин И.А., Тимофеев А.Н. Исследование энергетической чувствительности в оптико-электронных системах с полихроматической оптической равносигнальной зоной // Изв. вузов. Приборостроение. – 2012. – № 3. – С. 31–35.
5. Витол Э.А., Мусьяков В.Л., Прокофьев А.В., Тимофеев А.Н. Выбор параметров измерительной оптико-электронной системы, ослабляющей влияние градиентов температуры воздушного тракта // VI Международная конференция «Прикладная оптика-2004». Сборник трудов. – 2004. – Т. 1. – С. 79–83.

УДК 534.63

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ХОДЕ СВАРКИ ОБРАЗЦОВ КОРАБЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.В. Доренская, А.В. Баринов

Научный руководитель – аспирант И.Ю. Кинжагулов

В статье представлены данные, полученные в ходе проведения работ по сварке двух листов корабельной стали и выявление искусственных дефектов во время сварки по информативным параметрам акустической эмиссии. Задачами работы был анализ искусственных вставок, имитирующих дефекты и применение метода акустической эмиссии для контроля качества сварных швов в момент многопроходной сварки, кристаллизации и остывания.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, сварное соединение, неразрушающий контроль, информативные параметры.

Введение

Актуальность применения метода акустической эмиссии (АЭ) заключается в том, что он не требует больших временных и материальных затрат по подготовке поверхности исследуемого объекта к контролю, с его помощью оперативно выявляются развивающиеся дефекты, а их исправление осуществляется с минимальным объемом выборки металла. Это особенно важно при выполнении многопроходной сварки. При этом необходимая нагрузка создается за счет теплового режима.

Приоритетным направлением технологического развития России является судостроение. Для обеспечения производства высококачественной техники большую роль играют разработка и внедрение современных технологий неразрушающего

контроля качества морской техники. АЭ позволяет контролировать качество изделий непосредственно во время проведения работ, например, во время сварки.

Проведение эксперимента

Была проведена сварка двух листов из корабельной стали размерами 1000×800×30 мм с V-образной разделкой. Акустико-эмиссионный контроль проводился АЭ-системой СЦАД-16.10 с «плавающим» порогом селекции. Контроль дефектов сварки проводился в процессе сварки, кристаллизации и остывания сварного шва. На каждом проходе АЭ-системой СЦАД-16.10 выполнялась локализация сигналов АЭ в процессе сварки.

На рис. 1 показана расстановка датчиков. Для исключения воздействия высокой температуры на характеристики преобразователя АЭ их располагали так, чтобы они не попали в зону термического влияния.



Рис. 1. Расположение датчиков на образце

На рис. 2 показано расположение термопар. Для контроля температуры сварного шва в свариваемом листе из корабельной стали с шагом 300 мм на расстоянии 50 мм от середины сварного шва устанавливались четыре термопары «хромель-алюмель». Сигналы с термопар поступали в микропроцессорную многоканальную тензометрическую систему ММТС-64.01.

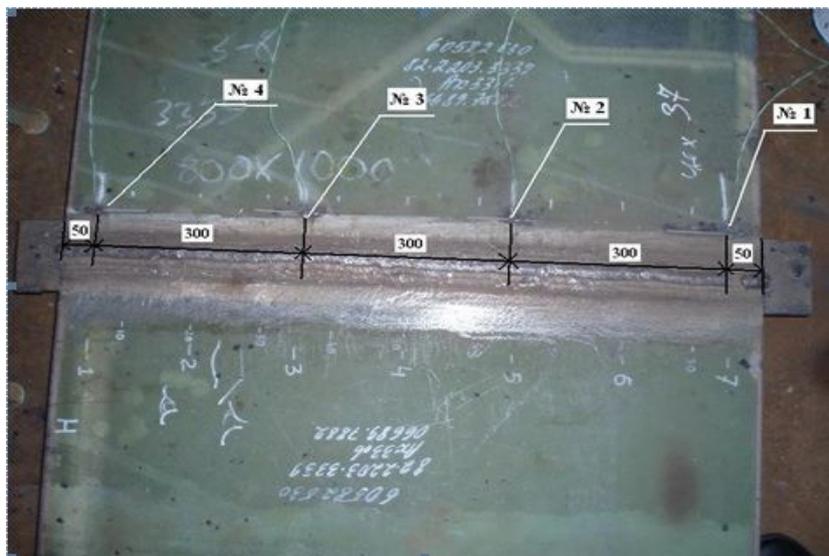


Рис. 2. Расположение термопар на образце

Вставки, имитирующие дефекты, добавленные в момент сварки: титан и вольфрам, как тугоплавкий материал, шлаковое включение. Был также сделан непровар, а на 20-м проходе была добавлена неизвестная вставка.

Полученные результаты

Таблица 1. Координаты дефектов, число зарегистрированных сигналов АЭ, их средняя и суммарная амплитуды при различных проходах сварки

№ прохода	Вид дефекта	Общее число сигналов	Число сигналов при локализации	Средняя амплитуда событий, мВ	Суммарная амплитуда максимума, мВ	Координата максимума, мм
3	Первая титановая вставка	3980	590	1227	61630	53
6	Вольфрам овая вставка	3721	488	1135	37111	213
9	Шлаковая вставка	3617	620	1307	63855	322
12	Имитация непровара	2993	352	1095	36115	491
16	Вторая титановая вставка	2896	328	1022	27587	653
20	Неизвестная вставка	2285	395	1303	33909	809

Анализ полученных результатов

Рассмотрим на примере первой титановой вставки возможность локализации дефектов методом АЭ. На рис. 3 приведена локационная картина, полученная в процессе выполнения прохода № 3 при сварке образца.

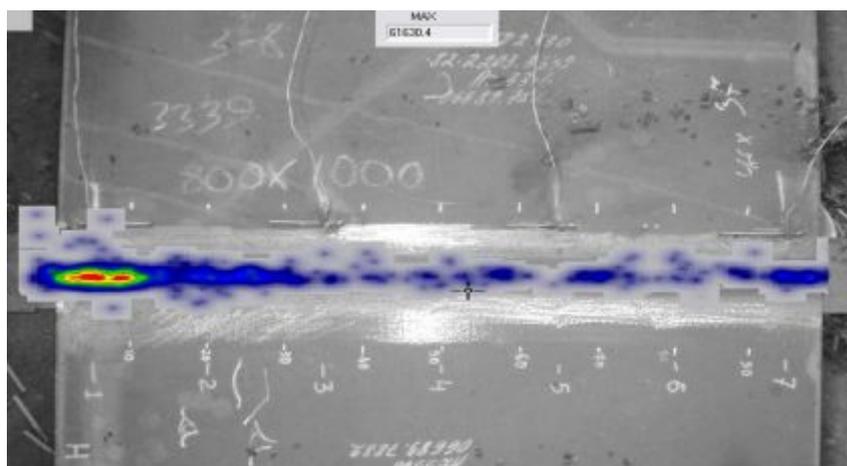


Рис. 3. Локализация сигналов АЭ с отображением распределения суммарной амплитуды вдоль сварного шва после прохода № 3

Во время этого прохода на расстоянии от края образца, равном 50 мм, была заложена первая титановая вставка, на месте которой появился один источник сигналов АЭ с координатой максимума амплитуды, равной 53 мм и с суммарной амплитудой

более 60000 мВ. Локализация дефекта показана на рис. 4.

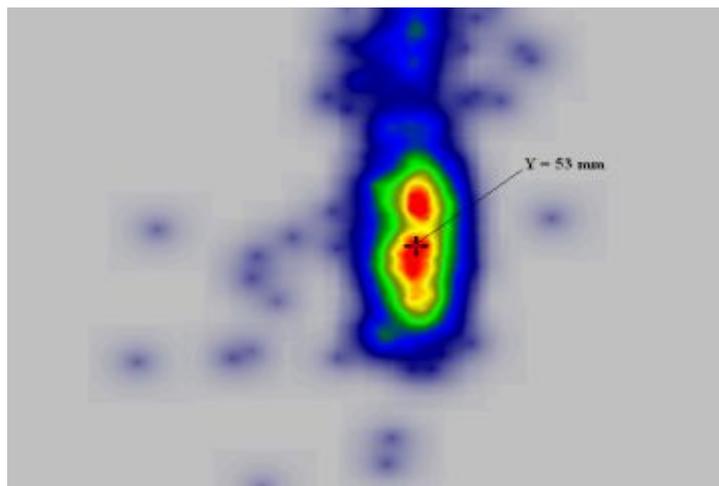


Рис. 4. Область локализации с указанием координаты расположения первой титановой вставки

Данный результат можно считать удовлетворительным, а метод АЭ приемлемым для локализации дефектов при постобработке.

Заключение

Анализ результатов показывает существование некоторого соответствия между суммарной амплитудой и наличием искусственного дефекта сварки. Для использования на практике необходимо получение устойчивых количественных связей, которые можно получить из теоретических заключений и обработки экспериментальных данных. Данные связи должны позволить осуществлять АЭ контроль не при постобработке, а непосредственно в режиме сварки.

Литература

1. ГОСТ 27655-88. Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения. – Введ. 01.01.1989. – М.: Изд. стандартов, 1988. – 13 с.
2. Иванов В.И., Белов В.М. Акустический контроль сварки и сварных соединений. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.
3. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. – М.: Машиностроение, 2003. – 656 с.
4. Pollock A.A. Acoustic Emission Inspection // Metals Handbook. – 1989. – 9th Edition. – V. 17. – P. 278–294.

УДК 334.021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.М. Епинина

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

Сегодня на рынке Российской Федерации представлен широкий спектр технологий термической утилизации отходов, реализованных в различных конструктивных исполнениях и представляющих собой отличающиеся по сути и назначению процессы. Широко известными являются: инсинерация отходов, низкотемпературный пиролиз, высокотемпературный пиролиз и газификация. В статье представлена сравнительная характеристика процессов и сделан вывод, что в мировой практике наиболее отработана технология прямого сжигания, требующая наименьшей подготовки отходов к процессу и весьма перспективная.

Ключевые слова: утилизация отходов, ТБО, термические технологии, инсинерация, пиролиз, плазменная газификация, термическое обезвреживание отходов.

По данным официальных ведомств Российской Федерации [4–6] объемы образующихся твердых бытовых и промышленных отходов увеличиваются с каждым годом, и вместе с тем увеличивается их основная часть – органическая составляющая. При этом территориальные возможности для основного способа конечного обращения с отходами – т.е. размещения – уменьшаются в связи с требуемым выводом из хозяйственного оборота значительных площадей земли.

Из всего потока отходов в РФ используется лишь 28,6% от общего количества, в основном промышленных отходов, а уровень переработки твердых бытовых отходов (ТБО) в соответствии с данными официальных ведомств не достигает 5% [4–6].

Если обратиться к европейскому опыту применения технологий обращения с отходами [6], то можно увидеть, что страны Европейского союза используют все направления обращения с отходами в разных соотношениях. Развитые страны (Германия, Голландия, Бельгия) отдают предпочтение переработке и сжиганию сортированных отходов, практически отказываясь от захоронения, Швеция мало захоранивает (менее 10%), а перерабатывает и сжигает остальное практически в равных пропорциях, Франция разделила три потока поровну: треть перерабатывает, треть сжигает, треть компостирует. Кроме этого, в Германии, Австрии и Швейцарии около 11 лет назад были приняты законы, которые запрещают размещение необработанных отходов. Основные факторы и причины такого решения – высокие показатели санитарно-эпидемиологической опасности и экологического ущерба, наносимого свалками атмосферному воздуху и грунтовым водам, а также значительный парниковый эффект указанных объектов. Страны бывшего СССР и Восточной Европы по-прежнему широко практикуют захоронение отходов.

Ряд европейских директив сегодня предписывают перечень мер, которые должны предпринимать страны-члены ЕС в области переработки отходов. В частности, указывается, что переработка отходов посредством вторичного использования, восстановления или любого другого процесса, предусматривающего извлечение вторичного сырья, или использование отходов в качестве источника энергии является утилизацией. Т.е. термические методы переработки отходов (сжигание) с выработкой тепловой и электрической энергией приравниваются к их утилизации, а не уничтожению отходов как это было ранее. Несмотря на то, что в Европе широко используется селективный сбор отходов, направляемых на повторное использование, количество отходов, направляемых на термическую переработку также увеличивается – за три года данный показатель увеличился до 36%. Процессы сжигания на заводах по термическому обезвреживанию отходов в Европе в основном соответствуют современному уровню развития науки и техники [6].

В РФ по данным Росприроднадзора крупных мусоросжигающих заводов – не более 10 [5, 6]. И только часть из них идет по пути «энергетической утилизации органической части отходов» – т.е. в буквальном смысле подразумевается сжигание отходов (или так называемые «инсинерация» или «термическое обезвреживание»), в процессе которого происходит термолит их органической составляющей. Результатом этого процесса являются в первую очередь дымовые газы, обладающие энергетическим потенциалом, который может быть использован в процессах рекуперации с дальнейшей выработкой пара и электроэнергии. Обычно для целей утилизации тепла и производства электроэнергии инсинераторное оборудование оснащается котлом-утилизатором и паротурбинной установкой.

Для максимального улучшения качества органического сырья в составе отходов на таких предприятиях внедряется ручная и механическая сортировка в качестве предварительной меры обработки потока отходов. Сортировка отходов позволяет:

- отобрать ценное сырье для его вторичной переработки;
- отобрать мокрую фракцию (пищевую) для последующего компостирования;
- отобрать особую фракцию, представляющую экологическую опасность для дальнейшего использования в термических процессах;
- повысить теплотехнические и экологические показатели оставшейся части потока отходов, которая в дальнейшем используется в качестве сырья на термическую утилизацию.

Благодаря процессу сортировки, наименьшая теплота сгорания отходов, предназначенных для термической утилизации может достичь 8–10 МДж/кг, а по содержанию золы, влаги, серы и азота характеристики этих отходов будут практически соответствовать аналогичным характеристикам бурого угля.

Сегодня на рынке РФ представлен широкий спектр технологий термической утилизации отходов, реализованных в различных конструктивных исполнениях и представляющих собой отличающиеся, по сути, и назначению процессы. Широко известными являются: описанная выше классическая технология инсинерации отходов; низкотемпературный пиролиз, направленный на получение жидкой фракции в качестве конечного продукта («синтетическая нефть»); высокотемпературный пиролиз и газификация – процессы, направленные на получение целевого высококалорийного газообразного продукта («синтез-газа»). Синтетическая нефть обычно используется в качестве топлива, а синтез-газ может в дальнейшем сжигаться для получения энергии или использоваться в процессах дальнейшего синтеза с получением различных химических соединений.

В таблице представлены сравнительные характеристики методов термического обезвреживания (на примере инсинерации (прямого сжигания), пиролиза и газификации отходов).

Таблица. Сравнительные характеристики методов термического обезвреживания

	Инсинерация	Пиролиз	Газификация
Описание процесса	Уничтожение отходов методом организованного горения – регулируемой реакции окисления с образованием пламени	Процесс термического разложения отходов без доступа кислорода, обеспечивающий их дальнейшее использование в качестве топлива и химического сырья.	Термохимический высокотемпературный процесс взаимодействия органической массы с газифицирующими агентами, в результате чего органические продукты превращаются в

	Инсинерация	Пиролиз	Газификация
Температура процесса (камера термической обработки отходов)	850–950°C	Различные виды процесса и, соответственно, конструкции реакторов: – низкотемпературный – 450–550°C; – среднетемпературный – до 800°C; – высокотемпературный – 900–1050°C. Наиболее распространенный: 650 до 990°C	горючие газы. 1000–1700°C
Потребление воздуха и других агентов	+ (подача воздуха в камеру сжигания $\alpha=1,2$)	– (процесс без доступа воздуха)	+ (процесс осуществляют на воздушном, паровоздушном и парокислородном дутье)
Температура отходящих газов	1150–1250°C (на выходе из камеры дожигания)	870–1200°C (на выходе из камеры сжигания пирогаза)	800–1200°C (на выходе из реактора) 1200°C (на выходе из камеры сжигания синтез-газа при ее наличии)
Виды отходов, подаваемых на термическую обработку (фазовое состояние)	Газообразные Жидкие Пастообразные Твердые	Жидкие Пастообразные Твердые	Твердые
Ограничивающие факторы	–	Влажность исходного сырья. Теплотворная способность исходного сырья.	Вид, фазовое состояние и фракционный состав отходов (обрабатываются только дробленые, сыпучие и газопроницаемые отходы). Теплотворная способность исходного сырья.
Отходящий газ	Дымовой газ (содержание: CO ₂ около 5–10% об; O ₂ около 5–10% об; N ₂ +H ₂ O около 75% об загр. в-ва <1%)	Пирогаз (содержание: CO ₂ около 20–30% об; CO около 30–35% об; H ₂ O около 10% об; H ₂ около 25–35% об; N ₂ и загр. в-ва <1%)	Синтез-газ (содержание: CO около 30–35% об; H ₂ около 30–40% об; CO ₂ около 2–5% об; H ₂ O около 5–10% об; N ₂ около 15–20% об и загр. в-ва <1%)
Продукты /	Зола	Пирокарбон (содержит	Инертный

	Инсинерация	Пиролиз	Газификация
отходы процесса	(неорганический негорючий остаток)	горючие вещества). Синтетическая нефть (содержит горючие вещества). Шлак (минеральный остаток).	минеральный шлак
Базовые вредные вещества в отходящих газах при уничтожении контрольных отходов	Концентрации изменяются в зависимости от состава сырья.	Концентрации изменяются в зависимости от состава сырья и видов, конструкций газоочистки	Концентрации изменяются в зависимости от состава сырья и видов, конструкций газоочистки (назначения процесса)
	В общем виде: – взвешенные в-ва – HCl – HF – NO _x – SO ₂ – CO	В общем виде: – взвешенные в-ва – HCl – HF – NO _x – SO ₂ – CO	В общем виде: – взвешенные в-ва – HCl – NO _x – SO ₂
Супертоксиканты в отходящих газах	Синтезируются в процессе	Синтезируются в процессе	Синтезируются в процессе
Водопотребление	–	+/- (в зависимости от вида и конструкции газоочистки и необходимости гашения шлака)	+/- (в зависимости от вида и конструкции газоочистки и необходимости гашения/грануляции шлака)
Водоотведение	–	+/-	+/-
Мировой опыт использования	Наиболее распространенный метод – широко используется в различных климатических зонах для обезвреживания различных видов отходов	Широко распространен для утилизации отдельных органических компонентов отходов – используется для получения продуктов синтеза и энергии из высококалорийного сырья	Используется для получения продуктов синтеза или энергии из высококалорийного сырья; с особыми условиями используется для обезвреживания особо токсичных видов отходов; не имеет широкого распространения в практике

В мировой практике наиболее отработана технология прямого сжигания, требующая наименьшей подготовки отходов к процессу и весьма перспективная [3, 7].

В Европе по сравнению со сжиганием пиролиз и газификация применяются

гораздо реже и на некоторых установках регистрировались эксплуатационные трудности [1].

Если говорить об экономической оценке технологий пиролиза и газификации по опыту ряда проведенных исследовательских работ – такое производство может быть рентабельно только при получении горючего газа высокой калорийности, что в свою очередь требует высокой калорийности исходного сырья. С учетом калорийности современного российского ТБО, в особенности несортированных или, в лучшем случае, сортированных частично, все предлагаемые на российском рынке технологии пиролиза и газификации нерентабельны и необоснованны с учетом сложности так как требуют значительных денежных затрат на подвод энергоресурсов. Капитальные затраты на строительство заводов плазменной газификации, а также заводов, реализующих технологию пиролиза, с использованием импортного оборудования превышают стоимость заводов по инсинерации ТБО в 3–5 раз (по данным представленных ТКП поставщиков указанного оборудования в РФ).

В условиях разнообразия технологий и факторов, влияющих на процессы утилизации перспективными направлениями дальнейших исследований сегодня, является решение следующих технических задач:

- исследование критериев целесообразности применения термических технологий с учетом местных условий отдельных регионов РФ;
- выбор перспективной для РФ технологии термической утилизации отходов с учетом принятых систем сбора и транспортировки;
- исследование конструктивных и технологических особенностей организации процессов термической утилизации;
- направления оптимизации технологий термической утилизации и их отдельных элементов с учетом экологических аспектов и принципов наилучших доступных технологий;
- экономическая оценка термических технологий представленных на рынке РФ.

По результатам предварительных исследований и опыту, практикуемому сегодня в Европе и мире можно заявить – сегодня наиболее отработана технология прямого контролируемого сжигания (инсинерации) отходов, где термическая утилизация отходов происходит в камере сжигания (например, конструктивно исполненной в виде барабанной вращающейся печи) производительностью до 5 т/час при температуре 800–900°C. Дымовые газы в этой технологии подвергаются нескольким стадиям обработки – во-первых, происходит рекуперация их энергии, а во-вторых, производится их трехступенчатая очистка термическими, химическими и механическими методами. Данная технология требует наименьшей подготовки отходов к процессу, позволяет утилизировать отходы в любом фазовом состоянии, не требует высоких капитальных и эксплуатационных затрат (по сравнению с другими термическими технологиями утилизации) и вследствие этого является перспективной.

Литература

1. Указания по наилучшим природоохранным технологиям и практике. – 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep_guideline08/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-2.English.PDF, своб.
2. ГОСТ Р 54205-2010. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности при сжигании. – Введ. 01.01.2012. – М.: Стандартинформ, 2011. – 43 с.
3. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 303 с.

4. Торгово-промышленная палата Российской Федерации. – 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-150013.html?page=8#5390478>, своб.
5. Первый международный экологический форум «Строим зеленое будущее». – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecologforum.ru/o-forume/smi>, своб.
6. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/doklad_po_tbo.pdf, своб.
7. Справочник наилучших доступных технологий по обращению с отходами. – 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/catalog2.html>, своб.

УДК 62.50

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С РОЛИКОНЕСУЩИМИ КОЛЕСАМИ

Ю.А. Капитанюк

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

Представлен подход к разработке системы управления движением мобильного робота с роликонесущими колесами. Синтез управления осуществляется с помощью дифференциально-геометрического метода посредством нелинейного преобразования исходной кинематической модели. Основные результаты представлены нелинейными алгоритмами управления и экспериментальными данными.

Ключевые слова: траекторное управление, мобильный робот, нелинейное преобразование моделей.

Введение

В статье рассматривается построение системы управления траекторным движением мобильного робота с роликонесущими колесами, обеспечивающей перемещение робота по заданной траектории. Существуют два подхода к построению такого рода систем [1, 2]. Для первого подхода свойственна разработка следящей системы, управляемой некоторой эталонной моделью [3, 4]. Как правило, в такой системе траектория задается некоторой функцией, зависящей от времени, что на практике приводит к некоторым проблемам, связанным с отставанием или опережением движения объекта от заданной программы, вызванными параметрическими неопределенностями или внешними возмущениями. Для решения этой проблемы можно параметризовать траекторию движения не временем, а длиной пути и ввести в модель системы динамику движения этого параметра [3]. Данный метод достаточно легко реализует движение вдоль полиномиальных кривых, что позволяет лучше спланировать траекторию движения и обеспечить большую точность следования вдоль нее, но результирующий регулятор имеет достаточно громоздкий вид.

В качестве альтернативы существует подход, базирующийся на стабилизации инвариантных многообразий в пространстве состояний [2]. Проще говоря, для исходной системы выбирается преобразование, образующее в пространстве состояния некоторый аттрактор. Если рассматривать траекторные задачи, то в качестве аттрактора выбирается желаемая траектория, заданная в терминах выходных координат. Соответственно, задачей проектанта становится уже стабилизация данного решения, что гораздо менее трудоемко, чем построение следящей системы в рамках первого подхода.

Как объект управления автономный робот является многоканальной нелинейной

динамической системой. Задача, решаемая системой управления подвижного робота, заключается в создании управляющих воздействий, обеспечивающих наперед заданное перемещение центра масс в рабочем пространстве.

Используемый метод синтеза алгоритмов управления изначально был предложен И.В. Мирошником [5–10, 13, 14]. Он основан на втором подходе и предусматривает нелинейное преобразование модели робота к системе задачно-ориентированных координат, что дает возможность свести сложную многоканальную задачу управления к ряду простых задач компенсации линейных и угловых отклонений, а затем с помощью приемов нелинейной стабилизации найти адекватные законы управления [5, 15].

Общей тенденцией всех рассмотренных работ является то, что авторы исследования ограничиваются лишь теоретическими выкладками и компьютерным моделированием. Поэтому большой интерес представляет именно задача экспериментальной проверки полученных результатов.

В качестве робота с роликонесущими колесами, на базе которого была выполнена эта работа, выбран мобильный робот Robotino от фирмы Festo Didactics (рис. 1). Данный тип роботов позволяет осуществлять раздельное управление каждой степенью свободы за счет специальной конструкции колес, что существенно облегчает решение задачи управления пространственным положением и позволяет сосредоточиться непосредственно на разработке алгоритмов.



Рис. 1. Мобильный робот Robotino

Модель движения подвижного робота и постановка задачи управления

Положение корпуса робота (рис. 2) как твердого тела на плоскости характеризуется вектором, задающим положение (x, y) его центра масс C в базовой системе координат XOY , и углом поворота α системы координат, связанной с центром масс C , относительно базовой системы координат [11].

Кинематическая модель движения робота как твердого тела может быть представлена в виде:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = T^T(\alpha) \cdot \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}, \\ \dot{\alpha} = \omega, \end{cases} \quad (1)$$

где V_x – продольная скорость движения робота в связанной с центром масс C системе координат; V_y – поперечная скорость движения робота; ω – угловая скорость робота; $T(\alpha) = \begin{vmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{vmatrix}$ – матрица поворота, соответствующая базису с началом координат в точке C .

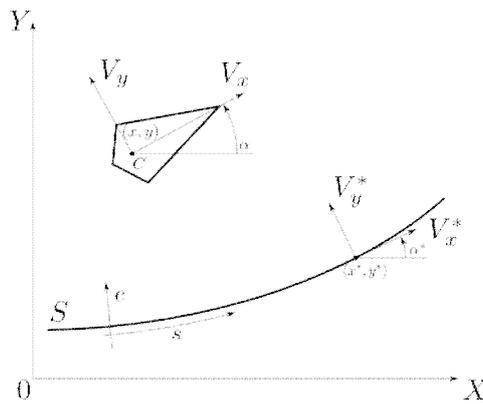


Рис. 2. Автономный робот, траектория S и задачно-ориентированные координаты (s, e)

Желаемая траектория робота представляет собой гладкий отрезок кривой S (рис. 2), неявное описание которого имеет вид

$$\varphi(x, y) = 0, \quad (2)$$

а соответствующая локальная координата s (длина траектории) определяется выражением

$$s = \psi(x, y). \quad (3)$$

Необходимо отметить, что описание кривой как гладкого геометрического объекта не единственное, так что и выбор функций (2) и (3) не однозначен.

Основное ограничение на выбор функций $\varphi(x, y)$ и $\psi(x, y)$ представлено условием регулярности [7], которое предусматривает, что матрица Якоби

$$\varphi(x, y) = \begin{bmatrix} \partial\psi / \partial x & \partial\psi / \partial y \\ \partial\varphi / \partial x & \partial\varphi / \partial y \end{bmatrix} \quad (4)$$

не вырождена для любых (x, y) , принадлежащих кривой S , т.е.

$$\det \varphi(x, y) \neq 0.$$

Для регулярных геометрических объектов существует так называемое нормализованное описание [7], для которого матрица Якоби $\varphi(x, y)$ при $(x, y) \in S$ является ортогональной, и можно записать

$$\varphi(x, y) = T(\alpha^*(s)) = \begin{bmatrix} \cos \alpha^*(s) & \sin \alpha^*(s) \\ -\sin \alpha^*(s) & \cos \alpha^*(s) \end{bmatrix} \in SO(2),$$

где $T(\alpha^*(s))$ – матрица поворота, соответствующая подвижному базису (реперу) Френе [7]; $\alpha^*(s)$ – угол наклона касательной к траектории, определяющий текущую ориентацию базиса Френе, зависящий от длины траектории s .

Как показано в [7], матрица Френе удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$\dot{T}\alpha^*(s) = \dot{s}\xi(s)ET(\alpha^*(s)), \quad (5)$$

где $E = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$; $\xi(s)$ – кривизна траектории.

Из уравнения (5) также следует, что

$$\dot{\alpha}^* = \dot{s}\xi(s). \quad (6)$$

Угловую ориентацию робота по отношению к кривой S определим как

$$\alpha = \alpha^* + \Delta\alpha, \quad (7)$$

где $\Delta\alpha = \text{const}$ – желаемая ориентация робота относительно траектории движения. В

матричной записи выражение (7) принимает вид

$$T(\alpha) = T(\Delta\alpha)T(\alpha^*). \quad (8)$$

Задача управления траекторным движением автономного робота ставится как задача поддержания голономного соотношения между выходами системы (x, y) , заданного в форме (2). Оно дополняется описанием желаемого режима продольного движения основной точки вдоль желаемой траектории $s(t)$, обычно устанавливаемого с помощью эталонной переменной $s^*(t)$ или эталонной скорости продольного движения $V_s^* = \dot{s}^*(t)$.

Введем в рассмотрение ошибки траекторного движения [8–10]. Нарушение условия (2) характеризуется ортогональным отклонением

$$e = \varphi(x, y), \quad (9)$$

принимаящим на множестве S нулевые значения. Текущее нарушение углового соотношения (7) определяется угловой ошибкой

$$\delta = \alpha - \alpha^* + \Delta\alpha. \quad (10)$$

Таким образом, задача траекторного управления автономным роботом заключается в определении (в замкнутой форме) входов V_x , V_y и ω , которые обеспечивают:

- стабилизацию движения робота относительно кривой S , что подразумевает асимптотическое обнуление вектора пространственного отклонения e ;
- стабилизацию заданной угловой ориентации робота относительно кривой S , или асимптотическое обнуление относительной угловой ошибки δ ;
- поддержание требуемого режима продольного движения мобильного робота $s = s^*(t)$, задаваемого с помощью простейшей эталонной модели

$$\dot{s}^* = V_s^* = \text{const}, \quad (11)$$

или асимптотическое обнуление скоростной ошибки

$$\Delta V_s = V_s^* - \dot{s}. \quad (12)$$

Синтез алгоритмов управления движением

Для синтеза регуляторов, решающих траекторную задачу, преобразуем модель системы (1), принимая во внимание выражение (4), к задачно-ориентированной (траекторной) форме [7], в которой выходными переменными являются переменные s , e и δ . Для этого продифференцируем по времени уравнения (3), (9) и (10):

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{e} \end{bmatrix} = \varphi(x, y) \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = T(\alpha^*)T^T(\alpha) \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}, \quad (13)$$

$$\dot{\delta} = -\xi(s)\dot{s} + \omega. \quad (14)$$

Введем в рассмотрение виртуальные (задачно-ориентированные) управления:

$$\begin{bmatrix} u_s \\ u_e \end{bmatrix} = T^T(\Delta\alpha) \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} \quad (15)$$

$$u_\delta = -\xi(s)\dot{s} + \omega. \quad (16)$$

Перепишем уравнения (13)–(16) в покомпонентной форме:

$$\dot{s} = u_s, \quad \dot{e} = u_e, \quad \dot{\delta} = u_\delta.$$

Теперь выберем регуляторы:

$$u_s = V_S^*, \quad u_e = -K_e e, \quad u_\delta = -K_\delta \delta,$$

где K_e, K_δ – положительные коэффициенты обратных связей.

Теперь определим управляющие воздействия V_x, V_y и ω , следующим образом:

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = T(\Delta\alpha) \begin{bmatrix} V_S^* \\ -K_e e \end{bmatrix},$$

$$\omega = -K_\delta \delta + \xi(s)V_S^*.$$

Для практической реализации данных алгоритмов необходимо выполнить еще одно действие, а именно распределение управлений на электроприводы.

Для робота (рис. 3), колеса которого расположены равномерно на окружности с углом в 120° матрица распределения управлений выглядит так:

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{bmatrix} = \frac{n}{R} \begin{bmatrix} -\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) & L \\ 0 & -1 & L \\ \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ \omega \end{bmatrix},$$

где $L=125$ мм – дистанция от центра масс C до центра колеса; $n=16$ – передаточное отношение редуктора электропривода; $R=40$ мм – радиус колеса.

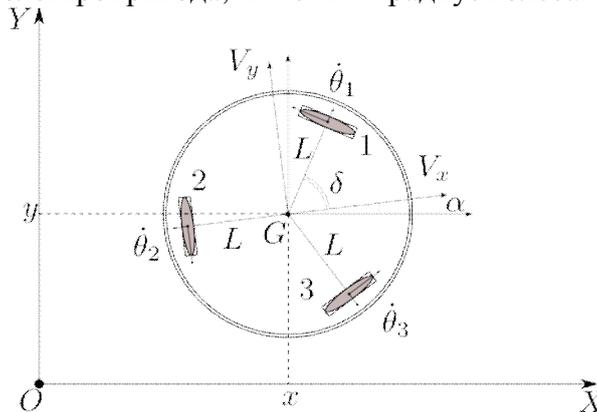


Рис. 3. Мобильный робот с роликонесущими колесами

Результаты экспериментов

В ходе эксперимента, были реализованы задачи движения вдоль прямой линии и задача движения вдоль окружности. На графиках (рис. 4) представлены координаты центра масс робота, а также графики (рис. 5) изменения ортогональной ошибки во времени. На графиках заметен сильный шум в измерения датчика положения, но, несмотря на это, предложенные алгоритмы показывают неплохую сходимость к заданной траектории, что говорит о том, что поставленная задача решена.

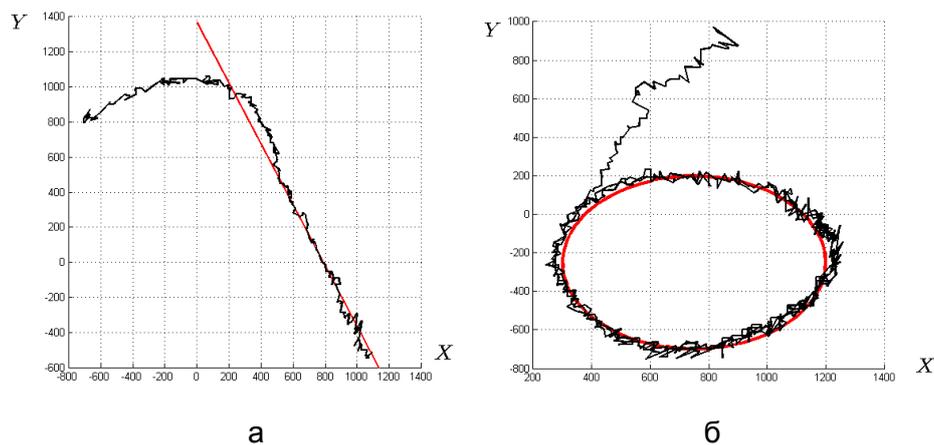


Рис. 4. Изменение координат робота при движении вдоль прямой (а) и окружности (б)

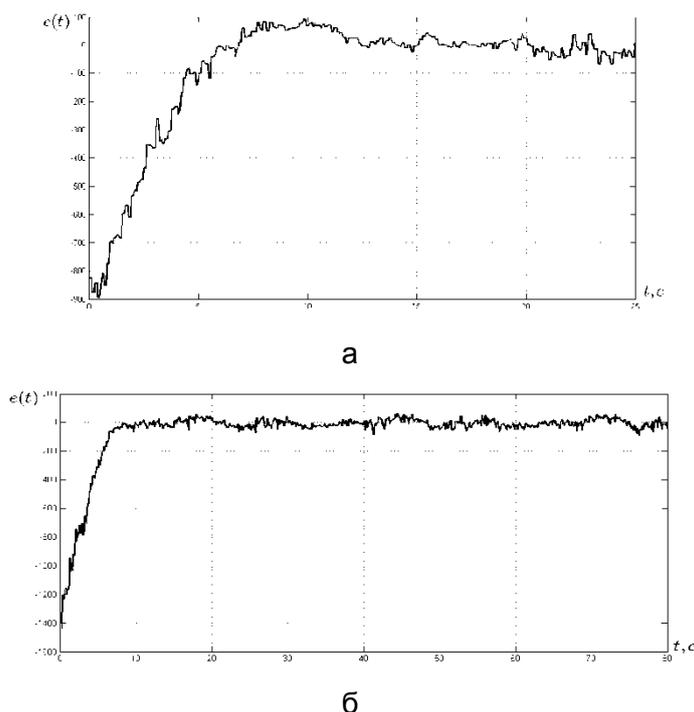


Рис. 6. Изменение ортогональной ошибки при движении вдоль прямой (а) и окружности (б)

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-5488.2012.8.

Литература

1. Aguiar A.P., Hespanha J.P., Kokotovic P.V. Path-following for nonminimum phase systems removes performance limitations // *IEEE Transactions on Automatic Control*. – 2005. – V. 50. – № 2. – P. 234–239.
2. Nielsen C., Fulford C., Maggiore M. Path following using transverse feedback linearization: application to a maglev positioning system // *Automatica*. – 2010. – V. 46. – P. 585–590.
3. Breivik M. and Fossen T.I. Principles of guidance-based path following in 2D and 3D // In 44th IEEE Conference on Decision and Control and the European Control Conference. – 2005. – P. 627–634.
4. Lee T., Leok M. and McClamroch N.H. Geometric tracking control of a quadrotor UAV on $SE(3)$ // *Proc. IEEE Conf. on Decision and Control*. – 2010. – P. 5420–5425.

5. Бурдаков С.Ф., Мирошник И.В., Стельмаков Р.Э. Системы управления движением колесных роботов. – СПб: Наука, 2001. – 232 с.
6. Мирошник И.В. Согласованное управление многоканальными системами. – Л.: Энергоатомиздат (ЛО), 1990. – 128 с.
7. Мирошник И.В., Фрадков А.Л., Никифоров В.О. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. – СПб: Наука, 2000. – 549 с.
8. Мирошник И.В., Чепинский С.А. Управление многосвязными кинематическими механизмами // Научно-технический вестник СПбГИТМО (ТУ). – 2002. – Вып. 3. – С. 144–149.
9. Мирошник И.В., Чепинский С.А. Траекторное управление кинематическими механизмами нетривиальной конструкции // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2004. – Вып. 14. – С. 5–10.
10. Бушуев А.Б. и др. Управление траекторным движением многоканальных динамических систем // Изв. вузов. Приборостроение. – 2009. – Т. 52. – № 11. – С. 50–56.
11. Canudas de Wit C.A., Siciliano B, Bastin G. Theory of robot control. – Springer, 1996. – 392 p.
12. Isidori A. Nonlinear control systems. 3rd edition. – Springer, 1995. – 549 p.
13. Miroshnik I.V., Chepinsky S.A. Trajectory control of underactuated mechanisms // 2nd IFAC Conference on Mechatronic Systems. – 2002. – P. 959–1004.
14. Miroshnik I.V., Chepinsky S.A. Trajectory motion control of underactuated manipulators // Prepr. 7th IFAC Symposium on Robot Control. – 2003. – P. 105–110.
15. Miroshnik I.V. and V.O. Nikiforov. Trajectory motion control and coordination of multilink robots // Prepr. 13th IFAC World Congress. – 1996. – V. A. – P. 361–366.

УДК 334.021

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Н.Б. Кедич, М.А. Копылов

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

Рассмотрена современная технология производства соковой продукции на примере предприятия, расположенного в г. Санкт-Петербурге. Актуальность – в целях гармонизации с европейским природоохранным законодательством в России предполагается начать переход к технологическому нормированию на основе показателей наилучших доступных технологий (НДТ). К критериям определения НДТ предполагается отнести: «наименьшие объемы и (или) уровень воздействия на окружающую среду в расчете на единицу производимой продукции (работы, услуги); экономическую целесообразность внедрения; наличие одного или нескольких предприятий, на которых применяется данная технология». Целью работы является исследование экологического воздействия на окружающую среду при производстве соковой продукции и оценка возможности отнесения технологии к уровню НДТ.
Ключевые слова: соковая продукция, НДТ, экологическое воздействие, оценка воздействия.

Основной деятельностью предприятия является производство натуральных соков и нектаров путем восстановления натурального концентрированного сока. При максимальной загрузке производства выпуск продукции составляет 200 млн. л в год. Предприятие укомплектовано оборудованием зарубежного производства: танки для хранения наливного концентрата; насосы для перекачки жидкости; технологические трубопроводы; пастеризаторы; теплообменные аппараты; холодильные установки; упаковочные автоматы и т.д.

Общая технологическая схема производства соковой продукции:

- входной контроль сырья и материалов, прием их на предприятие;
- подготовка сырья (дефростация), подготовка воды, приготовление сахарного сиропа, закатка концентрированного сока, пюре;

- добавление подготовленной смеси пищевого волокна, предварительное смешивание компонентов, смешивание концентрированной смеси с водой;
- приготовление растворов (соли кальция, витаминов, витаминного премикса, минерального премикса, экстракта, смеси экстрактов);
- деаэрация, стерилизация, охлаждение, розлив в потребительскую тару, упаковка в транспортную тару и формирование поддонов, передача на склад готовой продукции, отгрузка товаров (соков) в автотранспорт для доставки в торговые точки.

Согласно Национальному стандарту РФ ГОСТ Р 14.13-2007 [1] наилучшие доступные технологии (НДТ) – это технологические процессы и способы проектирования, строительства, управления, обслуживания, эксплуатации и прекращения эксплуатации промышленных установок, основанные на последних достижениях науки и техники, доступные для практического применения с учетом экономических, а также социальных факторов и направленные на снижение негативных воздействий технологических отходов на окружающую среду, жизнь и здоровье людей.

При определении НДТ стандартом приняты во внимание следующие положения:

- использование малоотходных технологических процессов (технологические отходы должны составлять от 1,5% до 10% общего расхода сырья и материалов);
- использование токсичного сырья должно быть предельно уменьшено;
- сбросы, выбросы и отходы, образующиеся в процессе хозяйственной деятельности, должны быть по возможности вовлечены в хозяйственный оборот;
- используемые технологические процессы, производственное оборудование и методы его эксплуатации должны быть успешно апробированы на промышленном уровне;
- НДТ должны соответствовать современному уровню научно-технического прогресса в контролируемой области;
- должны быть предусмотрены определение видов опасностей и снижение влияния на окружающую среду объемов выбросов, сбросов и отходов, других негативных воздействий, образующихся в процессе хозяйственной деятельности предприятия;
- должен быть четко обоснован период времени, необходимый для внедрения НДТ;
- должна быть произведена оценка объема потребления и эффективности использования первичного сырья, включая энергоносители, применяемого в технологическом процессе;
- должны быть предусмотрены возможности предотвращения аварийных ситуаций и сведения к минимуму их последствий для окружающей среды;
- при внедрении НДТ должна быть использована информация, публикуемая специально уполномоченным государственным органом в области охраны окружающей среды и международными организациями в области НДТ.

Термин НДТ подразумевает, что такая технология является самой лучшей с точки зрения соблюдения экологических требований и доступной для лиц, заинтересованных в ее применении.

Экологическими критериями наилучшей доступной технологии являются ее возможности по обеспечению комплексного предотвращения (там, где это возможно) и (или) сокращения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ (иных видов негативного воздействия) в атмосферный воздух, водные объекты, иные компоненты окружающей среды, а также сокращения (исключения) образования отходов производства и потребления, снижения энергоемкости и ресурсоемкости производственных процессов.

Термин «наилучшая существующая технология» (НСТ) в России установлен Федеральным законом от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [2]. Это «технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов». Очевидно, термин «доступные» в наиболее полной мере соответствует содержанию понятия «best available technology», подчеркивая экономическую и техническую

достижимость НДТ.

В связи с этим представляется целесообразным продолжение исследования готовности предприятий пищевой отрасли к переходу на технологическое нормирование на основе НДТ с целью более детальной оценки проблематики, выявления причинно-следственных связей, увеличения выборки, и разработки соответствующих рекомендаций на основе статистически значимых результатов.

В ЕС разработаны специальные справочные документы по НДТ (Best available technique (BAT) reference document – BREF). В настоящей работе проведен анализ европейских справочных документов по BAT технологиям. Справочным документом, относящимся к производству соковой продукции, является BREF Foods, Drink and Milk Industries 08.2006 (Производство продуктов питания, напитков и молока) [3].

В целях гармонизации с европейским природоохранным законодательством в России в октябре 2012 года принята государственная программа «Охрана окружающей среды на 2012–2020 годы» [4]. Госпрограмма конкретизирует существующие экологические проблемы в РФ, предусматривает развитие и реализацию инициатив, указанных в «Основах экологической политики». Документ содержит прогноз развития сферы охраны окружающей среды (ООС), удельные показатели поэтапного снижения негативного воздействия на окружающую среду (ОС).

К критериям определения НДТ предполагается отнести: «наименьшие объемы и (или) уровень воздействия на окружающую среду в расчете на единицу производимой продукции (работы, услуги); экономическую целесообразность внедрения; наличие одного или нескольких предприятий, на которых применяется данная технология».

Законопроектами предполагается наличие не только справочников по НДТ, но и Реестра НДТ. На основании справочников по НДТ будет формироваться набор конкретных показателей уровней негативного воздействия (технологических нормативов), который закрепляется в Реестре НДТ в качестве обязательного норматива и будет применяться для целей нормирования. Переход к технологическому нормированию на основе показателей НДТ предполагается начать с 2014 года.

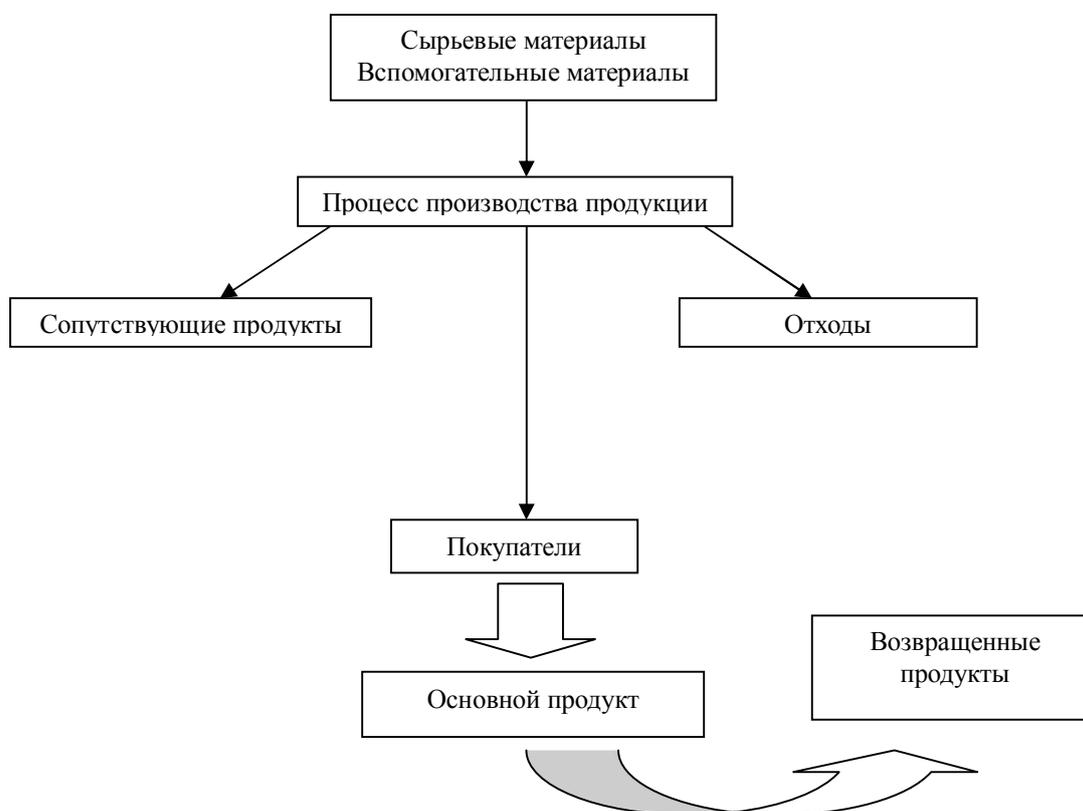


Рисунок. Терминология, используемая в пищевом секторе

Экологическая оценка при производстве соковой продукции

Оценка воздействия на атмосферный воздух. На предприятии имеется 47 источников выбросов, в том числе 35 организованных и 12 неорганизованных. Общее количество выбрасываемых ингредиентов – 37, в том числе твердых – 10, жидких и газообразных – 27. Залповых и аварийных выбросов не имеется. Источников, оборудованных санитарными пылегазоулавливающими установками, – нет.

Общее количество выбросов составляет 17,927483 т/год (1,453396 г/с), в том числе твердых – 0,051555 т/год, жидких и газообразных – 17,875929 т/год. Основные вредные вещества выбрасываются при эксплуатации вспомогательных производств (в основном, при сжигании природного газа для обеспечения работы теплоагрегатов): оксид углерода, диоксид азота, оксид азота (около 80% от общего количества выбросов в атмосферу). Твердые составляющие в выбросах не превышают 0,3%.

Анализ результатов расчетов рассеивания выбросов вредных веществ, отходящих от источников предприятия, показывает, что максимальные приземные концентрации вредных веществ, выбрасываемых от рассматриваемых источников, на границе санитарно-защитной зоны предприятия и в ближайшей жилой зоне не превышают ПДК по соответствующим ингредиентам с учетом фоновое загрязнение атмосферы.

Удельные выбросы в атмосферу от основного технологического процесса на 1 м³ произведенного сокового продукта составляют 0,008 кг/м³. Удельные выбросы в атмосферу от вспомогательного производства на 1 м³ произведенного сокового продукта составляют 0,082 кг/м³. Удельные суммарные выбросы в атмосферу на 1 м³ произведенного сокового продукта составляют 0,09 кг/м³, что соответствует требованиям, предъявляемым при отнесении технологии к НДТ. В соответствии с информацией [3], подраздел 3.2.49.2, проблемы на предприятии по производству соков могут быть связаны с образованием пыли. Однако на рассматриваемом предприятии твердые составляющие в выбросах не превышают 0,3% от общего количества выбрасываемых в атмосферу вредных веществ.

Оценка воздействия на отходы на окружающую среду. Всего на предприятии образуется 36 видов отходов, в том числе отходов производства – 31 вид, отходов потребления – 5 видов.

Общее количество образующихся на предприятии отходов составляет 1865,716 т/год, в том числе отходов производства – 1828,988 т/год, отходов потребления – 36,728 т/год.

По характеру действия с отходами классификация следующая:

- отходы, подлежащие размещению на лицензированных предприятиях – 724,990 т/год;
- отходы, подлежащие обезвреживанию на лицензированных предприятиях – 2,415 т/год;
- отходы, подлежащие использованию на сторонних предприятиях – 1138,311 т/год.

Удельное суммарное образование отходов на 1 м³ произведенного сокового продукта составляет 9,33 кг/м³. Удельное количество технологических отходов на 1 м³ произведенного сокового продукта составляет 6,91 кг/м³.

Ориентировочные критерии оценки прогрессивности технологических процессов по уровню технологических отходов приведены в таблице.

Таблица. Ориентировочные критерии оценки прогрессивности технологических процессов по уровню технологических отходов

Категория технологического процесса	Технологические отходы, %
Безотходный	До 1,5
Малоотходный	От 1,5 до 10
Рядовой	Устанавливается отраслевыми

Категория технологического процесса	Технологические отходы, %
	стандартами в зависимости от конструктивной сложности изделия и типа производства

В европейском справочном документе [3] содержится информация о продукции, которая не может считаться основным конечным продуктом, но и не является отходом. Введены такие понятия как сопутствующий продукт, побочный продукт, возвращенный продукт, которые, согласно европейскому пониманию, не относятся к отходам. Учитывая это, ряд отходов, образующихся на рассматриваемом производстве, является возвращенным продуктом, к которым можно отнести: часть плодоовощной продукции, образующейся при отбраковке поступающего концентрата; готовые соки, отбракованные в цехе розлива и упаковки; контрольные образцы соков после истечения срока годности. Если не включать, согласно [3], в состав отходов возвращенный продукт, то удельное количество технологических отходов составит $2,54 \text{ кг/м}^3$.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что удельное количество образующихся технологических отходов, согласно [1], соответствует малоотходной категории технологического процесса.

Оценка воздействия предприятия на водный бассейн. Водоснабжение и водоотведение осуществляются на основании договора с ГУП «Водоканал СПб» на отпуск питьевой воды, прием сточных вод и загрязняющих веществ. Среднее водопотребление предприятия составляет $166,7 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$. Водоотведение в количестве $111,1 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$ производится в горколлектор. Основными вредными веществами в составе сточных вод являются: взвешенные вещества, органические соединения, нитраты, фосфаты, оксиды железа и др. Кроме того, оценка загрязненности ведется по содержанию биохимического потребления кислорода, химического потребления кислорода, твердых взвешенных, растворенных веществ, pH-раствора, содержанию азота и фосфора. Очистных сооружений сточных вод на балансе предприятия не имеется. Анализ результатов исследований сточных вод, сбрасываемых в горколлектор, показывает, что превышений фактических концентраций вредных веществ над допустимыми не обнаружено.

Удельное водопотребление на 1 м^3 сокового продукта составляет $0,834 \text{ м}^3/\text{м}^3$ продукции. Удельное количество сбрасываемых сточных вод составляет $0,556 \text{ м}^3/\text{м}^3$ продукции, что значительно ниже данных, приводимых в [3], так как там учитываются, главным образом, процессы, связанные с подготовкой и переработкой свежих фруктов и овощей. Согласно данным подраздела 3.3.3.1 [3] потребление воды питьевого качества может достигать $6,5 \text{ м}^3$ на 1 т (1 м^3) продукта, при этом производство соков подразумевает весь процесс, начиная с разделки и мойки сырых фруктов и овощей, в связи с чем, и приводятся значительные нормы водопотребления.

Заключение

Проведенный сравнительный анализ экологического воздействия на окружающую среду показывает, что технология производства соков рассматриваемого предприятия полностью соответствует требованиям, предъявляемым при отнесении технологии к НДТ.

Литература

1. ГОСТ Р 14.13-2007. Национальный стандарт РФ «Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля». – Введ. 01.01.2009. – М.:

-
- Стандартинформ, 2008. – 24 с.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 25.06.2012 с изменениями, вступившими в силу 01.01.2013).
 3. BREF Foods, Drink and Milk Industries. – 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=336837153&url=899de1f5507c85fa7cef968b13485187>, своб.
 4. Государственная программа РФ «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы (распоряжение Правительства РФ от 27.12.2012 № 2552-р).
 5. Директива Совета Европейского Союза 96/61/ЕС от 24.09.1996 г. о комплексном предотвращении и контроле загрязнений [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://law.edu.ru/norm/norm.asp?normID=1375085>, своб.
 6. Постановление от 25 сентября 2007 г. № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН» 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
 7. Перечень поручений Президента РФ Правительству РФ и иным органам государственной власти, подготовленный по итогам заседания президиума Государственного совета РФ по вопросам по вопросам совершенствования государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды 27.05.2010 г.
 8. Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года (утверждены Президентом РФ 30.04.2012 г.).
 9. Веселова К.А. Наилучшие доступные технологии: реализация комплексного подхода // Экология производства. – 2010. – № 12. – С. 88–90.
 10. Бегак М.В. и др. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России. – М.: ООО «ЮрИнфор-Пресс», 2010. – 220 с.
 11. Ребрик И.И., Кочешков А.Ю., Борисовская И.А. Наилучшие доступные технологии: планы и реальность. Концепция перехода к нормированию негативного воздействия на окружающую среду на основе наилучших доступных технологий // ЭКО-БЮЛЛЕТЕНЬ ИНЭКА. – 2009. – № 3(134) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0134&pg=010>, своб.
 12. Королева Е.Б., Жигилей О.Н., Кряжев А.М., Сергеенко О.И., Сокорнова Т.В. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы – СПб, 2010. – 123 с.
 13. Справочник наилучших доступных технологий по обращению с отходами // Мин-во природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Некоммерческое партнерство «Центр экологической сертификации – зеленые стандарты». – М.: Деловые Медиа, 2011.

УДК 577.12:663/664 (075.8) + 612.39 (075.8)

APPLICATION OF ANTIOXIDANTS IN FOOD INDUSTRY

D.A. Klementjev

Supervisor – A.G. Serebryanskaya

Oxidation of foodstuffs may be inhibited by various methods including prevention of oxygen access, use a lower temperature, inactivation of enzymes catalyzing oxidation, reduction of oxygen pressure, and the use of suitable packaging. When antioxidants are used in the food industry we must take into account their influence on human health.

Keywords: oxidation of foodstuffs, specific additives, antioxidants in conjunction with synergists, Bach and Engler theory.

Introduction

Oxidation of foodstuffs may be inhibited by various methods including prevention of oxygen access, using a lower temperature, inactivation of enzymes catalyzing oxidation, reduction of oxygen pressure, and suitable packaging. Another method of protection against oxidation is to use specific additives which inhibit lipid oxidation. Nowadays they are mostly called antioxidants.

Lipids occur in nearly all raw materials with the major classes being triglycerides (also known as triacylglycerols), which occur in fat storage cells of plants and animals, and phospholipids, which occur in biological membranes. In the processing of a wide range of foods, fats may be added as part of the food formulation. The added fats are a major component of many foods including mayonnaise, margarine, frying oils. These fats are almost completely triglycerides, and it is these components that are of most significance as potential sources of oxidative off-flavours in these foods.

Fats, oils and lipid-based foods deteriorate through several degradation reactions both during heating and long-term storage. Antioxidants were first used before the second World War for food preservation. These early antioxidants were natural substances. They were, however, soon replaced by synthetic substances, which were cheaper, and had more uniform antioxidant properties. They were tested for toxicity by a range of methods in concentrations at 100–200 times the level actually consumed, to confirm their safe use as additives [2, p. 2].

The increased use of various food additives faced negative attitude of consumer groups. Consumers wished to have these additives replaced by natural materials, which were considered to be more acceptable as dietary components. Industrial producers have tried to comply with consumers wishes, and started using natural antioxidants. Most natural antioxidants are common food components, and have been used in the diet for many thousands of years so that humans have adapted to their consumption. It has been allowed to saturate with antioxidants packaging of foodstuffs.

And how, what exactly are the antioxidants?

Antioxidants are substances that prevent oxidative processes in the lipids by blocking the chain reaction in the formation of stable intermediate products. The use of antioxidants in conjunction with synergists allows to increase storage time of fats and fat-containing products, to save their nutritional value and quality [3].

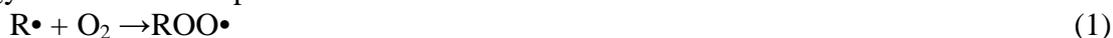
In food industry it is necessary to distinguish oxidative spoilage of food and damage caused by microorganisms. Antioxidants are applied in order to prevent the first one, and in order to prevent damage caused by microorganisms we apply preservatives.

Antioxidant activity depends on many factors such as lipid composition, antioxidant concentration, temperature, oxygen pressure, and presence of other antioxidants and many

common food components, e.g. proteins and water.

Peroxide oxidation theory was formulated in 1896–1897 years by the Russian scientist Bach and the German scientist Engler. Bach and Engler theory explains the mechanism of food lipids oxidative deterioration.

Free radical of fatty acid ($R\bullet$) attaches oxygen under the influence of heat or light energy and form a free peroxide radical:



This radical ($ROO\bullet$) is able to react with donor of hydrogen and hydroperoxide is formed:



In order to hydroperoxide has been resistant antioxidants are added:

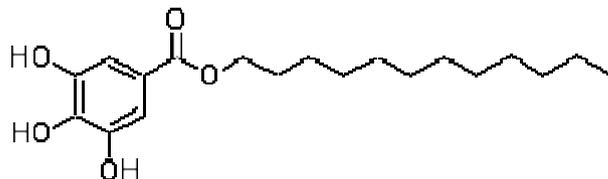


It is important that in the third reaction hydroperoxide is more resistant then in the second one.

The food industry uses natural and synthetic antioxidants. Natural antioxidants are tocopherols, guaiac resin, etc. Synthetic antioxidants are butylhydroxyanisole (E320), gallic acid esters (e.g. propyl gallate), etc.

One of the representatives of synthetic antioxidants is gallic acid dodecyl ester (E312) [1, p. 253].

It's structural formula is:



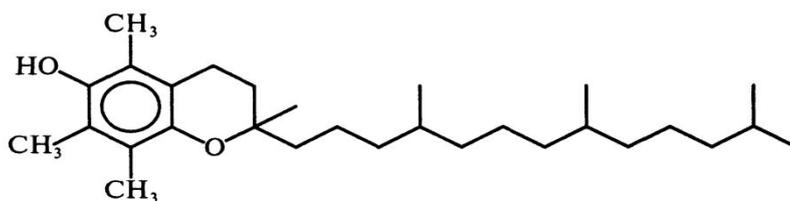
It's empiric formula is:



This substance is a crystalline powder coloured from white to cream, odourless and with a slightly bitter taste. This substance can be added to oils, jams, nuts and can't be used in baby food nutrition.

A representative of natural antioxidants is α -tocopherol (E307).

It's structural formula is



It's empiric formula is



It is viscous transparent oil varying from light-yellow to amber colour almost odourless, darkening in air and light. α -tocopherol is found in green vegetables, but vegetable oils are the most rich of it. Acceptable daily intake of this substance is two milligram during the day for one kilogram of body weight [4].

This substance can be added to plant and animal oils, margarine, dairy products. It is used for vitaminization of foodstuffs.

Conclusion

When antioxidants are used in food industry we must take into account their influence on human health. The main purpose of antioxidants studying is to prove their safety to set their acceptable daily intake.

The higher is the concentration of antioxidant, the longer is the shelf life of the foodstuff. But we cannot extend it forever. There are sanitary and hygienic standards, prescribing that the required concentration of antioxidants in product mustn't be higher than 0,02% of their weight. There is a problem for a technologist to chose an antioxidant. Synthetic antioxidants are cheaper then natural ones and more stable. The advantage of natural antioxidants are their ability to increase vitamin value of foodstuffs.

References

1. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. – Изд-во: ГИОРД, 2004. – 808 с.
2. Pokorny J., Yanishlieva N., Gordon M. Antioxidants in food. Practical applications. – CRC PRESS, Woodhead Publishing, 2001. – 389 p.
3. Колодязная В.С. Пищевая химия. – СПб: СПбГАХИТ, 1999. – 140 с.
4. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: Дрофа, 2008. – 638 с.

УДК 615.849

ПРОБЛЕМЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ: СКАНИРУЮЩАЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ И СКАНИРУЮЩИЕ ЛАЗЕРНЫЕ СТИМУЛЯТОРЫ

А.В. Дунаев, О.Д. Козырева

Научный руководитель – к.т.н., профессор Е.В. Шалобаев

В статье рассмотрен метод сканирующей лазерной терапии, как метод современного лечения. Приведены особенности низкоинтенсивного лазерного излучения, и на их основании описан принцип работы сканирующих лазерных стимуляторов.

Ключевые слова: низкоинтенсивная лазерная терапия, биологическая обратная связь, сканирующая лазерная терапия.

В последние годы благодаря совершенствованию аппаратуры для проведения лазеротерапии появилось много приборов, обеспечивающих различные варианты трансмиссии лазерного излучения. Применяют интравазальное (внутривенное и внутриартериальное) и неинвазивное (надсосудистое, сублингвальное) лазерное облучение крови, транскутанное (контактное и бесконтактное) облучение очага поражения. Характерно, что любой метод доставки лазерного излучения в организм оказывает как местное, так и дистантное влияние на сосуды микроциркуляторного русла пораженного органа, что проявляется увеличением количества функционирующих капилляров и скорости кровотока в пораженном органе. В условиях патологии это способствует стабилизации антиоксидантной системы и процессов перекисного окисления липидов, нормализации текучести крови, микроциркуляции и системной гемодинамики, активации системы неспецифической резистентности. Такой многогранный эффект при использовании минимальных доз лазерного излучения объясняется его способностью восполнить дефицит энергии на уровне информационного сегмента адаптационных реакций.

Заслуживают внимания сканирующие устройства, имеющие низкоэнергетические источники лазерного излучения красного (632,8 и 670 нм) и инфракрасного (830 нм) диапазонов, которые предназначены для бесконтактного воздействия на патологически измененные ткани с целью получения лечебного эффекта и проведения медико-биологических исследований.

Обычно при использовании разнообразных лазерных аппаратов на выходе излучателя имеется точка, которую с помощью специальных устройств расфокусируют с целью получения пятна, соответствующего облучаемой зоне.

Объясняется это тем, что для облучения площади, соответствующей проекции сосудистого пучка или пораженной зоны, невозможно использовать устойчивую точку излучения, так как в точке имеется высокая плотность мощности, что нежелательно для биологических тканей при воздействии на них с терапевтической целью. Именно поэтому обязательным условием обеспечения воздействия на соответствующую зону является расфокусировка луча. Следует подчеркнуть, что лазерный луч имеет свои физические характеристики и состоит из поперечных мод, что и определяет неравномерное поперечное распределение энергии в лазерном пучке. Следовательно, при расфокусировке луча обязательно создаются условия для неравномерного распределения и в соответствии с этим неравномерного воздействия лазерного излучения на всю площадь облучаемой поверхности, а также это сопровождается снижением плотности мощности излучения. Расфокусировка луча обеспечивает получение пятна излучения в форме круга, другие фигуры можно получить только с помощью соответствующих насадок, использование которых также снижает полезную мощность установки. Задача расчета терапевтической дозы при таком способе трансмиссии излучения представляется достаточно сложной [1].

Метод сканирующей лазеротерапии позволяет избавиться от перечисленных выше свойств лазерного излучения, получаемого при расфокусировке луча. Особенность метода сканирующей лазеротерапии заключается в бесконтактном воздействии сфокусированным лазерным лучом диаметром 3 мм и интенсивностью 20 мВт без потери мощности излучения на поверхность кожи с различной частотой сканирования. Облучение сфокусированным лучом дает возможность равномерно воздействовать дозированным излучением на каждую точку пораженной поверхности, но для этого луч должен перемещаться по всей поверхности, иными словами этого можно достичь, используя режим сканирования, который позволяет обработать зону любой конфигурации.

Воздействие на большие поверхности сфокусированным лучом обеспечивает передачу энергии излучения тканям за более короткое время по сравнению с облучением аналогичной пораженной поверхности расфокусированным лазерным лучом, так как за счет перемещения луча создаются условия для последовательного периодического воздействия и равномерного распределения энергии лазерного излучения в зоне обрабатываемой поверхности, что позволяет получить лечебный эффект.

Существенным является тот факт, что при непрерывном излучении лазера создается импульсный режим облучения за счет пространственного перемещения луча для каждой отдельной точки поверхности. Это обеспечивает благоприятный режим лечения. Благодаря сканирующему устройству (рефлектору) можно подобрать соответствующую фигуру сканирования в соответствии с площадью и состоянием поверхности, подлежащей лечению, т.е. проводить лечение пациентов по индивидуальной программе. Немаловажным представляется также тот факт, что использование метода сканирующей лазеротерапии позволяет уменьшить уровень облучения медицинского персонала, так как после начальной настройки управление стимулятором осуществляется автоматически.

Из вышеизложенного следует, что сканирующая лазеротерапия, как другие методики лазеротерапии, в клинической практике может применяться как самостоятельный метод лечения, так и в комплексном лечении больных в сочетании с лекарственными препаратами и методами эфферентной терапии. Метод сканирующей лазеротерапии эффективен при различной патологии, что обусловлено особенностями трансмиссии лазерного излучения в патологически измененные ткани.

Работы [4–6] подтверждают изложенные выше соображения.

Литература

1. Шалобаев Е.В., Юркова Г.Н., Ефименко В.Т. Сканирующие лазерные стимуляторы // Сб. научных трудов: Электроника, информатика и управление. – 2001. – Вып. 2. – С. 179–181.
2. Шалобаев Е.В., Юркова Г.Н., Ефименко Е.Т., Ефименко А.В. Лазерные стимуляторы // Датчики и системы. – 2001. – № 8. – С. 53–54.
3. Леонтьева Н.В., Ефименко В.Т., Ефименко А.В. К вопросу о возможности использования метода сканирующей лазеротерапии в клинической практике // Актуальные проблемы лазерной медицины. – 2001. – С. 207–219.
4. Ефименко В.Т., Шалобаев Е.В., Ефименко А.В., Юркова Г.Н. Сканирующие лазерные датчики в системе лечения и диагностики заболеваний // Датчики и системы. – 2001. – № 11. – С. 47–49.
5. Дунаев А.В., Евстигнеев А.Р., Шалобаев Е.В. Лазерные терапевтические устройства. Учебное пособие. – Орел-Калуга-СПб: ОрелГТУ, 2005. – 173 с.
6. Шалобаев Е.В., Леонтьева Н.В., Монахов Ю.С., Ефименко А.В., Подмастерьев К.В., Дунаев А.В. Применение биологических обратных связей и средств томографии в лазерных сканирующих физиотерапевтических установках // Технологии живых систем. – 2009. – № 4. – С. 66–72.

УДК 004.272.34

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА НОВОМ СЕМЕЙСТВЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ KEPLER ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТРИЧНЫХ СЕТЕВЫХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ

А.Ю. Коровяковская

Научный руководитель – к.т.н., профессор Т.А. Павловская

В работе рассмотрена архитектура семейства графических процессоров Kepler фирмы nVidia. Приведен алгоритм оптимизации обработки сетевых моделей сложных многомерных задач и доказаны его преимущества при решении матричных уравнений большой размерности с использованием параллельных вычислений на новом семействе графических процессоров Kepler.

Ключевые слова: NVIDIA, Kepler, сетевая модель, умножение матриц.

В работе [1] было показано, что производительность штатных библиотек типа CUBLAS, разработанных фирмой Nvidia для манипуляций над матрицами с использованием параллельных вычислений, недостаточна для расчета больших сетевых моделей, поскольку в этих алгоритмах не в полной мере используются особенности этих матриц – так называемая их слабая заполненность. При моделировании сложных газовых и электрических инфраструктур индустриально развитого государства сетевые матрицы могут достигать достаточно больших размеров (10000×10000 элементов и более). Аналогичные проблемы возникают при обработке панорамных снимков высокого разрешения для построения трехмерных цифровых моделей рельефа, в которых количество пикселей также может достигать величин порядка 10^{12} . Для решения указанных уравнений, моделирующих поведение этих систем, необходимо использовать более производительные алгоритмы и новые программно-аппаратные решения.

В работе [1] был описан алгоритм, позволяющий модифицировать параллельные вычисления с учетом слабой заполненности сетевых матриц и тем самым увеличить производительность при обработке большого массива данных. Согласно оценкам, указанным в работе, производительность может быть увеличена в 10–15 раз.

В последнее время фирма NVIDIA выпустила новое семейство графических процессоров GK104 под кодовым названием Kepler. Данное семейство графических процессоров, как анонсировано разработчиком, позволяет значительно ускорить работу с параллельными потоками данных. В статье [2] приведены данные об изменении производительности графических процессоров фирм NVIDIA и Intel различных поколений. Как видно из рисунка, теоретическая производительность графического процессора GK104 может достигать порядка 3TFlops в секунду. Поэтому было бы интересно исследовать указанную разработку для решения нашей задачи моделирования сложной сетевой структуры.

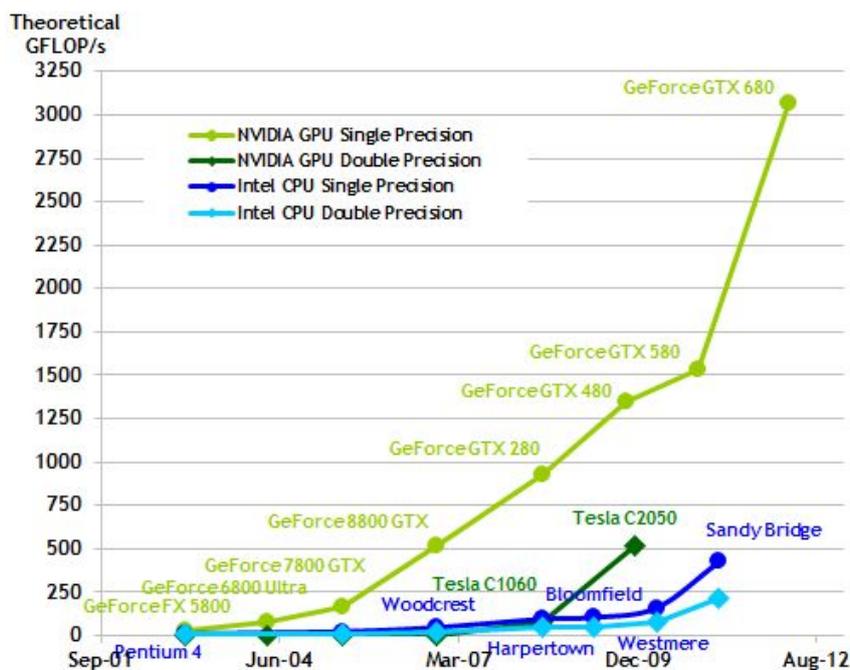


Рисунок. Рост производительности процессоров различных поколений фирм NVidia и Intel

Особенности архитектуры графического процессора GK104 Kepler

Рост производительности графического процессора GK104 Kepler обусловлен следующим главными факторами.

1. Количество одновременно работающих ядер увеличено до 1536 единиц. Объем памяти устройства может достигать 4 Гб (в зависимости от конкретного изготовителя), а тактовая частота видеопамяти составляет рекордные для настоящего времени 6000 МГц. Частота видеопамяти вкпе с шиной памяти обеспечивают пропускную способность порядка 192,3 Гб/с. Эти факторы позволяют одновременно манипулировать данными больших объемов и обеспечивать быструю загрузку данных из Host устройства (центральный CPU) в Device устройство (графический процессор GPU) и обратно, причем реализован асинхронный режим записи данных в память Device устройства совмещенный с режимом вычислений без ожидания флага завершения конца записи данных, что исключает простой системы.
2. Общее количество потоковых мультипроцессоров (MX) равно 8 (четыре кластера по 2 SMX), а в каждом SMX встроено 192 CUDA-ядра (ранее только 32), а суммарное количество ядер, как уже отмечалось, равно $192 \cdot 8 = 1536$.
3. Оптимизирован процесс программирования GPU, позволяющий ускорять все параллельные вложенные циклы. Это приводит к тому, что GPU динамически порождает новые потоки без возврата к CPU и может совмещать загрузку данных с расчетами.

4. Реализован механизм Hyper-Q, который сокращает время ожидания современного мультиядерного CPU (Host устройства), позволяя всем ядрам CPU одновременно использовать один GPU на базе архитектуры Kepler, значительно увеличивая возможности программирования [2].

Одна из целей настоящего исследования заключалось в том, чтобы испытать предложенный в [1] алгоритм в рамках новой архитектуры CUDA и получить численные оценки быстродействия тестов при манипуляции с матрицами больших размеров. Для этого была создана программа, написанная на языке высокого уровня C++ с использованием нового API CUDA, ориентированного на архитектуру Kepler.

В таблице приведены результаты испытаний алгоритма умножения матриц различной размерности (все элементы матриц являются ненулевыми и значения их заполнялись с помощью датчика случайных чисел).

Таблица. Результаты испытаний

Время, затраченное графическим ядром видеокарты GeForce 260, τ_1	Время, затраченное графическим ядром видеокарты GeForce 680, τ_2	Число элементов в матрице $m \times n$	Выполненное количество операций N_{0n}
$0,97 \cdot 10^{-3}$	$0,254 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^5$	$98 \cdot 10^6$
$1,62 \cdot 10^{-3}$	$0,424 \cdot 10^{-3}$	$2,21 \cdot 10^5$	$169 \cdot 10^6$
$2,6 \cdot 10^{-3}$	$0,675 \cdot 10^{-3}$	$3,01 \cdot 10^5$	$269 \cdot 10^6$
$3,77 \cdot 10^{-3}$	$0,987 \cdot 10^{-3}$	$3,93 \cdot 10^5$	$403 \cdot 10^6$

Из таблицы видно, что реальная производительность для новой архитектуры возрастает в 4–5 раз по сравнению с более ранними разработками фирмы NVidia и может достигать 400–600 Gflops и эта оценка существенно ниже пиковой теоретической производительности. Следует отметить, что при испытаниях не использовалось важное свойство сетевых матриц – их слабая заполненность. Следует ожидать еще большего выигрыша производительности новой архитектуры при манипуляции со слабозаполненными матрицами.

Следующим шагом для достижения еще большей производительности могла бы послужить технология SLI (Scalable Link Interface), разработанная NVIDIA для организации взаимодействия между двумя (четырьмя) видеокартами и заключающаяся в том, что графические потоки динамически перераспределяются между двумя или большим количеством однотипных графических карт.

Технология NVIDIA SLI – это революционная платформа, позволяющая гибко изменять графическую производительность путем объединения нескольких графических решений NVIDIA в одной системе на базе SLI-сертифицированной материнской платы [3]. Увеличение может достигать 2–4 раз.

К сожалению, в данный момент ядро CUDA не позволяет использовать данную технологию в полном объеме (как единое виртуальное устройство CUDA с суммарным объемом памяти и суммарным количеством микропроцессоров), так как API воспринимает данную конструкцию как два (четыре) независимых графических устройства. Поэтому чтобы в полной мере реализовать преимущества SLI, разработчику необходимо самостоятельно решать задачу распараллеливания потоков между двумя или четырьмя устройствами, разделив исходную матрицу на 2–4 части и синхронизуя вычисления в отдельных CUDA устройствах.

Литература

1. Коровяковская А.Ю. Опыт применения современных программно-аппаратных методов для решения многомерных сетевых задач // Мат. докл. науч.-теорет. конф., Информационные системы и технологии. – Красноярск. – 2012. – С. 159–173.
2. C Programming Guide CUDA Toolkit Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/>, своб.
3. Технология NVIDIA SLI. – 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nvidia.ru/object/sli-technology-overview-ru.html>, своб.

УДК 504.06+338.1

**ПРИРОДООХРАННОЕ НОРМИРОВАНИЕ
НА ОСНОВЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ:
НОВЫЙ СТИМУЛ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Т.С. Кочегарова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.Е. Копыльцова

В статье проанализировано состояние российского природоохранного законодательства, существующего на сегодняшний день, а также рассмотрены принципы природоохранного нормирования, принятые в Европейском Союзе. Приведена классификация отечественных предприятий по степени воздействия на окружающую среду, а также по результатам государственной статистики определена группа промышленных предприятий, оказывающих наибольшее негативное воздействие.

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, воздействия на окружающую среду, экологический и экономический эффекты.

В настоящее время стала очевидной необходимость реформирования национальной нормативно-правовой базы (НПБ) в области нормирования воздействия на окружающую среду. Существующее законодательство не способствует стимулированию процессов эффективной реализации природоохранных мероприятий и внедрения экологически безопасных оборудования и технологий на промышленных предприятиях.

В 2008 году в России была начата работа по изменению НПБ для осуществления перехода на комплексные экологические разрешения и нормирование негативного воздействия на окружающую среду на основе наилучших доступных технологий (НДТ) (Best Available Technologies, BAT). Согласно принятой терминологии, наилучшая доступная технология – это совокупность применяемых для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, технологических процессов, оборудования, технических методов, способов, приемов и средств, основанных на современных достижениях науки и техники, обладающих наилучшим сочетанием показателей достижения целей охраны окружающей среды и экономической эффективности, при условии технической возможности их применения [3].

В Европейском Союзе (ЕС) основным принципом природоохранного законодательства является постоянное снижение воздействия на окружающую среду. Для создания равновесия между требованиями максимального уменьшения загрязнения и реальными техническими возможностями в Директиве 2008/1/ЕС от 15.01.2008 г. «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений» был предложен механизм расчета показателей допустимого воздействия на основе НДТ. С целью обеспечения защиты окружающей среды путем совершенствования системы управления и контроля за производственными процессами промышленных предприятий Директивой предусмотрена система выдачи комплексных разрешений на осуществление хозяйственной деятельности для определенных категорий промышленных объектов.

В целях осуществления изменения природоохранного нормирования с учетом

принципов НДТ Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации было предложено разделить все предприятия по степени влияния на окружающую среду на три группы (таблица).

Таблица. Классификация предприятий по степени влияния на окружающую среду

Группа предприятий	Количество предприятий	Меры
Наиболее опасные, из них: особо крупные загрязнители («горячие точки»)	более 11000 (обуславливают 99% негативного воздействия) около 200 (50% выбросов в воздух приходится примерно на 64 предприятия, а 50% сбросов в воду – примерно на 110 предприятий)	Переход на НДТ
Умеренно воздействующие	около 290000	Нормирование воздействий и наказание за нарушение требований
Незначительно воздействующие	около 1000000	Применение декларативных принципов при расчете выплат за негативное воздействие

На сегодняшний день нет конкретного перечня предприятий, которые Минприроды России относит к категории «наиболее опасные», но из отчетов государственной статистики по охране окружающей среды видно, что загрязнение атмосферы в основном происходит при добыче природных ископаемых и от обрабатывающих производств (рис. 1).

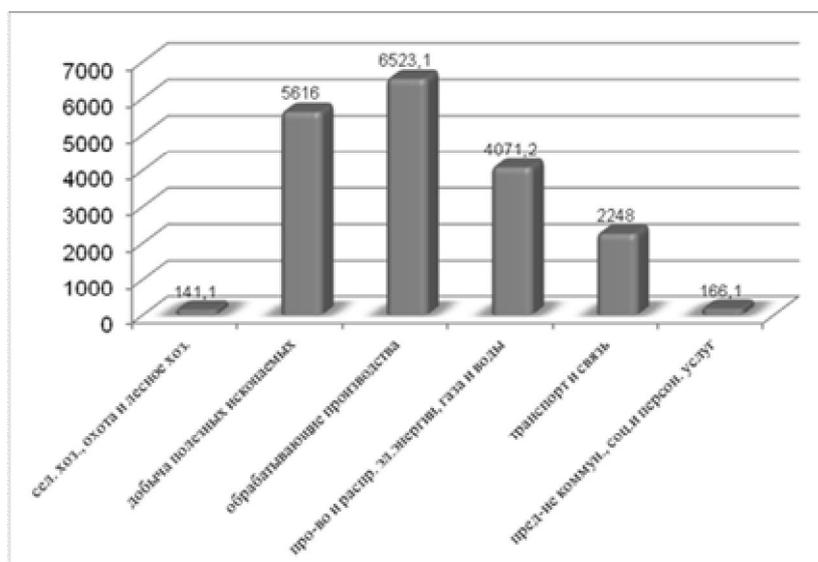


Рис. 1. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников по видам экономической деятельности в 2011 году, тыс. тонн [5]

При более подробной оценке данных Росстата было выявлено, что из числа обрабатывающих производств наибольшее воздействие на атмосферный воздух оказывает металлургическое производство (рис. 2). Также металлургическое производство является основным источником образования промышленных отходов (рис. 3).

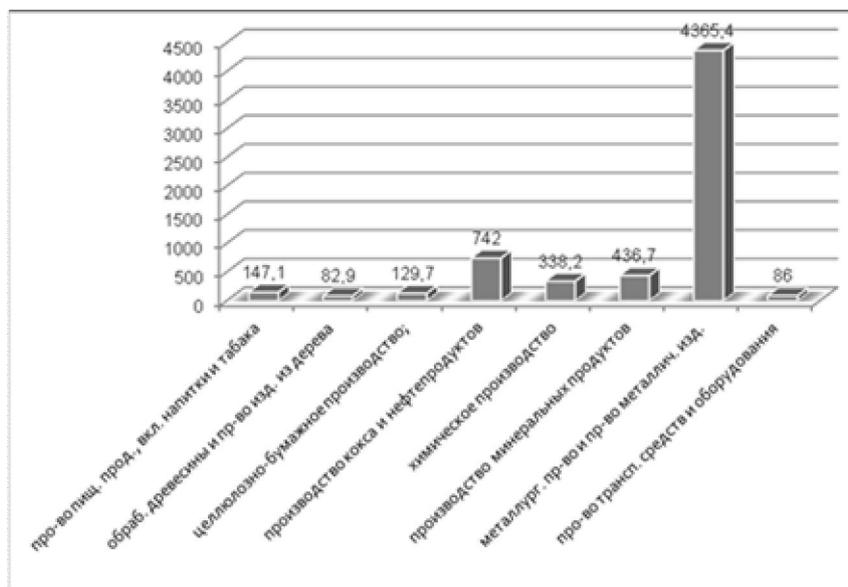


Рис. 2. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от обрабатывающих производств в 2011 году, тыс. тонн [5]

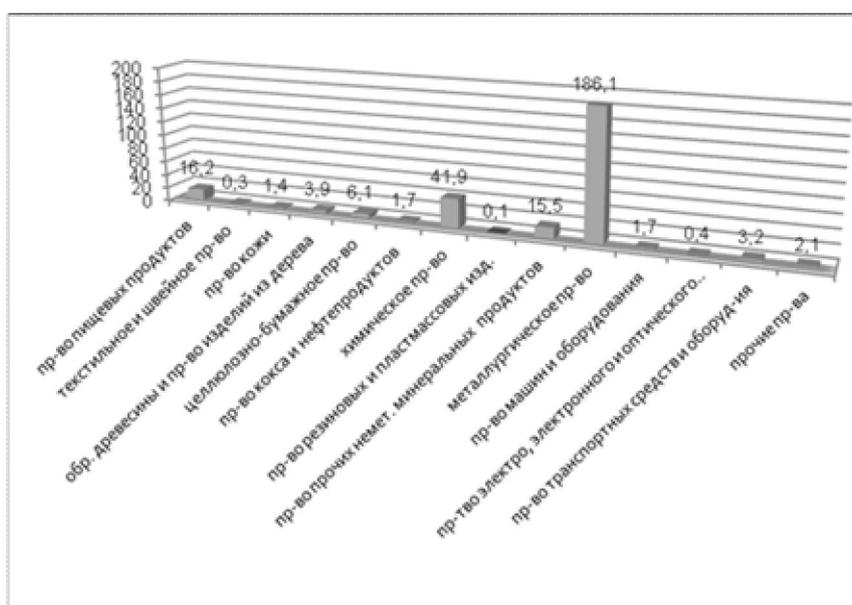


Рис. 3. Образование отходов производства и потребления в обрабатывающих производствах в 2011 году, млн. тонн [5]

Исходя из вышесказанного, предлагается провести более подробную оценку эффективности внедрения НДТ на предприятиях металлургического производства.

Внедрение НДТ позволит ускорить технологическое развитие страны в целом, улучшить экологическую обстановку страны, повысить экологическую безопасность промышленных объектов и создать эффективную систему экологического менеджмента, а также повысить конкурентоспособность российских предприятий на мировом рынке, что является очень важным в свете вступления России во Всемирную торговую организацию. Предприятия, которые будут стремиться к экологически чистому производству, получают приоритет в отношении платы за негативное воздействие, тем самым снизят общие затраты. Предусматривается система налоговых и других льгот, предоставление инвестиционных налоговых кредитов и государственного субсидирования выплат по банковским ставкам при проектировании и внедрении НДТ в компаниях [4]. Для предприятий, не выполняющих работы в направлении улучшения экологических характеристик производства и превышающих

разрешенные объемы выбросов, к стандартным выплатам будут применяться повышающие коэффициенты, увеличивающие размер платы в 25 и даже 100 раз.

Конечно, необходимость изменения природоохранного нормирования с учетом принципов наилучших доступных технологий очевидна, однако трудности перехода для отечественных предприятий предсказуемы. Нужно помнить, что природное и климатическое разнообразие российских регионов, особенности промышленного производства, проблемы охраны окружающей среды будут затруднять полноценное применение НДТ, которые были разработаны в ЕС. Поэтому необходимо применять их с учетом местных условий, а возможно и разрабатывать специфические российские технологии.

С учетом того, что многие предприятия работают на устаревшем и изношенном оборудовании – по данным Росстата степень износа основных фондов на 2010 год составила 47,1% [5], – в случае обязательного перехода на НДТ они неизбежно столкнутся с угрозой возникновения кризисной ситуации. И, зная состояние своего имущества, многие предприятия попросту боятся переходить на экологически безопасное, чистое производство, рискуя тем самым потерять все.

Поэтому очень важно провести детальную оценку инновационного потенциала отечественных предприятий в условиях предстоящего перехода на новый принцип природоохранного нормирования, особенно тех предприятий, которые отнесены к категории «наиболее опасные» для окружающей среды. Необходимым становится проведение оценки рисков инвестиционных проектов, связанных с внедрением НДТ.

Также существенным на сегодняшний день является анализ значимых факторов, оказывающих влияние на устойчивость того или иного предприятия и проведение экономической оценки инновационного развития предприятия в новых условиях, определение экологического и экономического эффекта от внедрения НДТ.

2013 год объявлен годом охраны окружающей среды в России. Возможно, этот факт станет дополнительным стимулом для осознания полезности применения наилучших доступных технологий на отечественных предприятиях.

Литература

1. Королева Е.Б., Жигилей О.Н., Кряжев А.М. и др. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы. – СПб: ООО «Ай-Пи», 2011. – 123 с.
2. Кочегарова Т.С., Копыльцова С.Е. Экологические аспекты антикризисного управления предприятием // Материалы IV Молодежного Экологического Конгресса «Северная Пальмира». – 2012. – С. 318–321.
3. Проект ФЗ № 584587-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий».
4. Сергиенко О.И. Продовольственная безопасность: переход к технологическому нормированию экологических воздействий на основе использования наилучших доступных технологий // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 4(40) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=3862>, своб.
5. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>, своб.

УДК 535.33+519.642.3+517.983.54+519.682

КОМПЛЕКСИРОВАННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ СПЕКТРОВ АДАПТИВНЫМ СПОСОБОМ ПСЕВДООБРАТНОГО ОПЕРАТОРА

А.В. Кривых

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.С. Сизиков

Дается дальнейшее развитие устойчивых методов восстановления заглаженных и зашумленных непрерывных измеренных спектров. Для решения некорректного интегрального уравнения Фредгольма I рода используется метод регуляризации Тихонова, а для выбора параметра регуляризации α -адаптивный способ псевдообратного оператора. Предложенная методика может быть использована для повышения разрешающей способности спектрометра. Приведены численные иллюстрации.

Ключевые слова: непрерывный спектр, обратная задача спектроскопии, интегральное уравнение, метод регуляризации Тихонова, способ псевдообратного оператора, повышение разрешающей способности спектрометра.

Введение

Данная работа является продолжением работ [1, 2]. Рассматривается обратная задача спектроскопии [3] – восстановление истинного непрерывного спектра $z(\lambda)$ по измеренному спектру $u(\lambda)$ и известной аппаратной функции (АФ) спектрометра $K(\lambda, \lambda')$. При этом под спектром подразумевается зависимость интенсивности излучения от длины волны λ (или от частоты ν).

Целью работы является разработка методики и программного обеспечения для обработки непрерывных спектров путем решения интегрального уравнения Фредгольма I рода методом регуляризации Тихонова с использованием адаптивного способа псевдообратного оператора в рамках системы MATLAB.

Постановка задачи

Измеренный спектрометром (например, интерферометром Фабри–Перо) спектр $u(\lambda)$ обычно отличается от истинного спектра $z(\lambda)$ [3–6], во-первых, большей сглаженностью (неразрешены близкие линии, заглажена тонкая структура спектральной линии – результат воздействия АФ спектрального прибора), а, во-вторых, зашумленностью (слабые линии «тонут» в шуме – результат погрешностей измерений).

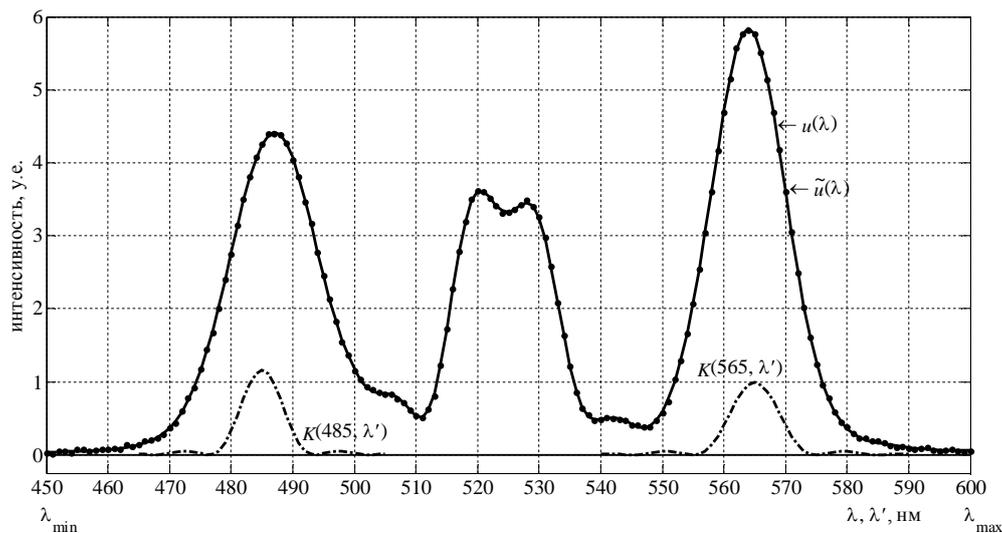


Рис. 1. $u(\lambda)$ – измеренный без шума спектр; $\tilde{u}(\lambda)$ – измеренный зашумленный спектр;

$K(\lambda^*, \lambda')$ – АФ при некоторой длине волны настройки $\lambda = \lambda^*$;

$[\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$ – широкий диапазон длин волн

На рис. 1 в качестве примера приведен смоделированный непрерывный измеренный спектр $u(\lambda)$, сглаженный АФ спектрометра $K(\lambda, \lambda')$, а также зашумленный измеренный спектр $\tilde{u}(\lambda)$ и АФ спектрометра, а точнее два ее «сечения».

В случае непрерывного спектра (рис. 1), когда искомый спектр есть кусочно-непрерывная функция, задача восстановления истинного спектра описывается некорректным интегральным уравнением Фредгольма I рода:

$$Az \equiv \int_a^b K(\lambda, \lambda') z(\lambda') d\lambda' = u(\lambda), \quad c \leq \lambda \leq d, \quad (1)$$

где A – оператор, соответствующий ядру K ; $a = \lambda'_{\min}$; $b = \lambda'_{\max}$; $[c, d]$ – пределы изменения λ (обычно более широкие, чем $[a, b]$).

Адаптивный способ псевдообратного оператора

Устойчивое решение уравнения (1) методом регуляризации Тихонова равно [1, 2, 6, 7] $z_\alpha = (\alpha I + A^* A)^{-1} A^* u$, где $\alpha > 0$ – параметр регуляризации; I – единичный оператор.

Важным является вопрос о выборе параметра регуляризации α . Существует ряд способов его выбора [7], но в данной работе предлагается использовать и развить адаптивный способ псевдообратного оператора (способ модельных примеров, способ вычислительных экспериментов) [1, 2, 6, 7]. Согласно ему, имеет место следующая оценка погрешности регуляризованного решения:

$$\frac{\|\Delta z_\alpha\|}{\|z\|} \leq \varepsilon(\alpha), \quad \varepsilon(\alpha) = \frac{\|A\| \eta}{2\sqrt{\alpha}} + \frac{p\alpha}{p\alpha + 1}, \quad (2)$$

где $\eta = \delta_{\text{отн}} + \xi_{\text{отн}}$, причем $\delta_{\text{отн}} = \delta/\|u\|$ и $\xi_{\text{отн}} = \xi/\|A\|$ – относительные погрешности исходных данных; $p = \|A^+\|^2$, где A^+ – псевдообратный оператор: $z = A^+ u$ [8, с. 184]. Функция $\varepsilon(\alpha)$ является огибающей для истинной относительной погрешности

$$\sigma_{\text{отн}}(\alpha) = \frac{\|\Delta z_\alpha\|}{\|z\|}. \quad (3)$$

При обработке некоторого исходного спектра (примера) P с неизвестным (искомым) решением z_P можно использовать результаты решения другого, модельного, примера Q с известным (заданным) точным решением z_Q , но с такими же A и η , что и у примера P . При решении примера Q можно рассчитать функцию $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)_Q = \|\Delta z_{\alpha Q}\|/\|z_Q\|$ и по ней найти $\alpha_{\text{опт } Q}$ – значение α , при котором $\sigma_{\text{отн}}(\alpha) = \min_\alpha$. Это значение $\alpha_{\text{опт } Q}$ может быть использовано при решении исходного примера P . В работах [1, 2] p определяется путем подбора так, чтобы функция $\varepsilon(\alpha)$ была огибающей (касательной) ряда кривых $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)_Q = \|\Delta z_{\alpha Q}\|/\|z_Q\|$.

Однако способ подбора недостаточно строг. В данной работе предлагается способ, связанный с псевдообратной матрицей A^+ [9]. При этом нужно различать псевдообратный устойчивый оператор $A^+ = A_\alpha^+ = (\alpha I + A^* A)^{-1} A^*$, даваемый методом регуляризации Тихонова, и псевдообратную матрицу Мура–Пенроуза [9, с. 30–38], которая формально определяется как $A^+ = A_0^+ = \lim_{\alpha, \eta \rightarrow 0} (\alpha I + A^* A)^{-1} A^*$, а при $\eta \neq 0$

обычно вычисляется без использования регуляризации и, вообще говоря, неустойчива.

Численные примеры

В рамках системы программирования MATLAB было разработано программное обеспечение для восстановления истинных непрерывных спектров и решен ряд примеров. Сначала был рассмотрен исходный пример (оригинал) P (рис. 1), у которого известны лишь измеренный спектр u_P , в котором не разрешались близкие, а также слабые линии, и аппаратная функция спектрометра – дифракционная АФ Рэлея вида

$$K(\lambda, \lambda') = \frac{1}{\gamma(\lambda)} \operatorname{sinc}^2 \left(\frac{\lambda - \lambda'}{\gamma(\lambda)} \right) = \frac{1}{\gamma(\lambda)} \left\{ \frac{\sin[\pi(\lambda - \lambda')/\gamma(\lambda)]}{\pi(\lambda - \lambda')/\gamma(\lambda)} \right\}^2, \quad (4)$$

где $\gamma(\lambda)$ – полуширина АФ по уровню 0, равная приблизительно ширине АФ по уровню 0,5, которая положена равной $\gamma(\lambda) = 8\lambda/\lambda_{\min}$ нм. Спектр является широкополосным, поэтому ширина АФ непостоянна, а именно, $\gamma(\lambda_{\min}) = 8$ нм, а $\gamma(\lambda_{\max}) = 10,67$ нм. При этом истинный спектр $z(\lambda)$ в примере P неизвестен.

Из рис. 1 видно, что измеренный спектр $u(\lambda)$ имеет довольно сложную структуру, а именно, содержит три явных флуктуации, одна из которых (при $\lambda \approx 525$ нм), скорее всего, состоит из двух линий, но они не разрешились полностью из-за того, что АФ имеет немалую ширину и, тем самым, ограничивает разрешающую способность спектрометра. Кроме того, есть намек на то, что при $\lambda \approx 507$ нм и $\lambda \approx 543$ нм имеются еще две слабые линии. Таким образом, все указывает на то, что на самом деле в спектре имеется не менее шести спектральных линий.

Оптимальное значение параметра регуляризации α для восстановления примера P находилось адаптивным способом псевдообратного оператора путем решения модельного примера Q (близкого к примеру – оригиналу P), истинный спектр $z_Q(\lambda)$ которого смоделирован из 9 спектральных линий. Погрешности измеренной $u_P(\lambda)$ были оценены примерно в 1%, что соответствует СКО $\approx 0,02$. Поэтому к значениям $u_Q(\lambda)$ были добавлены случайные нормальные погрешности с СКО от 0,01 до 0,025, что соответствует $\delta_{\text{отн}} \approx (0,5-1,25)\%$, поскольку значение $\delta_{\text{отн}}$ в исходном примере P известно неточно. АФ спектрометра в примере Q была взята в виде (4), причем (поскольку АФ известна также неточно) $\gamma(\lambda)$ было взято равным $\gamma(\lambda) = (8 + \xi)\lambda/\lambda_{\min}$, где $\xi = (0-0,3)$, что соответствует $\xi_{\text{отн}} \approx (0-3)\%$.

Модельный пример Q был решен методом квадратур с регуляризацией Тихонова для ряда значений параметра регуляризации α и была построена зависимость относительной погрешности регуляризованного решения $z_\alpha(\lambda)$ по отношению к точному решению $z(\lambda)$ (см. (3)). На рис. 2 представлены зависимости $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)$ для ряда погрешностей $\delta_{\text{отн}}$ и $\xi_{\text{отн}}$.

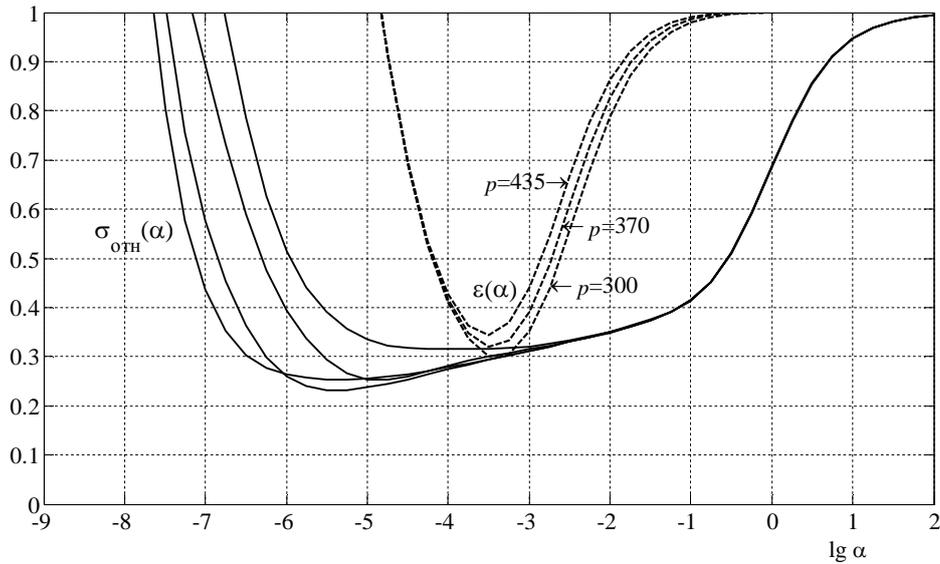


Рис. 2. Зависимости $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)$ для ряда погрешностей $\delta_{\text{отн}}$ и $\xi_{\text{отн}}$ и огибающие $\varepsilon(\alpha)$

На рис. 2 представлена также огибающая $\varepsilon(\alpha)$ (2). Для ряда значений p от 300 до 470 были рассчитаны кривые $\varepsilon(\alpha)$ (рис. 2). Было выбрано то значение p , при котором одна из кривых касается набора кривых $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)$, а именно, $p = 370$. Этому соответствует значение параметра регуляризации $\alpha = 10^{-3,5}$.

Из рис. 2 видно, что, несмотря на разброс кривых $\sigma_{\text{отн}}(\alpha)$ и $\varepsilon(\alpha)$, значения p и, как следствие, α определяются уверенно.

Полученные результаты

При значении $\alpha = 10^{-3,5}$, выбранном с помощью решения модельного примера Q , как вспомогательного примера, восстановлен спектр в исходном примере P (рис. 3). Как видно из рис. 3, в исходном примере P разрешились все близкие линии и восстановились все слабые линии, правда, на краях спектра проявился эффект Гиббса. Однако это слабый эффект (на уровне погрешностей метода).

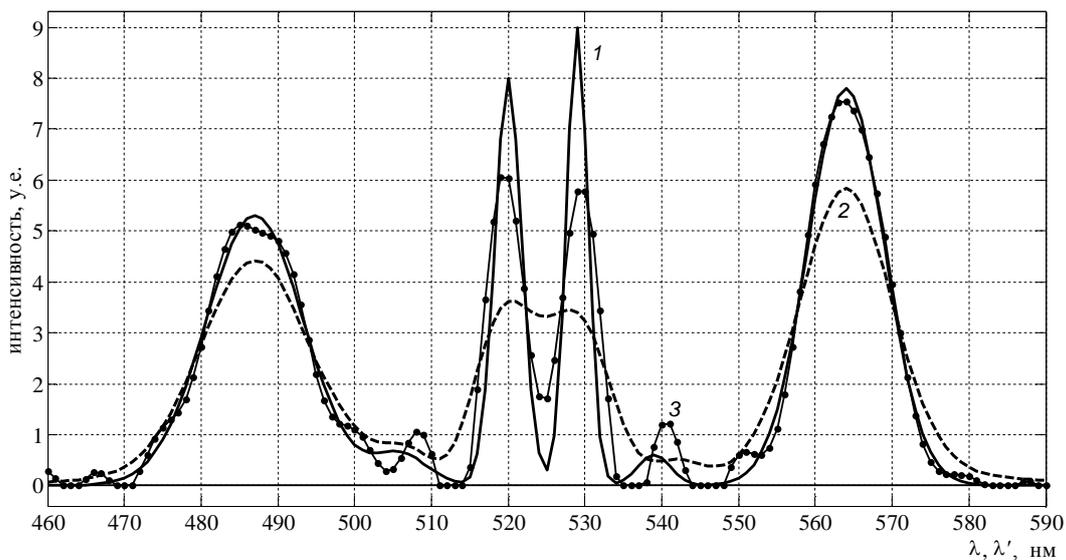


Рис. 3. 1 – истинный спектр $z_P(\lambda)$; 2 – измеренный спектр $\tilde{y}(\lambda)$;
3 – восстановленный спектр $z_{\alpha P}(\lambda)$

Заключение

Таким образом, решение примеров демонстрирует достаточно высокую точность примененной методики восстановления непрерывных спектров. Практическое использование изложенной методики может привести к повышению разрешающей способности спектрометров путем комплексирования (соединения) спектрометра с вычислительным устройством с заложенным в него алгоритмом обработки спектра.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-08-00442а).

Литература

1. Кривых А.В., Сизиков В.С. Восстановление непрерывных спектров способом вычислительных экспериментов // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых, Вып. 2. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – С. 220–221.
2. Кривых А.В., Сизиков В.С. Комплексированное восстановление непрерывных спектров с использованием псевдообратной матрицы // XLI Неделя науки СПбГПУ: материалы научно-практической конференции с международным участием. Ч. XIII. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 240–242.
3. Раутиан С.Г. Реальные спектральные приборы // Успехи физических наук. – 1958. – Т. 66. – Вып. 3. – С. 475–517.
4. Кочиков И.В., Курамшина Г.М., Пентин Ю.А., Ягола А.Г. Обратные задачи колебательной спектроскопии. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 204 с.
5. Fleckl T., Jäger H., Obernberger I. Experimental verification of gas spectra calculated for high temperatures using the HITRAN/HITEMP database // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2002. – V. 35. – P. 3138–3144.
6. Сизиков В.С. Обратные прикладные задачи и МАТЛАВ. – СПб: Лань, 2011. – 256 с.
7. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. – Киев: Наук. думка, 1986. – 544 с.
8. Морозов В.А. Регулярные методы решения некорректно поставленных задач. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
9. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. 5-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 560 с.

УДК 664.38

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ СЛОЖНОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ЛЮПИНА

Л.М. Кузнецова, М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Забодалова

Разработка относится к пищевой промышленности и биотехнологии. Гидролиз полисахаридов муки люпина узколистного мультиэнзимной композицией на основе целлюлазы и ксиланазы позволяет получить концентрат белков с хорошими функционально-технологическими свойствами и с более высоким содержанием сырого протеина. Предложена технология аналога кисломолочного продукта и ферментированного продукта сложного сырьевого состава на молочно-растительной основе, исследованы потребительские свойства этих продуктов.

Ключевые слова: концентраты белка люпина, люпиновая сыворотка, гидролитические ферменты, ферментированные продукты, аналоги молочных продуктов.

Введение

В последние годы люпин, благодаря высокому содержанию белков в своем составе и неприхотливости к условиям выращивания, привлек пристальное внимание ученых во всем мире. В целом ряде стран проводятся научные исследования, направленные на изучение химического состава белков семян люпина и на разработку методов получения готовых белковых препаратов, а также на изучение возможностей

их использования в производстве различных пищевых продуктов, в том числе и молочных. Анализируется возможность использования цельносмолотой муки люпина в качестве сырья для получения изолятов белка [1] или для получения белковых концентратов. Исследуются функциональные свойства белков люпина, подвергнутых ограниченному ферментативному гидролизу, а также эффективность их использования в качестве аналога соевого белка [2].

Распространение получили способы приготовления ферментированных пищевых продуктов функционального назначения с использованием растительного сырья, в частности сои (пат. РФ №2177691, кл. А23С 9/12, дата приоритета 27.08.2000, опубл. 10.01.2002, пат. RU № 2307514, МПК А23С9/123, дата приоритета 02.03.2006, опубл. 10.10.2007). Недостатком данных способов является то, что для получения ферментированных продуктов используется дорогостоящее импортное сырье, не всегда удовлетворяющее требованиям потребителя с точки зрения генной модификации. Кроме того, наличие в сое белков с антигенной активностью (глицинина и бета-конглицинина) требует дополнительных технологических операций для их инактивации или удаления.

В ходе настоящего исследования была решена проблема улучшения экстрагируемости небелковых соединений при получении концентрата белков люпина традиционным способом с помощью воздействия на субстрат отдельных гидролитических ферментных препаратов (ФП) и мультиэнзимных композиций (МЭК) на их основе.

Целью работы являлось исследование процесса получения белкового концентрата из семян люпина узколистного, включающего экстракцию небелковых соединений из цельносмолотой муки в кислой среде при рН изoeлектрической точки белков, совмещенную с процессом гидролиза углеводов соединений ферментными препаратами целлюлолитического и ксилитического действия.

Концентрат белков люпина, полученный указанным методом, послужил основой для создания комбинированного молочного продукта с функциональными свойствами. Введение растительного белка позволяет экономить молочное сырье, корректировать состав продукта и повысить его пищевую ценность. Отличие предложенного способа от известного состоит в том, что в качестве исходного сырья использовали люпиновую белковую основу с массовой долей сухих веществ 8–10%, белка 5–6%, жира 0,8–1%, сквашивание (ферментацию) дисперсии осуществляли 3–4 часа йогуртовой закваской *Streptococcus salivarius sp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*.

Предложенный способ получения препарата белков люпина позволяет экономить энергозатраты за счет использования водных экстрагирующих сред и биотехнологических методов в целях снижения антипитательных свойств сырья, повысить функциональные свойства белка и обеспечить высокую степень биоконверсии субстрата благодаря разработанной мультиэнзимной композиции.

Постановка задачи

При проведении работы были поставлены задачи:

- получение препарата белков с хорошими функциональными свойствами;
- получение аналога кисломолочного напитка с повышенным содержанием белка функционального назначения для питания людей с лактазной недостаточностью;
- получение пищевого продукта сложного сырьевого состава с высокой бактерицидной активностью, обладающего повышенными диетическими и профилактическими свойствами;
- сокращение времени на производственный цикл ферментации;
- повышение пищевой и биологической ценности продуктов.

Основной результат

Для проведения экспериментов была использована люпиновая мука сорта «Снежить», предоставленная Всероссийским научно-исследовательским институтом люпина, г. Брянск, с содержанием сырого протеина 46% в пересчете на сухое вещество (с.в.). Критерием оценки результатов биоконверсии углеводной фракции люпиновой муки являлось содержание сырого протеина в получаемой белковой пасте после отделения люпиновой сыворотки. Максимальный выход целевого продукта был достигнут воздействием на субстрат ферментного препарата (ФП) «Целлюлаза-100» и составил $59,40 \pm 0,80\%$ на с.в., в то время как значение контрольной пробы (без внесения ФП) составило $50,68 \pm 1,01\%$ на с.в. [3]. Были установлены оптимальные для целлюлаз условия ведения процесса (температура 50°C ; pH 4,4–4,5; гидромодуль 1:15), и проведена биоконверсия нативных полисахаридов люпиновой муки с помощью ФП «Целлюкласт» [4]. В результате эксперимента была определена оптимальная дозировка ФП «Целлюкласт», которая составила $1,08 \pm 0,02$ ед/г [5]. Из имеющихся ФП были составлены МЭК, и наилучший результат был получен при использовании МЭК с $1,08 \pm 0,02$ ед/г ФП «Celluclast BG» и 5 ± 1 ед/г «Pentopan Mono BG». При этом содержание сырого протеина в целевом продукте возрастает примерно на 10% по сравнению с исходной мукой и составляет $56,04 \pm 1,10\%$ на с.в., содержание сырого жира возрастает на 3–4% по сравнению с исходной мукой и составляет $10 \pm 1\%$ на с.в. [6]. Исследован компонентный состав супернатанта. Установлено, что количество растворимых углеводов в супернатанте возросло в 2 раза по сравнению с исходной мукой, что свидетельствует об эффективности ферментативной обработки [7].

По методикам Всероссийского научно-исследовательского института жиров Российской академии сельскохозяйственных наук были определены функционально-технологические свойства готового продукта (высушенной белковой пасты). В ходе исследования установлено, что влагоудерживающая способность препарата составила $317 \pm 15\%$ и возросла в 1,5 раза по сравнению с исходной мукой, а жирудерживающая способность составила $409 \pm 5\%$ и возросла в 4,2 раза по сравнению с исходной мукой.

Для получения аналога кисломолочного напитка с содержанием белка 5% в качестве исходного сырья была использована люпиновая белковая основа, подвергнутая ферментативной обработке мультиэнзимной композицией ($1,08 \pm 0,02$ ед/г «Celluclast BG» и 5 ± 1 ед/г «Pentopan Mono BG»), с массовой долей сухих веществ 8–10%. Для получения комбинированного продукта была составлена молочно-растительная основа с добавлением в растительную суспензию восстановленного обезжиренного молока до общего содержания белков 5%. Подготовленные суспензии гомогенизировали и диспергировали при $t=60\text{--}65^\circ\text{C}$, пастеризовали при температуре 80°C в течение 3–5 мин, охлаждали до температуры ферментации $t=(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ и вносили закваску (*Streptococcus salivarius sp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) в количестве 3–5%. Ферментацию проводили при температуре $t=(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ до pH 4,4–4,5.

При ферментации молочно-растительной основы смесь достигала требуемых значений титруемой кислотности за 2,5–3 ч, в случае же ферментации восстановленного молока (контрольная проба) этот процесс занимал около 4 ч. Наличие в смеси растительного белка положительно влияет на динамику кислотонакопления смеси и позволяет сократить время на производственный цикл ферментации. Полученные сгустки имели однородную консистенцию с незначительным выделением сыворотки, кисло-сладкий вкус и приятный яблочный запах.

В последние годы наблюдается тенденция к созданию метаболитных пробиотиков, содержащих компенсирующий комплексный набор продуктов метаболизма нормофлоры кишечника человека [8]. Органические кислоты, молочная, уксусная, масляная, пропионовая, изомасляная, изовалериановая, муравьиная, сукциниловая, янтарная – являются конечными продуктами метаболизма молочнокислых

микроорганизмов, которые экскретируются в окружающую среду, оказывая, тем самым, косвенный антагонизм в отношении патогенной флоры. Молочная кислота, продуцируемая бактериями-пробиотиками, оказывает противобродильный и антисептический эффект, подавляет рост гнилостной микрофлоры, снижает образование токсичных продуктов разложения органических веществ и улучшает обменные процессы в организме [9].

С целью изучения влияния растительного компонента смеси на метаболическую активность болгарской палочки и термофильного стрептококка на растительном субстрате и на субстрате с различным соотношением молочных белков и белков люпина было решено проследить превращения глюкозы в ходе брожения.

Молочная кислота может быть не единственным конечным продуктом гомоферментативного молочнокислого брожения. Ход брожения часто изменяется в зависимости от конкретных условий (наличия CO_2 , кислорода, pH, температуры среды и т.д.). Часть глюкозы может превращаться в янтарную, пропионовую, яблочную и другие органические кислоты [10].

По достижении требуемых значений титруемой кислотности ($80\text{--}85^\circ\text{T}$), полученные образцы центрифугировали, в полученной сыворотке определяли состав органических кислот (табл. 1). Анализ проводили с помощью жидкостного хроматографа «Стайер» (ООО «Аквилон») со спектрофотометрическим детектором на колонке «Luna C18» фирмы «Phenomenex», USA по ГОСТ 54684-2011 «Продукция соковая. Определение органических кислот методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии». В качестве элюента использовали 0,1% ортофосфорную кислоту.

Таблица 1. Состав органических кислот в образцах сыворотки ферментированных продуктов

Образец сыворотки	Общий прирост кислотности, $\Delta^\circ\text{T}$	Содержание молочной кислоты, г/дм ³	Содержание яблочной кислоты, г/дм ³	Сумма молочной и яблочной кислот, г/дм ³
Аналог йогурта	35	0,93±0,19	0,17±0,03	1,10
Комбинированный продукт	70	6,70±1,34	1,85±0,37	8,55
Контрольный продукт (йогурт)	44	6,89±1,16	–	6,89

На субстрате смешанного сырьевого состава продукция молочной кислоты увеличилась в 7 раз, яблочной кислоты в 11 раз по сравнению с уровнем продуцирования этих кислот на растительном субстрате.

Возможно, наряду с восстановлением пирувата под действием лактатдегидрогеназы до молочной кислоты в ходе брожения происходит образование яблочной кислоты в реакциях карбоксилирования пирувата. Для протекания подобной реакции необходим маликоэнзим, присутствующий в некоторых растительных субстратах.

Наращение титруемой кислотности образца продукта со смешанным сырьевым составом в основном зависело от увеличения продуцирования микроорганизмами закваски яблочной кислоты. Таким образом, предлагаемые ферментированные продукты можно рассматривать как пробиотические, употребление которых благотворно влияет на пищеварение человека.

С помощью ротационного вискозиметра «РЕОТЕСТ» были проведены

исследования вязкости и тиксотропных свойств образцов. Для определения показателей, характеризующих устойчивость структуры к разрушению при механическом воздействии, и ее способность к тиксотропному восстановлению, образцы ферментированных продуктов подвергали воздействию однородного поля сдвига при постоянном градиенте скорости (27 c^{-1}) в течение 2 мин. Вязкость измеряли через каждые 15 с в течение 2 мин, оставляли в покое ступок на 15 мин для восстановления структуры и снова проводили измерения вязкости.

На основании полученных данных рассчитаны показатели, позволяющие проследить поведение системы в условиях деформирования: коэффициент потерь вязкости P_η , устойчивость структуры к разрушению (КМС – коэффициент механической стабильности) и степень восстанавливаемости структуры V_η (табл. 2).

Таблица 2. Показатели, характеризующие устойчивость структуры образцов к разрушению

Продукт	Показатели			
	P_η , %	КМС	V_η , %	Относительная степень разрушения структуры
Аналог йогурта	48,1±1,2	1,90±0,13	56,4±2,1	0,265
Комбинированный продукт	52,4±1,3	2,10±0,13	61,9±2,2	0,293
Контрольный продукт (йогурт)	54,9±1,4	2,20±0,15	70,1±3,1	0,306

С увеличением доли молочного белка в смеси увеличиваются потери вязкости, растет коэффициент механической стабильности и соответственно возрастает относительная степень разрушения структуры. Аналог йогурта характеризуется меньшим коэффициентом потерь вязкости P_η , большей устойчивостью структуры к разрушению, чем контрольный продукт. Относительная степень разрушения структуры у аналога йогурта ниже, чем у контрольного продукта.

Таким образом, применение растительного белка улучшает некоторые показатели консистенции продукции. Однако конглютин люпина обладает менее выраженными тиксотропными свойствами, чем белки молока, о чем свидетельствует более низкое значение показателя восстанавливаемости структуры продуктов, имеющих в своем составе растительный белок.

В результате исследования разработаны рецептуры и технология получения аналога кисломолочного напитка функционального назначения и пищевого продукта сложного сырьевого состава на молочно-растительной основе с пробиотическими свойствами. Предложено соотношение молочного и растительного белка в смеси, позволяющее получить комбинированный продукт с оптимальными синергетическими свойствами, наилучшими органолептическими и реологическими характеристиками, с повышенной пищевой и биологической ценностью. Подана заявка на патент «Способ получения ферментированных пищевых продуктов на растительной и молочно-растительной основе».

Продукты, полученные по предлагаемой технологии, имеют приятный кисломолочный вкус и аромат, вязкую консистенцию, не имеют бобового привкуса, содержат все необходимые для организма человека питательные вещества, дополняют рацион растительными белками, жирами, углеводами и клетчаткой, необходимой для правильного функционирования желудочно-кишечного тракта. По сравнению с базовым продуктом (йогурт с содержанием белка 5%), имеющим биологическую ценность 62,75%, предлагаемый аналог кисломолочного напитка имеет пищевую ценность 74,3%, а комбинированный продукт сложного сырьевого состава – 73,7%.

Заключение

Разработана технология белкового концентрата из доступного импортзамещающего сырья с применением методов биотехнологии, технология и рецептура продуктов сложного сырьевого состава на растительной и молочно-растительной основе. Внедрение данной технологии способствует снижению импортозависимости внутреннего рынка и повышению эффективности агропромышленного комплекса за счет использования отечественной неприхотливой к условиям выращивания бобовой культуры. Преимуществом данного проекта является выход практически на неограниченный рынок сбыта, поскольку наша страна не обеспечена производством собственного пищевого и кормового белка, а спрос на данную продукцию во всем мире неуклонно растет. Предложенные способы получения ферментированных продуктов позволяют снизить себестоимость аналога йогурта в 1,5 раза, комбинированного продукта в 1,3 раза по сравнению с базовым продуктом. Разработанные продукты на растительной и молочно-растительной основе могут быть использованы в питании детей, лиц пожилого возраста, беременных женщин, спортсменов, людей, страдающих лактазной недостаточностью, людей, страдающих сахарным диабетом.

Данный проект поддержан грантом Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» в номинации «Медицина будущего. Биотехнологии» в 2013 году.

Литература

1. Доморощенкова М.Л., Эгги Э.Э., Мехтиев В.С., Демьяненко Т.Ф. Люпин узколистый – перспективный источник пищевого белка // Хранение и переработка с/х сырья. – 2009. – № 10. – С. 53–56.
2. Браудо Е.Е., Даниленко А.Н., Елисеева Л.Г., Махотина И.А. Повышение пищевой ценности белков люпина методом ограниченного ферментативного гидролиза // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2–3. – С. 69–70.
3. Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Мамаева Л.М. Исследование процесса получения белковых концентратов люпина с использованием ферментативного гидролиза полисахаридов // Материалы 10-й международной конференции «Масложировая индустрия-2010». – С.110–111.
4. Забодалова Л.А., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Кузнецова Л.М. Применение комплекса гидролитических ферментов при получении концентрата белков люпина // ЭНЖ ПАПП. – СПб: СПбГУНиПТ. – 2012. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/499.pdf>, своб.
5. Забодалова Л.А., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Кузнецова Л.М. Применение ферментативного гидролиза в технологии белковых концентратов из люпина // ЭНЖ ПАПП. – СПб: СПбГУНиПТ. – 2012. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/560.pdf>, своб.
6. Кузнецова Л.М., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф. Ферментативная биоконверсия полисахаридов муки люпина и ее применение при получении белковых концентратов из растительного сырья // Научные работы участников конкурса «Молодые ученые НИУ ИТМО 2012 года». – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – С. 119–125.
7. Забодалова Л.А., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Кузнецова Л.М. Исследование технологии получения концентрата белков люпина с использованием

- процесса энзиматической деструкции полисахаридов // Хранение и переработка с/х сырья. – 2013. – № 3. – С. 33–36.
8. Лобзин Ю.В., Макарова В.Г., Корвякова Е.Р., Захаренко С.М. Дисбактериоз кишечника (клиника, диагностика, лечение). – СПб: Фолиант, 2003. – 256 с.
 9. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 608 с. – С. 473–475.
 10. Кузьмичева Л.В., Борченко Р.В., Новожилова О.С. Биологическая химия: Краткий курс лекций. – Саранск. – 2-е изд., доп. – 2010. – 154 с.

УДК 681.3

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ В СИСТЕМЕ ALTIUM DESIGNER

О.В. Кузнецова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.Б. Романова

Приведены рекомендации по применению методики 3D-моделирования печатной платы в системе Altium Designer. Методика основана на двух методах: экструзии и импорта моделей в формате STEP. Приведены результаты применения методики. Разработаны рекомендации по применению методики 3D-моделирования различных корпусов электронных компонентов.

Ключевые слова: печатная плата, САПР, трехмерная модель.

На сегодняшний день 3D-моделирование приобретает все большую популярность. Трехмерная модель (3D-модель) электронного изделия (ЭИ) играет особую роль в современных системах автоматизированного проектирования и позволяет описывать изделие более полно по сравнению с двухмерной моделью (2D-модель). Использование 3D-модели дает следующие преимущества: наглядность; удобство разработки и быстроту модернизации; автоматизированные инженерные расчеты; ассоциативность, т.е. автоматическое внесение изменений во все составляющие электронного описания изделия при изменении какого-либо из компонентов изделия [1].

Ранее в системе Altium Designer автором была разработана методика формирования 3D-модели печатной платы (ПП). Методика основана на двух методах: методе формирования 3D-модели посредством экструзии и методе использования 3D-моделей корпусов электронных компонентов (ЭК) в формате STEP. Маршрут формирования 3D-моделей корпусов ЭК посредством импорта STEP-моделей представлен на рис. 1.

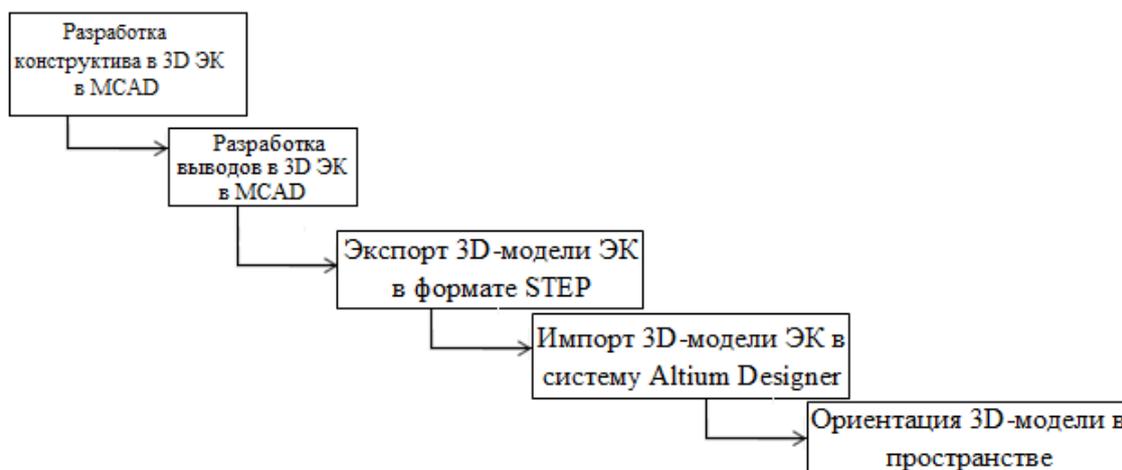


Рис. 1. Маршрут формирования 3D-моделей корпусов ЭК в системе Altium Designer

Первый метод был применен для формирования 3D-моделей корпусов: штыревых

ЭК (резисторов, конденсаторов) и ЭК поверхностного монтажа (диодов, резисторов, конденсаторов). Второй метод был применен для формирования 3D-моделей корпусов: элементов управления, средств индикации и соединителей. 3D-модель конструктива ПП в системе Altium Designer формируется автоматически по заданной толщине платы (по умолчанию 1,5 мм).

Формирование 3D-модели корпуса ЭК-методом экструзии из посадочного места рассмотрим на примере формирования 3D-модели резистора. Выполним команду «Tools/Manage 3D Bodies for Components on Board», в диалоговом окне «Component Body Manager» выберем нужный компонент и установим необходимые опции (рис. 2).

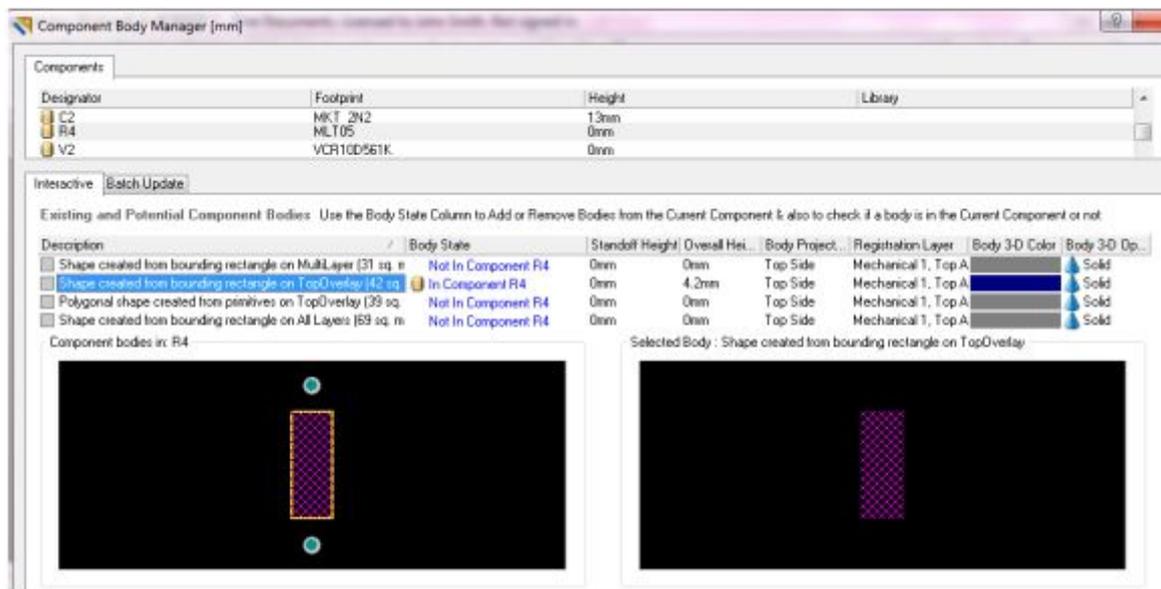


Рис. 2. Диалоговое окно команды «Component Body Manager»

В свойствах «Interactive/Description» надо выбрать команду «Shape created from bounding rectangle on TopOverlay» (создание формы по границам прямоугольника в слое TopOverlay). В свойствах «Body State» выберем команду «In Component R4», а в свойствах «Overall Height» зададим высоту модели равную 4,2 мм. В свойствах «Body 3D Color» выберем цвет модели. Завершив необходимые настройки, нужно выйти из данного окна с помощью кнопки «Close». Для просмотра 3D-модель резистора, нужно переключиться в режим 3D-просмотра, нажав на клавиатуре клавишу «3» (рис. 3).

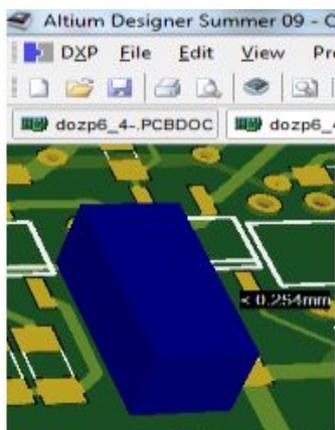


Рис. 3. 3D-модель резистора

В большинстве случаев для формирования 3D-моделей корпусов ЭК посредством экструзии нужно применять опцию «Shape created from bounding rectangle on TopOverlay» – создание формы по границам прямоугольника в слое TopOverlay (для

резисторов, диодов и др.).

В ходе исследований 3D-моделирования корпусов ЭК методом экструзии был сделан вывод о том, что для конденсатора со штыревыми выводами, имеющим сечение в виде окружности, наиболее оптимальной командой является «Manage 3D Bodies for Components on Board».

Рассмотрим формирование 3D-модели конденсатора методом экструзии из посадочного места. В диалоговом окне команды «Component Body Manager» выберем нужный компонент и установим необходимые опции. В свойствах «Interactive/Description» нужно выбрать команду «Polygonal shape created from primitives on TopOverlay» (создание многоугольной формы из примитивов в слое TopOverlay). В свойствах «Body State» выберем команду «In Component C21», а в свойствах «Overall Height» зададим высоту модели равную 22 мм. В итоге получим 3D-модель конденсатора (рис. 4).

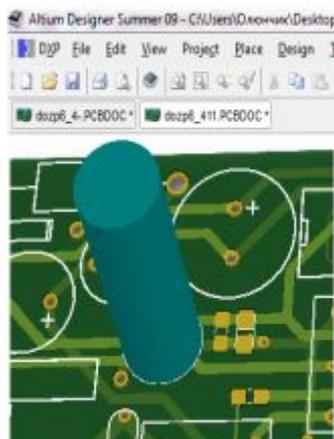


Рис. 4. 3D-модель

В случаях если графика корпуса имеет пазы, фаски, скругления, то для формирования 3D-моделей корпусов ЭК посредством экструзии нужно применять опцию «Polygonal shape created from primitives on TopOverlay» – создание многоугольной формы из примитивов в слое TopOverlay (для конденсаторов, микросхем и др.).

В результате исследований 3D-моделирования корпусов ЭК посредством метода экструзии был сделан вывод о том, что для ЭК у которых в посадочном месте отсутствует графика корпуса, для формирования 3D-моделей нужно применять опцию «Shape created from bounding rectangle on All Layers» – создание прямоугольной формы из примитивов во всех слоях (для резисторов, конденсаторов, диодов поверхностного монтажа, а также др.).

Добавление 3D-моделей корпусов ЭК в формате STEP рассмотрим на примере формирования 3D-модели корпуса разъема «IDC10M». Добавление STEP-модели к посадочному месту на плате осуществляется в библиотеке посадочных мест в данном случае «SW_CONN.PCBLib», с помощью панели «PCB Library». В режиме 3D-просмотра в списке компонентов библиотеки выберем нужный компонент, в данном случае разъем «IDC10M».

Нужно выбрать команду «Place/3D Body» и в диалоговом окне «3D Body» установить необходимые опции: в области «3D Model Type» выбрать «Generic STEP Model». В поле «Properties» в качестве стороны и слоя расположения модели указать «Top Side и Mechanical 1». В области «Snap Points» нажать на кнопку «Add», тем самым добавить нулевую точку привязки на модели (рис. 5).

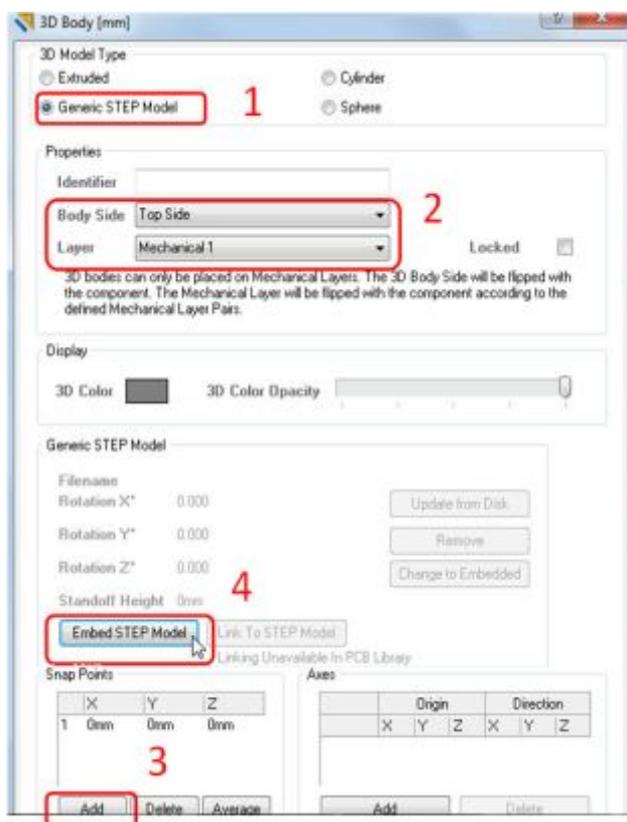


Рис. 5. Диалоговое окно команды «3D Body»

Для добавления 3D-модели в формате STEP нужно нажать кнопку «Embed STEP Model» в поле «Generic STEP Model», и выбрать файл модели в формате STEP, в данном случае «IDC-10MS.STEP», затем закрыть окно кнопкой «ОК» и разместить 3D-модель на поле рабочей области.

Двойным щелчком по модели снова вызвать окно свойств «3D Body», указать угол поворота вокруг оси X (Rotation X) 90° , нажать «ОК». Выполнить команду «Tools/3D Body Placement/Position 3D Body». Мышкой указать модель, после этого курсор станет трехмерным. Подвести его к точке привязки, которая расположена в центре верхней плоскости модели, и щелкнуть левой кнопкой мыши – курсор «прилипнет» к точке привязки. После последовательного нажатия клавиш J, R, курсор переместится в начало координат. Для фиксации расположения модели нужно нажать на клавиатуре ENTER. В итоге получается 3D-модель правильно расположенная относительно посадочного места (рис. 6). Командой «File/Save» сохраняем изменения в библиотеке [2].

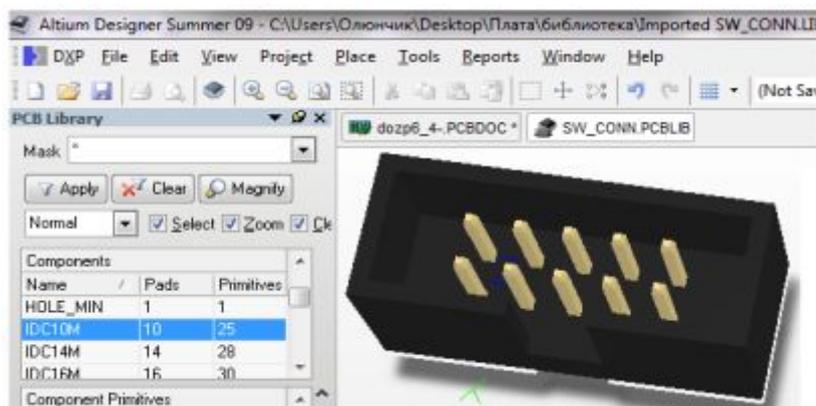


Рис. 6. 3D-модель корпуса

Для того чтобы обновить 3D-модель ПП, нужно на панели «PCB Library» нажать правой кнопкой «мыши» и выбрать команду «Update PCB With All» и все внесенные изменения в библиотеке отразятся на 3D-модели ПП.

Для формирования 3D-моделей элементов управления, средств индикации и соединителей рекомендуется использовать импорт 3D-моделей в формате STEP в систему Altium Designer (для кнопок, переключателей, ЖК-индикаторов, светодиодов, разъемов и др.).

Для формирования трехмерных ограничительных зон, которые необходимы при установке платы в корпус ступенчатой формы, рекомендуется применять метод экструзии. Ограничительные зоны формируются с помощью вышеописанной команды «3D Body», только используется опция «Extruded» (рис. 5). Это означает, что форма тела будет повторять очертания графики «3D Body», а высоту следует устанавливать отдельно.

В свойствах «Properties» параметр «Identifier» используется только в случаях для STEP-моделей; параметр «Body Side» = «Top Side», означает, что модель находится с верхней стороны (с той же, с которой следует делать и графику посадочного места); «Layer» = «Mechanical 1, Top Assy», означает, что графика трехмерного изображения будет находиться на 1 механическом слое; флаг «Locked» означает, что тело не нужно редактировать в PCB проекте. В свойствах отображения «Display» указывается цвет и прозрачность тела. Настройка прозрачности удобна для сложной формы тела, состоящей из нескольких трехмерных тел, когда следует показать и внутреннюю структуру скрытых тел. В параметрах непосредственно тела «Extruded» указываются границы тела по высоте относительно стороны расположения. Например, вершина тела «Overall Height» = 10 мм и подножье тела «Standoff Height» = -3 мм. Отрицательная величина означает, что тело выйдет на глубину 3 мм от верхней стороны платы. Других настроек можно не указывать, так как положение и размер тела можно определить при расположении графики «3D Body» [3].

Метод экструзии в системе Altium Designer рекомендуется применять для формирования 3D-моделей корпусов ЭК, таких как: резисторы, конденсаторы, диоды и т.п. Для ЭК со штыревыми выводами рекомендуется применять опции: «Shape created from bounding rectangle on TopOverlay» (создание формы по границам прямоугольника в слое TopOverlay) и «Polygonal shape created from primitives on TopOverlay» (создание многоугольной формы из примитивов в слое TopOverlay). Для ЭК поверхностного монтажа рекомендуется применять опцию: «Shape created from bounding rectangle on All Layers» (создание прямоугольной формы из примитивов во всех слоях).

Метод экструзии также можно применить для формирования трехмерных ограничительных зон, которые необходимы при установке платы в корпус ступенчатой формы.

Импорт моделей в формате STEP рекомендуется применять для элементов управления, средств индикации и соединителей (кнопок, переключателей, ЖК-индикаторов, светодиодов, разъемов и др.).

Разработанную методику формирования 3D-модели ПП в системе Altium Designer можно также использовать и при формировании 3D-модели ПП в других EDA-системах, таких как Cadstar-3D и KiCad.

Применение методики 3D-моделирования ПП в системе Altium Designer позволит:

- увеличить коэффициент плотности монтажа;
- улучшить эргономические показатели средств управления;
- улучшить обзор средств индикации;
- уменьшить время на верификацию проекта ПП;
- улучшить точность тепловых показателей.

Литература

1. Bao Z. Rechnerunterstützte Kollisionsprüfung auf der Basis eines B-rep/Polytree/ CSG-Hybridmodells in einem integrierten CAD/CAM-System. – Düsseldorf: VDI Verlag., 2000. – 187 s.
2. Точное попадание Altium Designer 10. Тест-драйв. Инструкция по выполнению. – М.: ЗАО «Нанософт». – 2011. – 69 с.
3. Пранович В.Ю. Altium Designer Summer 09. Практические подходы к организации библиотек и структуры проектов. Библиотека посадочных мест // Технологии в электронной промышленности. – 2010. – № 2.– С. 82–84.

УДК 340

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Е.В. Курганова

Научный руководитель – к.и.н., доцент Т.Д. Засорина

Развитие цивилизации в настоящее время определено научными достижениями. Ученые, обмениваясь информацией, связанной с исследованиями в той или иной отрасли, объединенными усилиями решали важные научные задачи. В то же время предприниматели стали активно использовать научные разработки с целью извлечения из них прибыли путем внедрения в производство. Таким образом, именно соединение науки и практики позволило достичь внушительных результатов развития мира.

Целью работы является изучение и выявление правовых аспектов инновационной деятельности. Объектом исследования является законодательство, регулирующее инновационную деятельность и инновации, предметом исследования служат отношения, складывающиеся в процессе инновационной деятельности и правовые аспекты.

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, нормативно-правовым актом, Федеральный закон.

Для стабильного экономического развития и государственного регулирования важность инновационной деятельности признается не только в развитых странах, но и в России. В настоящее время инновационная деятельность в России переживает трудные времена. Это связано с тем, что до начала реформ крупномасштабные инновации осуществлялись государством. Поэтому специфика сложившейся на сегодняшний день ситуации заключается в том, что в стране имеются значительные технологические заделы, уникальная научно-производственная база и высококвалифицированные кадры, но в то же время в связи с общим экономическим упадком существует крайне слабая ориентация этого инновационного потенциала на реализацию научных достижений [1].

Основной правовой формой государственного регулирования инновационных проектов являются правовые акты. Это многочисленные нормативно-правовые акты, регулирующие порядок создания и внедрения инноваций. Инновационная деятельность осуществляется на основании Конституции Российской Федерации, федеральных законов и иных правовых актов РФ и субъектов РФ.

В российском праве термин «инновация» и «инновационная деятельность» появился в начале 1980-х годов. Эти определения даны в Постановлении Правительства РФ (от 24 июля 1998 г. № 832) «О концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998–2000 годы» [2].

Инновация (нововведение) рассматривается как конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности.

Под инновационной деятельностью понимается процесс, направленный на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.

Инновационная политика государства является составной частью государственной социально-экономической политики и регулируется Федеральным законом [4], в котором понятие инновации и инновационной деятельности раскрыты более подробно:

«Инновации – введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях».

«Инновационная деятельность – деятельность (включая научную, технологическую, организационную, финансовую и коммерческую деятельность), направленная на реализацию инновационных проектов, а также на создание инновационной инфраструктуры и обеспечение ее деятельности».

В настоящее время нет единого подхода к подразделению инноваций на виды. Их классифицируют, например, в зависимости от уровня новизны инновации: радикальные (внедрение открытий, изобретений, патентов) и ординарные (ноу-хау, рационализаторские предложения и т.д.) или в зависимости от области применения инновации: управленческие, организационные, социальные, промышленные. Критериями классификации инноваций могут быть масштаб инноваций, результативность, этап научно-технического процесса, темпы осуществления.

В общем виде все инновации делятся на две основные категории: технологические и нетехнологические. К технологическим относятся инновации, затрагивающие средства, методы, технологии производства, определяющие научно-технический прогресс, к нетехнологическим – организационные, управленческие, социальные.

Целью инновационной деятельности является повышение эффективности производства, создание конкурентоспособного продукта, способного обеспечить дополнительную прибыль. Любая инновационная деятельность является предпринимательской, поскольку она самостоятельна, связана с готовностью предпринимателя, брать на себя весь риск по осуществлению нового проекта и ответственность.

Основным нормативно-правовым актом, регулирующим начальные стадии инновационного процесса, является Федеральный закон [4], который регулирует отношения между субъектами научной и (или) научно-технической деятельности, органами государственной власти и потребителями научной и (или) научно-технической продукции (работ и услуг). Закон определяет правовой статус субъектов научной и (или) научно-технической деятельности, порядок формирования государственной научно-технической политики.

Правовой базой инновационного процесса в настоящее время является законодательство в области интеллектуальной собственности. В соответствии с п. «о» ст. 71 Конституции РФ, правовое регулирование интеллектуальной собственности находится в ведении РФ [5].

Приняты специальные законы, определяющие правовой режим изобретений отдельных интеллектуальных продуктов, таких, как изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ и базы данных, топологии интегральных микросхем, товарные знаки, знаки обслуживания и наименования мест происхождения товаров.

Законодательством не установлен круг лиц, участвующих в инновационном процессе. Субъектами инновационной деятельности могут быть индивидуальные

предприниматели, осуществляющие правовую деятельность в научно-технической сфере. Это – изобретатели, конструкторы, технологи и другие творческие личности, которые разрабатывают и реализуют нововведения. Научно-технические разработки могут создаваться гражданами. Однако ведущими субъектами инновационной деятельности являются независимо от форм собственности научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, предприятия и организации различных отраслей экономики, высшие учебные заведения. Организационно-правовыми формами инновационной деятельности могут быть хозяйственные товарищества и общества, государственные и муниципальные унитарные предприятия, учреждения. По выполняемым в процессе инновационной деятельности функциям субъекты могут выступать в роли разработчиков (исполнителей), заказчиков, производителей новых изделий, потребителей инновационной продукции.

Основы политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу утверждены Президентом РФ 30 марта 2002 г. (в основах сформулированы цель, задачи и важнейшие направления государственной политики в области развития науки и технологий).

Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 гг. утверждена постановлением Правительства РФ от 21 августа 2001 г. № 605. Основными задачами программы являются развитие инфраструктуры инновационной деятельности, развитие механизмов стимулирования инновационной активности организаций всех секторов экономики, совершенствование нормативно-правовой базы, стимулирующей создание и реализацию инноваций, а также эффективную защиту прав интеллектуальной собственности.

Распоряжением Правительства РФ от 30 ноября 2001 г. № 1607-р одобрены «Основные направления реализации государственной политики по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности». Данный акт принят во исполнение Указа Президента РФ от 22 июля 1998 г. № 863. В нем говорится: «В целях создания условий для сохранения интеллектуального потенциала страны и его эффективного использования в решении задач, направленных на социально-экономическое развитие Российской Федерации, постановляю:

1. Установить, что при осуществлении государственной политики по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий приоритетными являются направления, обеспечивающие:

сбалансированность прав и законных интересов субъектов правоотношений, включая государство, в области создания, правовой охраны и использования результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий;

государственное стимулирование процессов создания, правовой охраны и использования результатов научно-технической деятельности, повышение на этой основе конкурентоспособности продукции отечественных товаропроизводителей» [6].

Некоторые праворегулируются международными договорами и соглашениями (Парижская конвенция по охране промышленной собственности, Евразийская патентная конвенция и др.).

Единого законодательного акта правового регулирования передачи, внедрения инноваций для получения нового или усовершенствованного товара, работы, услуги нет. Вместе с тем прослеживается стыковка правового регулирования инновационной деятельности с гражданским законодательством, поскольку в стадии реализации исключительных прав гражданско-правовые отношения переходят в коммерческую сферу. Отношения, возникающие в связи с созданием и использованием нововведений в

предпринимательской деятельности, опосредуются различными договорами.

Эффективность инновационного развития зависит от взаимодействия между участниками инновационного процесса. Роль государства заключается в содействии инновационному бизнесу, но и частный сектор оказывает государству поддержку в его инновационной политике, в частности, отчислениями в инновационные фонды, помощью научным организациям.

Заключение

Инновационная политика государства разрабатывается в виде концепции Правительством РФ и является важной частью государственной социально-экономической политики.

Основной правовой формой государственного регулирования инновационных проектов являются правовые акты.

Инновационная политика государства является составной частью государственной социально-экономической политики и регулируется Федеральным законом [4].

Литература

1. Рашкин В.Ф. Некоторые аспекты государственного регулирования инновационной деятельности в Российской Федерации // Журнал «Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование». – 2002. – № 2–3(11–12) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dpr.ru/journal/journal_9_2.htm, своб.
2. Проект Федерального закона № 99029071-2 «Об инновационной деятельности и о государственной инновационной политике» (окончательная ред., принятая ГД ФС РФ 01.12.1999).
3. Алексеева Д.Г., Андреева Л.В., Андреев В.К. Российское предпринимательское право: учебник для вузов. – М.: Велби, Проспект, 2010. – 1072 с.
4. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 07.05.2013) «О науке и государственной научно-технической политике».
5. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ).
6. Указ Президента РФ от 22.07.1998 № 863 «О государственной политике по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий».

УДК 664

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕВОГО СЫРА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТА ТРАНСГЛУТАМИНАЗА

Е.В. Курганова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.С. Доморацкий

Цель работы: улучшение технологии соевых сыров за счет внесения фермента транsgлутаминазы (ТГЛ) с целью уплотнения структуры и увеличения выхода готовой продукции. В соответствии с поставленной целью работы решались следующие задачи:

- усовершенствование технологии получения соевых сыров с применением фермента ТГЛ;
- исследование влияния фермента на соевый белок при нагревании;
- исследование зависимости уплотнения структуры полученного продукта от концентраций фермента;
- исследовать биохимические, технологические, микробиологические показатели соевого сыра полученного по усовершенствованной технологии.

Исходя из целей и задач работы были определены: рН, влагоудерживающая способность, консистенция.

Ключевые слова: дефицит белка, соя, тофу, транsgлутаминаза, гипогликемический эффект, диабет второго типа, изофлавоны.

В настоящее время дефицит белка в рационе питания россиян очень велик. Одним из путей ликвидации сложившегося дефицита пищевого белка является использование белоксодержащего сырья растительного происхождения при производстве различных пищевых продуктов.

К наиболее используемым источникам белка мировая практика относит бобовые культуры и, в первую очередь, сою. Соя – одна из древнейших культур на земле. Соя – род однолетних трав семейства бобовых. Растение преобразует азот из окружающей среды с помощью бактерий, находящихся в его корнях. Никакая из других культур не имеет такого состава, который представлен высоким содержанием белка, липидов, витаминов и минеральных веществ. Бобы сои содержат 40–45% белка (например, говядина – 20%), 20% жира, 30% углеводов, 5–6% различных минеральных элементов. По биологической ценности белки сои занимают промежуточное положение между белками растительного и животного происхождения [1]. Они характеризуются также высокими функциональными свойствами, легкой усваиваемостью и невысокой стоимостью, что делает сою привлекательной для применения в пищевой промышленности.

Перспективным направлением является переработка цельных соевых семян с получением жидких продуктов – соевого молока, которое может быть использовано в качестве самостоятельного сырьевого источника для получения различных соевых продуктов: темпе, мисо, юба, в том числе и тофу [2].

Темпе – ферментированный продукт из семян сои с добавлением грибковой культуры. Имеет легкий аммиачный запах, обычно прессуется в брикеты.

Мисо – соевая паста, используемая в традиционной японской кухне. Мисо производится путем ферментации соевых бобов, злаков или смеси из них с помощью специального вида плесневых грибов *Aspergillus oryzae*.

Юба – подсушенная пенка с поверхности соевого молока. Используется как в сыром виде (иногда замороженная), так и в сухом.

Тофу (соевый творог) – пищевой продукт из соевых бобов, богатый белком. Тофу обладает нейтральным вкусом (т.е. собственный вкус почти отсутствует), что является одним из преимуществ тофу. Он широко распространен в странах Восточной Азии, где вырабатывается в достаточно больших объемах. Тофу богат белками, жирами и минеральными веществами. Тофу является источником протеинов, железа, он содержит минимальное количество жиров вследствие этого низкокалориен. Перевариваемость питательных веществ тофу весьма высока – для белка и жира она составляет около 95%

[3].

Тофу различается по консистенции на плотный, мягкий и шелковистый. Плотный тофу – твердый продукт, по консистенции напоминает сыр моцарелла, применяемый при приготовлении жаркого, супов или гриля. Он обладает большим содержанием белка, жиров и кальция. Мягкий тофу – применяется в рецептах, которые нуждаются в смешанном тофу, а также используется для приготовления восточных супов. Шелковистый тофу – приготавливается немного другим способом. Он напоминает сливочный, подобный заварному крему, продукт. Шелковистый тофу используется в пюре и смешанных блюдах.

Состав питательных элементов в тофу представлен в табл. 1.

Таблица 1. Питательные элементы на 100 г тофу [4]

Питательные элементы на 100 грамм тофу	Плотный тофу	Мягкий тофу
Калории	69,8 ккал	60,9 ккал
Белок	8,2 г	6,5 г
Углеводы	1,7 г	1,8 г
Жиры	4,16 г	3,7 г
Насыщенные жиры	0,86 г	0,53 г
Холестерин	0 г	0 г
Натрий	12,3 мг	7,9 мг
Клетчатка	0,88 мг	0,17 мг
Кальций	200,5 мг	110,4 мг
Железо	1,6 мг	1,1 мг

Тофу вырабатывается двумя способами: ферментативным и неферментативным.

Ферментированный тофу приготавливают с использованием различных микроорганизмов путем сквашивания соевой основы специально подобранными заквасками.

Неферментированный тофу получают осаждением белков соевой основы с помощью коагулянтов.

Тофу получают путем створаживания соевого молока коагулянтном в присутствии нейтральных солей сильных кислот, замедляющих процесс коагуляции белков-глобулинов, взятых в количестве 0,04–2,5% от массы соевого молока. Из нейтральных солей сильных кислот можно использовать кристаллическую поваренную пищевую соль либо ее водный раствор, которые нужно вводить в соевое молоко перед створаживанием. Для створаживания используют комплексные коагулянты, такие как хлорид магния, лимонная кислота или сульфат кальция. Коагулянт вводят в горячее соевое молоко в соотношении 1–2% от массы соевого молока постепенно при медленном помешивании. Для отделения сыворотки створоженную массу подвергают прессованию. По окончании прессования полученный соевый сыр охлаждают до температуры 18–20°C.

Технологическая схема производства тофу представлена на рис. 1.

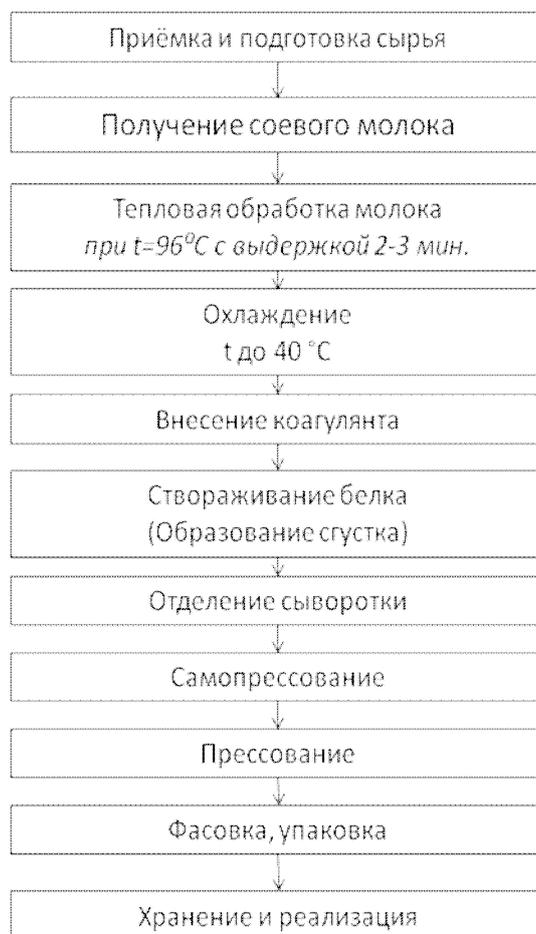


Рис. 4. Технологическая схема производства тофу

В работе автор задался целью увеличить выход и улучшить технологические свойства продукта – тофу, добавив в него фермент транглутаминазу (ТГЛ).

ТГЛ – фермент (энзим) связывающий между собой аминокислотные остатки лизина и глутамина. Это способствует улучшению текстуры и консистенции, увеличению выхода продукта.

ТГЛ позволяет увеличить плотность, эластичность, связывающую и влагоудерживающую способности (ВУС) продукта. Температурный оптимум для ТГЛ 5–38°C, поэтому внесение было проведено в створоженное молоко, после охлаждения.

Ферментный препарат был внесен в концентрациях: 0,5%; 1%; 1,5% от массы молока. В количестве от 0,5 л молока было взято 2,57 г; 5,14 г; 10,27 г. Далее были сравнены полученные продукты с использованием фермента и без него. Из табл. 2 можно видеть, что при внесении различных концентраций ТГЛ идет увеличение выхода продукта, полученного из 1 л молока.

Таблица 2. Выход продукта

Продукт	CaCl ₂	CaCl ₂ +0,5 % ТГЛ	CaCl ₂ +1% ТГЛ	CaCl ₂ +1,5% ТГЛ
<i>m</i> , г	280–290	340–360	350–380	370–390

Оптимальным значением концентрации ТГЛ является 1%, так как при данной концентрации достигается больший выход продукта, и она не оказывает влияния на органолептические показатели. Это видно из табл. 3.

Таблица 3. Органолептические показатели продукта

Вид коагулянта	Объект исследования	Показатели		
		Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Без ТГЛ	Сгусток	Рыхлая	Горьковатый со сливочным привкусом	Белый
С ТГЛ	Сгусток	Плотная, эластичная	Горьковатый со сливочным привкусом	Белый

В табл. 4 иллюстрируется физико-химические показатели готового продукта.

Таблица 4. Физико-химические показатели готового продукта

Коагулянт	Сгусток				Сыворотка
	Масса, кг	Массовая доля влаги, %	Массовая доля жира, г	pH	
Без ТГЛ	280	70	3,7	5	Массовая доля сухих веществ, % 10
С ТГЛ	370	80	3,7	6	12,5

Заключение

В работе стояла цель усовершенствовать технологию получения соевых сыров с применением фермента ТГЛ. Исходя из целей работы были определены: pH, ВУС и микробиологическая обсемененность. Исследовав эти показатели, было определено, что оптимальное значение концентрации ТГЛ является 1%. При данной концентрации достигается больший выход готового продукта – 71%.

Данное исследование ранее не проводилось и является очень перспективным, так как тофу это низкокалорийный продукт, употребляемый в лечебно-профилактическом питании и в период поста.

Продукты, содержащие соевый белок, используются не только в традиционном, но и в лечебно-профилактическом питании.

По результатам последних исследований соя – это эффективное средство профилактики и лечения различных заболеваний. В соевом белке в значительных количествах содержатся отдельные аминокислоты (аргинин), которые способствуют снижению повышенного уровня глюкозы крови при диабете 2 типа (гипогликемический эффект). А также химические соединения изофлавоны, не имеющие пищевой ценности, именно с их влиянием связано меньшее распространение некоторых форм рака (в азиатских странах), остеопороза и косных переломов.

Изофлавоны – натуральные компоненты, содержащиеся в некоторых растениях, например в сое или красном клевере. Эти вещества относят к группе фитоэстрогенов: их структура подобна эстрогенам человека, однако они менее активны. Изофлавоны являются естественной составной частью рациона человека, особенно в странах с высоким потреблением сои.

Соя способствует снижению уровня липидов крови, укреплению иммунитета, улучшению функционального состояния почек, оказывает антиоксидантное действие и является важным для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

Литература

1. Зобкова З.С. Соя и продукты на ее основе. – М., 2001. – 144 с.
2. Забодалова Л.А. Биотехнология комбинированных молочных продуктов с использованием компонентов сои: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.18.04. – СПб, 2000. – 357 с.
3. Забодалова Л.А., Надточий Л.А. Технология молокосодержащих продуктов и аналогов. Ч. 1 Технология соевых белковых продуктов: методические указания к лабораторным работам для студентов спец. 240902 факультета пищевых технологий. – СПб: СПбГУНиПТ, 2007. – 15 с.
4. Bhagwat S., Haytowitz D.B. and Holden J.M. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. – U.S. Department of Agriculture, 2011. – Release 3. – 159 p.

УДК 621.01

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРКОНОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ДАТЧИКАХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Р.Я. Лабковская, А.Л. Лысов, О.И. Пирожникова

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Л. Ткалич

В статье приводятся описание и принцип работы герконовых измерителей уровня жидкости в датчиках систем управления. Наибольшее внимание уделяется поплавковому датчику уровня (рассматривается описание, область применения и преимущества).

Ключевые слова: геркон, поплавковый датчик уровня.

Введение

В датчиках уровня жидкости поплавкового типа (рисунок) в качестве коммутирующего элемента используются герконы. При достижении жидкостью уровня размещения датчика, поплавок со встроенным магнитом поднимается вместе с уровнем жидкости и замыкает или размыкает контакты геркона.



Рисунок. Датчик уровня жидкости поплавкового типа

В настоящее время выпускается широкий ассортимент герконовых датчиков уровня жидкости горизонтального и вертикального исполнения, изготавливаемых из различных материалов и предназначенных для работы в различных средах, в том числе и агрессивных, в диапазоне рабочих температур от +20 до +120°C.

Области применения датчиков уровня жидкости очень разнообразны:

- резервуары для хранения воды;
- водонапорные станции и башни;

- поливочные сооружения;
- бассейны;
- топливно-раздаточные станции и хранилища;
- очистные сооружения;
- паровые системы отопления.

Промышленные датчики уровня бывают четырех типов: радарные, поплавковые, врезные, погружные.

Поплавковые датчики уровня одни из самых недорогих и, вместе с тем, надежных устройств для измерения уровня жидкостей. При правильном выборе, поплавковые датчики уровня могут использоваться для контроля уровня самых разных сред, в том числе химически агрессивных жидкостей. Высокие или низкие температуры, наличие пены, пузырьков или, например, работающей мешалки так же перестает быть проблемой при правильном выборе.

Устройство поплавковых датчиков уровня

По конструкции поплавковые датчики уровня могут быть разделены на несколько видов.

Самым простым является датчик с поплавком, передвигающимся по вертикальному штоку. Внутри поплавок, как правило, находится постоянный магнит, а в штоке, представляющем из себя полую трубку, находятся герконы. Плавающий на поверхности жидкости поплавок, передвигается по штоку датчика вслед за изменением уровня и, проходя мимо герконов внутри штока замыкает или наоборот размыкает их, сигнализируя о достижении определенного уровня. Внутри штока могут располагаться сразу несколько герконов и, соответственно, один такой датчик может сигнализировать сразу о нескольких значениях уровня жидкости, например минимальном и максимальном.

Поплавковый датчик уровня такой конструкции может так же измерять непрерывный уровень жидкости и выдавать сигнал в виде сопротивления, пропорционального уровню жидкости, либо в виде стандартного токового сигнала 4–20 мА. Для этого герконы внутри штока соединены параллельно с резисторами. Поплавок, передвигаясь вслед за изменением уровня жидкости, замыкает разные герконы, вызывая изменение общего сопротивления датчика уровня. Такие датчики уровня обычно устанавливаются сверху емкости, и их длина может достигать трех метров.

Отдельной областью применения для поплавковых датчиков уровня можно назвать контроль уровня жидкости в транспортных средствах. Прежде всего, это задачи по контролю за объемом топлива в тяжелой технике: грузовиках, экскаваторах, тепловозах. Здесь датчики уровня работают в условиях сильной вибрации и волнения на поверхности жидкости. Для устранения влияния этих факторов поплавковый датчик помещают в специальную демпферную трубу, диаметром чуть большую, чем диаметр поплавка.

Если установка датчика сверху емкости невозможна, то поплавковый датчик уровня можно вмонтировать в стенку емкости. В этом случае поплавок с магнитом крепится на шарнире, а герконовый выключатель обычно в корпусе датчика. Такие датчики срабатывают, когда жидкость достигает поплавка и предназначены для сигнализации предельного уровня. Датчики могут работать при температурах до 200°C в химически агрессивных средах.

Если в жидкости высокая концентрация твердых включений, существует вероятность замерзания или создания липкого слоя на оборудовании, то для контроля уровня в этом случае можно использовать поплавковый датчик уровня на гибком кабеле. Датчик уровня такого типа представляет собой пластиковый цилиндр или сферу,

внутри которой находится механический или герконовый переключатель и металлический шарик. Такой датчик уровня крепится за кабель на нужной глубине, и когда уровень жидкости достигает поплавка, то он переворачивается, и металлический шарик внутри него активирует геркон или механический переключатель. Примером таких датчиков уровня можно назвать серию поплавковых датчиков уровня жидкости LFL.

Заключение

Таким образом, применение современных типов герконов в датчиках систем управления является перспективным направлением развития мирового рынка герконов.

В настоящее время герконы применяются в автомобильных сигнализациях, в качестве контактных пар тумблеров и кнопок, в качестве датчиков положения и скорости в системах промышленной автоматики и во всевозможных счетчиках.

Литература

1. Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я. Библиотека конечных элементов в приложении к упругим чувствительным элементам пластин и мембран датчиков систем управления // Научно-аналитический журнал «Научная перспектива». – 2010. – № 3–4. – С. 86–89.
2. Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Шоффа В.Н. Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе. Справочное руководство. – М.: Интеллект, 2011. – 432 с.

УДК 330.356

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И КАЧЕСТВА ИНСТИТУТОВ

В.В. Манко

Научный руководитель – к.э.н., доцент А.М. Коростелева

Вопросы экономического роста являются фундаментальными в макроэкономическом анализе. Одной из главных задач экономики России на современном этапе является обеспечение устойчивого экономического роста в долгосрочном периоде как основы для повышения уровня и качества жизни. Сложившиеся к настоящему времени теоретические подходы к исследованию экономического роста недооценивают влияние на экономический рост институциональной среды. Несмотря на возрастающий в последние годы интерес в российской экономической науке к институционально-эволюционному направлению, слабо разработанными остаются вопросы исследования взаимосвязи качества институциональной среды и экономического роста.

Ключевые слова: экономический рост, институциональная среда, качество институтов.

Введение

Недостаточность стимулирования экономического роста в России требует использования новых подходов. Одним из таких подходов является институционально-эволюционная теория, которая рассматривает экономические явления в их взаимосвязи с явлениями социальными, политическими и правовыми. Несмотря на возрастающий в последние годы интерес в российской экономической науке к институционально-эволюционному направлению, слабо разработанными остаются вопросы исследования качества институциональной среды и его влияния на экономический рост.

Проблемы экономического роста и экономического развития находились в центре внимания таких исследователей, как Р. Барро, Е. Домар, Дж.М. Кейнс, Ч. Кобб,

С. Кузнец, В. Леонтьев, Р. Лукас, К. Маркс, А. Маршалл, Г. Мэнкью и др. Среди отечественных экономистов, занимавшихся исследованием экономического роста, следует выделить Л.И. Абалкина, О.В. Артемову, В.И. Бархатова, С.Ю. Глазьева, А.Н. Илларионова, А.Д. Нестерова.

Проблематика общественных и экономических институтов получила свое развитие в работах Т. Веблена, Г. Беккера, М. Вебера, Р. Коуза, Д. Норта, О. Уильмсона. В работах данных ученых разрабатывались методологические подходы к исследованию экономической сущности институтов, они заложили основы современных институциональных направлений исследований. Однако в работах этих авторов задача исследования институциональной среды как целостной системы не стояла, исследовались отдельные аспекты ее воздействия на деятельность экономических субъектов: теория прав собственности, теория общественного выбора.

Среди отечественных ученых, занимающихся вопросами институционализма, следует выделить А.В. Горшкова, В.Г. Гребенникова, Р.И. Капелюшникова, С.Г. Кирдину, В.Г. Клейнера, А.И. Нестеренко, Р.М. Нуреева, А.Н. Олейника, Д.А. Плетнева, В.М. Полтеровича, В.В. Радаева, В.Л. Тамбовцева, А.Е. Шаститко.

Вопросами взаимосвязи институтов и экономического роста занимаются Д. Норт, В.В. Попов, С.В. Малахов, К.Э. Яновский и другие авторы. Однако их подходы также не отличаются системностью.

В трудах российских ученых исследуются вопросы трансформации институциональной среды при переходе к рыночной экономике, функционирование отдельных институтов и их эффективность, но отсутствует комплексный анализ воздействия институциональной среды на экономический рост. Не проработанными остаются вопросы оценки качества институциональной среды и его влияния на экономический рост.

Показатели экономического роста

Экономический рост определяют как долгосрочную тенденцию увеличения реального выпуска на душу населения, где под реальным выпуском чаще всего понимают реальный валовой внутренний продукт (ВВП) на душу населения (реже – реальный валовой национальный продукт, реальный чистый национальный продукт или национальный доход). Данные о реальном ВВП Российской Федерации и цепных темпах его прироста за 2007–2011 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расчет показателей экономического роста в РФ за период 2007–2012 гг.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Реальный ВВП РФ в ценах 2008 года, млрд. руб.	39218,7	41276,8	38048,6	39699,9	41421,0	–
Численность населения РФ, млрд. чел.	0,1428	0,1428	0,1427	0,1429	0,1429	0,1430
Реальный ВВП РФ на душу населения, руб.	274640,8	289053,2	266633,5	277816,0	289860,0	–
Темпы прироста реального ВВП РФ на душу населения, в %	–	5,2	–7,8	4,2	4,3	–

Источник: Федеральная служба государственной статистики [1–3].

Расчет цепных темпов прироста ВВП осуществляется по формуле:

$$T_{\text{пр}} = \frac{\text{ВВП}_n - \text{ВВП}_{n-1}}{\text{ВВП}_{n-1}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $T_{\text{пр}}$ – темп прироста ВВП; ВВП_n – ВВП в периоде n ; ВВП_{n-1} – ВВП в периоде $n-1$.

Из табл. 1 видно, что за весь исследуемый период наблюдается сокращение темпов роста реального ВВП, т.е. замедление темпов экономического роста. Данные табл. 1 потребуются для дальнейшего анализа, при определении взаимосвязи экономического роста и показателей качества институциональной среды.

Показатели качества институтов

Многочисленные эмпирические исследования влияния институтов на экономику убедительно показали значимость их воздействия на показатели, отражающие благосостояние, неравенство, экономический рост, объем инвестиций в экономику и многие другие параметры [4].

В содержательном плане институциональная среда высокого качества включает:

- четко определенные (специфицированные) и надежно защищенные права собственности;
- действенные механизмы защиты контрактных прав;
- правила и механизмы, обеспечивающие подотчетность исполнительной власти обществу, препятствующие проявлениям рентоориентированного поведения чиновников [4].

Качество институциональной среды, в отличие от обычных экономических переменных, не имеет прямых измерителей. Индикаторы, которые косвенно характеризуют институциональную среду: индекс экономической свободы (или его отдельные компоненты), качество государственного управления, уровень политической коррумпированности государства, прикладные исследования уровня страновых рисков для потенциальных инвесторов, деловые риски, этнические или культурные особенности, этнокультурное разнообразие [4].

Индекс экономической свободы

В качестве показателя качества институциональной среды, был выбран индекс экономической свободы, который представляет собой комбинированный показатель, оценивающий уровень экономической свободы в странах мира. Публикуется американским исследовательским центром «Фонд наследия». Эксперты Фонда определяют экономическую свободу как «отсутствие правительственного вмешательства или воспрепятствования производству, распределению и потреблению товаров и услуг, за исключением необходимой гражданам защиты и поддержки свободы как таковой». Анализ экономической свободы проводится ежегодно, начиная с 1995 года [5]. Индекс рассчитывается на основании 10 показателей (индексов): свобода бизнеса, свобода торговли, фискальная свобода, участие правительства, монетарная свобода, свобода инвестиций, финансовая свобода, права собственности, свобода от коррупции, свобода труда.

По каждому показателю странам выставляется оценка в баллах – от 0 до 100. Чем больше баллов, тем более высоко оценивается уровень экономической свободы в стране по данному критерию. При итоговом расчете индекса показатели суммируются и делятся на 10. Таким образом, в «абсолютно свободной» экономике в итоге должно получиться 100 баллов, а там, где свободы нет в принципе, соответственно, 0. Все страны мира, представленные в итоговом отчете, разделены на пять условных групп в соответствии со своим рейтингом:

1. страны со свободной экономикой (набравшие более 80 баллов из 100 возможных);
2. страны с преимущественно свободной экономикой (набравшие 70–80 баллов);
3. страны с умеренно свободной экономикой (набравшие 60–70 баллов);
4. страны с преимущественно несвободной экономикой (набравшие 50–60 баллов);
5. страны с несвободной экономикой (набравшие менее 50 баллов) [5].

Показателям индекса экономической свободы в РФ представлены в табл. 2.

Таблица 2. Индекс экономической свободы и его показатели в РФ за период 2008–2012 гг., в баллах

	2008		2009		2010		2011		2012	
	РФ	Средний уровень в мире								
Занимаемое место	134	–	146	–	143	–	143	–	144	–
Индекс экономической свободы	49,9	60,3	50,8	59,5	50,3	59,4	50,5	59,7	50,5	59,5
Свобода бизнеса	52,8	62,8	54,0	64,3	52,2	64,6	50,7	64,3	65,1	64,7
Свобода торговли	44,2	72,0	60,8	73,2	68,4	74,2	68,2	74,8	68,2	74,5
Фискальная свобода	79,2	74,9	78,9	74,9	82,3	75,4	82,7	76,3	82,5	76,9
Участие правительства	69,5	67,7	70,6	65,0	66,5	65,0	65,1	63,9	48,6	59,8
Монетарная свобода	64,4	74,4	65,5	74,0	62,6	70,6	63,1	73,4	66,3	74,4
Свобода инвестиций	30,0	50,3	30,0	48,8	25,0	49,0	25,0	50,2	25,0	50,7
Финансовая свобода	40,0	51,7	40,0	49,1	40,0	48,5	40,0	48,5	40,0	48,6
Права собственности	30,0	45,6	25,0	44,0	25,0	43,8	25,0	43,6	25,0	43,4
Свобода от коррупции	25,0	41,1	23,0	40,3	21,0	40,5	22,0	40,5	21,0	40,4
Свобода труда	64,2	62,1	60,0	61,3	59,6	62,1	62,9	61,5	63,5	61,4

Источник: таблица составлена на основании данных [5].

На основании данных табл. 2, были проанализированы 10 индексов, входящих в состав интегрального индекса экономической свободы.

1. Свобода бизнеса: она оценивается как зарегулированная и бюрократизированная. Кроме того, не отлажена система банкротства и многие другие механизмы эффективного бизнес-регулирования.
2. Свобода торговли: в РФ дела тоже обстоят неважно (44,2 балла, средняя оценка – 72), что связано с огромным количеством тарифов, непрозрачностью системы получения многочисленных лицензий и разрешений, наличием нетарифных ограничений и т.д.
3. Участие правительства: РФ также оказалась немного выше среднего (69,5 балла, средняя оценка – 67,7), это объясняется тем, что под присутствием государства подразумевается соотношение государственных и частных расходов, объем услуг и товаров, производимых государством.

4. Монетарная свобода: минусами, определенно, являются высокий уровень инфляции и нестабильные цены.
5. Свобода инвестиций: в РФ находится на низком уровне (30 баллов, средняя оценка – 50,3). Несмотря на то, что зарубежный и национальный капитал формально равны, правительство предпочитает совместные компании, где иностранным участникам отданы лишь миноритарные.
6. Финансовая свобода: немногим лучше обстоят дела с финансовой свободой (40 баллов, средняя оценка – 51,7), что объясняется чрезвычайно жесткими условиями допуска на внутренний рынок зарубежных банков, финансовых и страховых компаний, а также общей неразвитостью финансового рынка.
7. Права собственности: плохо обстоят дела с защитой прав собственности (30 баллов, средняя оценка – 45,6). Частная собственность защищена слабо. Слабая защита прав собственности препятствуют развитию экономической деятельности, свободной от государственного влияния и контроля.
8. Свобода от коррупции: хуже всего в РФ дела обстоят с коррупцией, которая является повсеместно распространенным явлением. По этому показателю страна набрала лишь 25 баллов (при средней оценке – 41,1). Судебная система непредсказуема, коррумпирована и неспособна решать технически сложные вопросы.
9. Свобода труда: трудовое законодательство достаточно гибко, хотя и далеко не безупречно.

Взаимосвязь количественных показателей экономического роста и качественных показателей институциональной среды

На основании табл. 1 и 2, составим итоговую табл. 3, данные которой позволят определить взаимосвязь между показателем экономического роста и интегральным показателем качества институтов.

Таблица 3. Сводная таблица показателей экономического роста и качества институтов

	2008	2009	2010	2011	2012
Индекс экономической свободы, в баллах	49,9	50,8	50,3	50,5	50,5
Темпы прироста индекса экономической свободы, в %	–	1,803607	–0,98425	0,397614	–
Реальный ВВП РФ на душу населения, руб.	289053,2	266633,5	277816,0	289860,0	–
Темпы прироста реального ВВП РФ на душу населения, в %	5,2	–7,8	4,2	4,3	–

Табл. 3 наглядно демонстрирует такой парадоксальный вывод: экономический рост оказывает влияние на институциональную среду РФ. Так, в 2009 году темп прироста реального ВВП на душу населения в РФ составил – 7,8%, что привело к сокращению показателя качества институциональной среды – индекса экономической свободы в 2010 году, темп прироста данного индекса составил – 0,98%.

Аналогичная ситуация наблюдается, если рассматривать данные показатели за 2010 и 2011 года, т.е. видим запаздывание (временной лаг) при влиянии одного фактора на другой.

Подтвердим предположения о наличии связи, рассчитав коэффициент корреляции. Для этого, используя пакет Microsoft Excel, были выполнены следующие команды: «Формулы» – «Вставить функцию» – «КОРРЕЛЯЦИЯ», где в качестве первого массива данных выбирали значения темпов прироста индекса экономической свободы за 2009–

2011 года, а в качестве второго – значения темпов прироста реального ВВП на душу населения за 2009–2011 года. Полученный коэффициент корреляции равен «–0,86». Согласно шкале Чеддока, связь между показателями характеризуется, как высокая, знак минус говорит об обратном характере связи, т.е. о том, что показатель экономического роста влияет на интегральный показатель качества институтов. Поскольку рассматриваемый временной ряд достаточно мал, то для получения более достоверных выводов необходимо дополнительно исследовать динамику ряда других показателей.

Заключение

В процессе исследования взаимосвязи между показателями экономического роста и показателями качества институтов, были достигнуты следующие результаты: во-первых, сформулировано понятие экономического роста (представляет собой долгосрочную тенденцию увеличения реального выпуска на душу населения), показателя количественного. Выявлены показатели качества институтов, которые не имеют прямых измерителей. Для оценки качества институциональной среды применяются разного рода индикаторы, такие как: индекс экономической свободы (или его отдельные компоненты), качество государственного управления, уровень политической коррумпированности государства и др.

В качестве показателя, характеризующего экономический рост в РФ, был рассмотрен темп прироста реального ВВП на душу населения, показателем, характеризующим качество институтов в РФ, был определен индекс экономической свободы. Коэффициент корреляции между показателями экономического роста и качества институтов равен «–0,86», на основании чего был сделан вывод о том, что показатель экономического роста влияет на интегральный показатель качества институтов. Но, поскольку, рассматриваемый временной ряд достаточно мал, то для получения более достоверных выводов необходимо дополнительно исследовать динамику ряда других показателей.

Литература

1. Валовой внутренний продукт. Годовые данные. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/tab2a.xls, своб. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Основные социально-экономические показатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_11/IssWWW.exe/Stg/d1/01-01.htm, своб. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Численность населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/apps/50595f804a69a77e942fdc5f17a443bf, своб. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Валитова Л.А., Тамбовцев В.Л. Анализ влияния качества институциональной среды на параметры кредитного рынка: опыт межстранового сопоставления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://economicus.ru/ise/Pdf_Z3/z3_art1_p7-50.pdf, своб. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Рейтинг стран мира по уровню экономической свободы по версии HeritageFoundation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/ratings/index-of-economic-freedom>, своб. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

УДК 004.422.83:004.6:004.72

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МОДУЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕТИ И СЕРВИСОВ

Е.С. Образцов

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

Целью работы было расширение стандартной функциональности системы мониторинга состояния сети и сервисов путем разработки дополнительных модулей. При создании и разработке специализированного программного обеспечения использовались следующие программные продукты: DebianGNU/Linux, Xumon, BBwin, Samba, mdadm, Bacula, Bash.

Ключевые слова: мониторинг, сервисы, Xumon, RAID, резервное копирование, Samba.

Мониторинг является одним из важных критериев при обеспечении информационной безопасности и защиты пользовательских данных. В современном мире информационных технологий одним из основных критериев пользователей к системам является критерий стабильности работоспособности систем, которыми они пользуются. Компьютер, сеть между компьютерами или же какая-либо программа, написанная на одном из множества языков программирования, подвержены периодическим сбоям, перегрузкам или влияниям извне. Для того, чтобы оперативно исправить ту или иную проблему, возникшую в процессе работы какой-либо системы, необходим непрерывный надзор за этой системой – мониторинг. Помимо этого в компьютерном мире существует несчетное количество разнообразных сервисов. Эти сервисы играют значительную роль в функционировании компьютеров. Сервисы операционной системы обеспечивают правильную работу компьютера. Сетевые сервисы помогают компьютерам общаться между собой. Мониторинг этих сервисов и своевременное восстановление их работоспособности – важная задача для компании любых размеров. Помимо сервисов также существует необходимость вести мониторинг различного рода программ, имеющих доступ к пользовательским данным или данным, являющимся конфиденциальными.

В качестве защиты информации мониторинг подойдет как нельзя кстати, ведь он может стать средством непрерывного наблюдения за необходимыми данными и сигнализировать в случае их кардинальных изменений.

Актуальность реализации задачи мониторинга состоит в том, что:

- повышается качество обслуживания сети и сервисов;
- предотвращаются катастрофические ошибки;
- производится количественный анализ качества работы сети и сервисов.

Предлагаемая система мониторинга в совокупности с дополнительными модулями позволяют заметно улучшить качество обслуживаемой локальной сети и повысить время реагирования на появившуюся проблему. Они могут использоваться на различных предприятиях с локальными сетями различного масштаба. Минимальные требования к аппаратной части делают данное решение доступным, а лицензионность и открытость программного кода операционной системы, системы мониторинга и дополнительных модулей позволяют не только снизить затраты на программные продукты, но и дают возможность увеличения функциональных возможностей.

Были поставлены следующие задачи:

- выполнить сравнительный анализ систем мониторинга и выбрать оптимальную систему для поставленных задач;
- выполнить сравнительный анализ средств разработки дополнительных модулей для системы мониторинга;
- изучить причины отказа сервисов общих папок;
- разработать и протестировать модуль для проверки работоспособности общих папок;

- внедрить и проанализировать работу модуля для проверки работоспособности общих папок;
- изучить причины выхода из строя RAID-массивов;
- разработать и протестировать модуль для проверки работоспособности RAID-массивов;
- внедрить и проанализировать работу модуля для проверки работоспособности RAID-массивов;
- изучить структуру системы резервного копирования данных «Vacula» и причины выхода ее из строя;
- разработать и протестировать модуль для проверки работоспособности системы резервного копирования данных;
- внедрить и проанализировать работу модуля для проверки работоспособности системы резервного копирования данных.

Описание выбранной системы

Хумон (ранее известная как Hobbit) – система наблюдения за сетью и приложениями. Создавалась для использования в больших масштабируемых сетях, но отлично работает и в малых, состоящих из всего нескольких узлов. Потребляет мало системных ресурсов и отличается высокой производительностью, имеет простой пользовательский веб-интерфейс. Система позволяет вести наблюдение за сетевыми службами и, используя клиентские пакеты, за специфичными параметрами сервера. Если в процессе наблюдения определяется проблема, то включается предупреждение, которое может быть отправлено по электронной почте, переслано на пейджер или мобильный телефон.

Описание модулей

Модуль проверки работоспособности общих папок. Модуль написан на языке Bash. Это серверный скрипт, который позволяет проверить доступность нескольких общих папок на различных хостах с одного сервера.

Модуль состоит из 2-х файлов:

1. hobbit-samba.conf в папке /server/etc/ – конфигурационный файл, в котором описан хост, на котором расположены папки, их название, имя пользователя, который может туда зайти и его пароль. Этот файл доступен для чтения только для пользователя hobbit;
2. hobbit-samba.sh в папке /server/ext/ – исполняемый файл.

По умолчанию, выполнение теста происходит каждые 5 мин.

Во время выполнения теста происходит следующая последовательность действий:

- проверка системных переменных и удаление временных файлов;
- просмотр всех доступных общих ресурсов и выбор проверяемых общих папок;
- выбор из конфигурационного файла списка общих папок и хостов, на которых они хранятся;
- сравнение списков, полученных из сканирования сети и конфигурационного файла;
- попытка авторизоваться в каждую из общих папок, используя имя пользователя и пароль из конфигурационного файла;
- посылка статус-сообщения серверу.

Модуль проверки работоспособности RAID-массивов. Модуль для проверки работоспособности RAID-массива написан на языке Bash. Это клиентский скрипт, для мониторинга работоспособности RAID-массивов.

Модуль состоит из файла `хумон-mdstat.sh` находящегося в папке `~client/ext/`. По умолчанию, выполнение теста происходит каждые 5 мин.

Во время выполнения теста происходит следующая последовательность действий:

- определение заголовков для вывода данных на сервер системы мониторинга;
- проверка целостности RAID-массива;
- проверка на синхронизацию массива;
- проверка на восстановление массива после нарушения целостности;
- выборка названия носителя и его статуса в случае сбоя;
- формирование сообщения с общим состоянием массива в случае нормальной работы;
- посылка статус-сообщения серверу.

Модуль проверки работоспособности системы резервного копирования данных. Модуль написан на языке Bash. Это клиентский скрипт, для мониторинга сервера резервного копирования данных «Bacula».

Модуль состоит из одного файла `хумон_bacula_check.sh`, находящегося в папке `~client/ext/`.

По умолчанию, выполнение теста происходит каждые 5 мин.

Во время выполнения теста происходит следующая последовательность действий:

- определение заголовков для вывода данных на сервер системы мониторинга;
- проверка возможности запуска управляющей консоли оператора;
- проверка наличия приостановленных заданий, запросов о монтировании и ожидания добавления нового тома;
- проверка наличия носителей с меткой ошибки;
- создание списка заданий, выполняющихся в данный момент и завершенных с ошибкой;
- создание файла со списком хостов, резервное копирование которых сегодня завершилось с ошибкой;
- создание сообщения, содержащего информацию о последнем удачном завершении резервного копирования данных хостов, прошедшим резервное копирование с ошибками в текущий день;
- создание файла со списком хостов, резервное копирование которых в предыдущий день завершилось с ошибкой;
- посылка статус-сообщения серверу.

Заключение

В ходе работы были выполнены следующие поставленные задачи:

- выполнен сравнительный анализ систем мониторинга и произведен выбор оптимальной системы для поставленных задач;
- выполнен сравнительный анализ средств разработки дополнительных модулей для системы мониторинга;
- изучены основные аспекты языка Bash;
- изучены причины отказа сервисов общих папок;
- изучены причины выхода из строя RAID-массивов;
- изучены структура системы резервного копирования данных «Bacula» и причины выхода ее из строя;
- разработан и протестирован модуль для проверки работоспособности общих папок Samba;
- проведено внедрение и анализ работы модуля для проверки работоспособности

- общих папок Samba;
- разработан и протестирован модуль для проверки работоспособности RAID-массивов;
 - проведено внедрение и анализ работы модуля для проверки работоспособности RAID-массивов;
 - разработан и протестирован модуль для проверки работоспособности системы резервного копирования данных;
 - проведено внедрение и анализ работы модуля для проверки работоспособности системы резервного копирования данных.

Литература

1. Cooper M. Advanced Bash-Scripting Guide. Искусство программирования на языке сценариев командной оболочки. Перевод: Киселев А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rus-linux.net/MyLDP/BOOKS/abs-guide/flat/abs-book.html>, своб.
2. Mikkey M.G. BASH Programming – Introduction HOW-TO. Перевод: Смирнов Д.А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ruslandh.narod.ru/howto_ru/Bash-Prog-Intro/Bash-Prog-Intro.html, своб.
3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Samba. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Samba>, своб.
4. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Bacula <http://ru.wikipedia.org/wiki/Bacula>, своб.
5. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: RAID. <http://ru.wikipedia.org/wiki/RAID>, своб.
6. Каталог заметок. Mdadm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.dieg.info/doku.php/mdadm>, своб.

УДК 637.12

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ МОЛОКА-СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО И ВЫХОД ТВОРОГА. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ МИНЕРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ МОЛОКА И КОЛИЧЕСТВОМ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В НЕМ

М.С. Павлов

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

Современные методы научного исследования позволяют изучить более детально структуру, состав, и взаимодействие различных компонентов входящих в состав молока. Это позволяет выявить, ранее не обнаруженные взаимосвязи, взглянуть по-иному на компоненты молока и предложить новые методы оценки и контроля качества сырого молока, поступающего на переработку.

Ключевые слова: молоко, определение качества, соматические клетки, ионы калия, ионы кальция.

В нашей стране молоко и продукты его переработки относятся к группе социально значимых продуктов питания. Молоко входит в состав потребительской корзины для всех основных социально-демографических групп населения.

Одна из проблем, стоящая перед населением нашей страны, заключается в дефиците белка в рационе питания. Возможный путь ее решения – это увеличение количества молока и продуктов его переработки в повседневном питании. Творог является белковым продуктом, который способен удовлетворить потребность человека в белках высокой биологической ценности. Поэтому важно совершенствовать технологию его производства с целью увеличения выхода белкового продукта и повышения его качества.

Выход готового продукта зависит от сырья, из которого этот продукт будет произведен. В некоторых случаях изменение состава и свойств сырого молока под влиянием физиологического состояния животных, кормов и других факторов настолько значительны, что оно становится непригодным к переработке на молочные продукты или же готовый продукт будет плохого качества, и его выход будет меньше.

Важнейший показатель качества молока – содержание в нем соматических клеток. Согласно литературным данным, в молоке с высоким содержанием соматических клеток изменяется состав белков, снижается отношение казеина к общему белку. Уменьшается абсолютное содержание основного белка молока – казеина, от которого зависит выход творога. Количество соматических клеток в молоке, в свою очередь, зависит от минерального состава молока.

На основании вышесказанного можно предположить, что для производства творога следует подбирать молоко с низким содержанием соматических клеток, благодаря чему выход готового продукта возрастет с повышением его качества, что принесет экономическую выгоду. Для этого нужно точно контролировать количество соматических клеток в молоке-сырье. В настоящее время на производстве для контроля содержания соматических клеток в молоке используют вискозиметрический метод, основанный на высвобождении из лейкоцитов ДНК и образовании ею с препаратом «Мастоприм» вязкой смеси. Недостаток этого метода состоит в том, что количество лейкоцитов в сыром молоке резко снижается после его очистки в сепараторах – молокоочистителях.

Цель работы исследовать взаимосвязь между минеральным составом молока и количеством соматических клеток в нем для разработки более точного метода контроля соматических клеток.

Эксперимент был разделен на несколько стадий:

- получение статистических данных о сыром молоке хозяйств Ленинградской области (массовые доли общего белка, казеина, сывороточных белков; количество соматических клеток; количество ионов калия, хлора, кальция);
- разделение поставщиков на группы в зависимости от содержания соматических клеток: до 300 тыс/см³, от 300 до 500 тыс/см³, более 500 тыс/см³;
- исследование взаимосвязи между минеральным составом молока и количеством соматических клеток в нем.

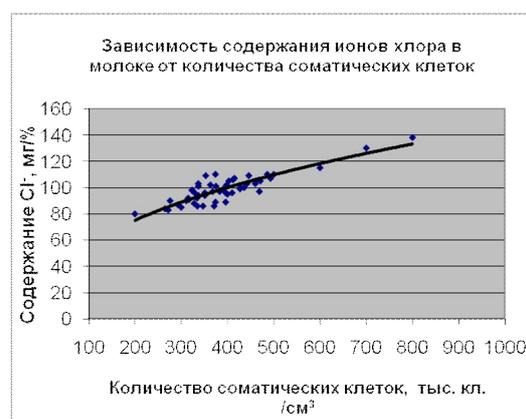
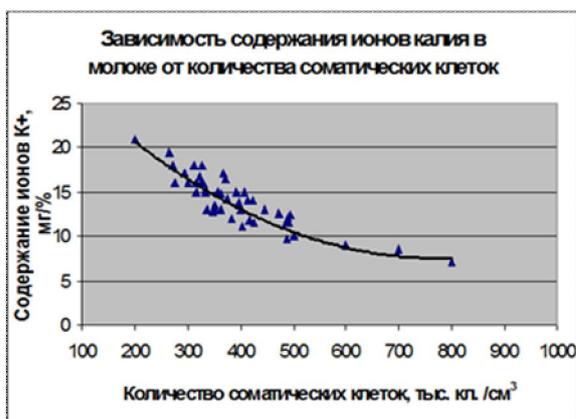


Рисунок. Зависимость содержания в молоке ионов калия (а) и хлора (б) от количества соматических клеток

В ходе экспериментов были выявлены зависимости содержания различных компонентов молока от количества соматических клеток в нем. Изменялось содержание различных ионов в сыром молоке. Содержание ионов калия с увеличением количества соматических клеток уменьшалось от 20 мг%, при количестве соматических клеток менее 300 т/см³, до 12 мг% и менее при содержании соматических клеток в молоке более 500 т/см³ (рисунок, а). Еще одна зависимость, которая была выявлена в результате исследования – зависимость содержания ионов хлора от количества соматических клеток в молоке. В сыром молоке с содержанием соматических клеток до 300 т/см³, содержание ионов хлора составляло менее 80 мг%, с увеличением количества соматических клеток содержание ионов хлора возрастало. В сыром молоке с содержанием соматических клеток более 500 т/см³ содержание ионов хлора увеличивалось до 110–120 мг% (рисунок, б).

На основании всех данных, полученных в ходе проведения работы можно сделать следующие выводы:

1. существует четкая взаимосвязь между содержанием соматических клеток в сыром молоке и содержанием в нем ионов калия и хлора;
2. для более точного контроля качества молока-сырья можно судить о количестве соматических клеток в нем по содержанию ионов калия и хлора.

УДК 004.822

**METHODOLOGY DEVELOPMENT OF OPEN GOVERNMENT'S
BUDGET DATA ONTOLOGY**

O.V. Parkhimovich, N.N. Krasheninnikova

Scientific advisor – PhD, associate professor D.I. Mouromtsev

The steps of ontology development of open government's data ontology are presented on the basis of St. Petersburg budget expenditure. The justification of the necessity of development of the open government data subject and St. Petersburg budget ontology creation is executed.

Keywords: open government data, ontology, semantic web, budget.

Introduction

There is a trend nowadays to publish open government data, such as public digital information in Internet that can be analyzed or used. Due to this fact lots of citizens' problems can be solved by means of different services or projects, large possibilities for commercial activities that improve government economics arise, government structures improve their efficiency and the governance itself becomes more transparent.

While analyzing Russian and world experience, we can consider several projects using open data. For instance, there is a site in USA [1] that helps citizens to find out information about country's budget funds' forming and spending, and also their influence on voting or government policies. Similar service in Australia [2] gives you opportunity to compare indicators of different regions (level of education, social-economic opportunities, and economic development) and My School portal [3], combining information of all government and private schools: number of students, average marks or financing. The data can be represented in tables, graphics or graphs.

The appearance of Open Government Partnership [4] in 2011 confirms the interest of countries in open data sphere development, transparency increasing and governments accountability. Such initiative unites countries that undertake an obligation of transparency increasing.

Since 2011 this direction grows rapidly in Russia: relevant government resolutions are taken, some regions are tested to take part in open data system, and open government data portals are launched [5]. As the open data sphere in Russia is new and rather uninvestigated, the indispensable condition for its' efficient development in Russia is researching of world's experience and using new technologies.

This work investigates open data through the example of budgets of country's regions. The majority of budget funds are formed of taxes that citizens pay and that's why they have right to research and analyze this data. Publication of cities' budgets creates the mechanism of accountability that allows people to control budget expenses and make suggestions of its optimization.

Motivation

The main task of this research is to provide structured budget files that can be visualized and represented to citizens on the one hand and be helpful for service development on the other.

The relevance of the publication in a structured format of the information about the city's budget is confirmed by the inauguration in October 2011 of the portal of the Open Moscow Budget [6] where each user can obtain information not only in affordable and easy form (textual and visual) but also download necessary bodies of data in a structured format. Unfortunately, not all the budget of the city is represented in a form of structured data but only an summarized data, so if the user need a more detailed analysis, he will have to deal with the unstructured document of more than 1,000 pages.

The core features of researched files are the following:

1. the lack of united structure of the documents. Budget consists of number of documents of different content – text, tables or data lists. Moreover, there are different classifications in budgets of different cities that coincide only at the top/average levels;
2. the ability of this information is too big to analyze it manually;
3. there are lots of versions of one document;
4. these files should be compared, different version of one period or budgets of different cities;
5. different formats of documents from text to scanned pictures.

Due to this features the best format for data development is budget ontology. Ontology is used to determine terms vocabulary, and consists of automatically interpreted statements and relations between them. One of the most important tasks of ontology is joint usage of data structure by citizens and program agents.

Open data lifecycle

Let's observe basic stages of data transformation through the example of budget of Saint Petersburg [7].

On the first stage we should research the structure of represented information. St. Petersburg budget expenditure constitutes a table consisting of the amounts and expenses and classifier to ensure international data comparability. Codes contain the basic information which is necessary for the budget analysis. For this reason, in order to transform the data into a structured format, you need to generate a classifiers reference documents which will make possible the automated information analysis.

The second stage is to design the ontology structure: the selection of the classes used in it and the creation of the internal structure of the concepts described by the properties of classes.

The third stage is the automatic creation of class samples, the scheme of which is shown

on figure. Initial data of St. Petersburg budget expenditure is presented in PDF format, so to convert it to the ontology they should be first presented in a machine-readable format. To do this, the original data is copied to a file in TXT. Then, using the regular expression the user removes all text data, lines numbering and table titles. As a result of the above mentioned actions the user obtains data for the properties of the class samples that can be automatically converted to RDFs format. The most effective way to do this is to write a parser, the operation principle of which is as follows: the parser receives two files at the input: RDFs-file with created classes and received txt-file with the St. Petersburg budget expenditure data. Two data flows open in parser to read data from files as well as a flow to store the results of the program operation in a file. After reading of all the data in the body the parser stores the codes line by line from a text file into variables with the same names as the future properties of class samples, and writes them down in an output file in compliance with the RDFs-file syntax. The file resulting from program operation is copied to the file with the ontology classes' samples. Thus, the result is an ontology of St. Petersburg budget expenditure consisting of two RDFs-files and suitable for further automatic development.

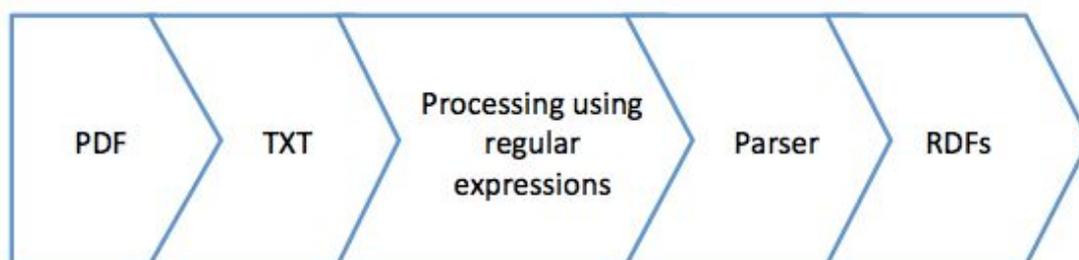


Figure. Data transformation stages

Case study

Transformed data files can be used by citizens who want to study and analyze city budgets as well as by service developers

Presentation of city budgets in ontology format can solve the following tasks:

- comparison of expenses and earnings of different cities or regions;
- combining budgets of different levels, such as city and area, or district;
- creating instruments to visualize data according to chosen parameters;
- comparison of different budget versions of the same period and of different years;
- comparison of budget bodies of data with other data, for example, with the number of inhabitants of the city or with the area of its districts, to calculate automatically the indicators.

Discussion

In this work the stages of St. Petersburg budget expenditure ontology development are presented. The result consists in methodology description of open government data ontology creation and in a sample designed in RDFs-ontology format which includes seven basic classes and about 8 thousand copies. The resulting ontology can be used as a data source for online services that allow the automated processing and analysis of open government data.

In the future we plan to add to the ontology the concepts connected with the budget revenues and to examine the budget structure of other cities in order to ensure the comparability of ontologies.

References

1. Center for Responsive Politics [Electronic resource] – Access mode:

- <http://www.opensecrets.org>, free, english.
2. Australian Suburban Trends [Electronic resource] – Access mode: <http://www.suburbantrends.com.au/>, free, english.
 3. My school [Electronic resource] – Access mode: <http://myschool.edu.au/>, free, english
 4. Open Government Partnership [Electronic resource] – Access mode: <http://www.opengovpartnership.org/>, free, english.
 5. Moscow's Open Data Site [Electronic resource] – Access mode: <http://data.mos.ru>, free, russian.
 6. Open Budget of Moscow [Electronic resource] – Access mode: <http://budget.mos.ru>, free, russian.
 7. Laws on the budget of Saint Petersburg [Electronic resource] – Access mode: [http://www.fincom.spb.ru/comfin/budget/laws.htm?id=10263416@SXFoldAttrSearch&fid=0&link=10263416@SXFoldAttrSearch\\$10263451@SXTuneAttrSearch\\$1537247&blk=10263430](http://www.fincom.spb.ru/comfin/budget/laws.htm?id=10263416@SXFoldAttrSearch&fid=0&link=10263416@SXFoldAttrSearch$10263451@SXTuneAttrSearch$1537247&blk=10263430), free, russian.

УДК 621.01

СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ГЕРКОНОВОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ

О.И. Пирожникова, Р.Я. Лабковская

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Л. Ткалич

Работа посвящена модернизации герконовой элементной базы систем защиты и сигнализации за счет использования термочувствительных звеньев в электромагнитных контактных парах.

Ключевые слова: геркон, термобиметаллические пружины, магнитоуправляемый контакт.

Роль и значение магнитоуправляемых герметизированных контактов (герконов), как элементов коммутационной техники, непрерывно возрастает. Конструктивная простота герконов, сочетающая в себе комплекс уникальных технических характеристик, предопределила длительный уникальный цикл данного класса коммутационных изделий. При коммутации «сухих» и микромощных цепей герконам, практически, нет альтернативы.

Применение асимметричных герконов дает также возможность в ряде случаев получить более компактные переключатели, управляющее магнитное поле в которых создается подвижным постоянным магнитом [1].

Использование термобиметаллической (ТБ) пружины в качестве одного из звеньев в обоих контактных узлах позволит обеспечить работу электрической цепи, ответственной за пожарную сигнализацию. ТБ пружины могут быть получены путем сварки, пайки или совместной горячей прокатки двух пластин из металлов с разными температурными коэффициентами линейного расширения α_1 и α_2 получают так называемые ТБ плоские пружины. Слой биметалла с $\alpha_1 > \alpha_2$ называют активным, а с $\alpha_1 < \alpha_2$ – инертным. При нагреве ($\Delta t > 0$) ТБ-пружина изгибается в сторону инертного слоя, а при охлаждении ($\Delta t < 0$) – в сторону активного.

Для создания высокой чувствительности материалы обоих слоев должны обладать не только резко отличными температурными коэффициентами линейного расширения, но и высокими упругими свойствами, обеспечивающими работу пружины в пределах закона Гука. Кроме того, металл должен хорошо свариваться или спаиваться, а также обладать высокой пластичностью для прокатки в ленты толщиной $\delta = (0,2-2,0)$ мм. Если биметалл предназначен работать в условиях высоких температур, то его материал должен быть и термостойким. Этим требованиям в значительной мере удовлетворяют железоникелевые сплавы. Из них широкое применение получил термобиметалл ТБ-3 с инертным слоем из инвара Н36 (35–37% Ni, 65–63% Fe, $\alpha_2 = 10^{-6}$) и активным слоем из

маломагнитной стали (26,5–28% Ni, 5,5–6,5% Mo, 68–65,5% Fe, $\alpha_1=(18-20)\cdot 10^{-6}$).

ТБ-3 обладает высокой чувствительностью, стабильностью характеристики, большим электрическим удельным сопротивлением.

Кроме инвара для пассивного слоя применяют и платинит Н42, а для активного – хромоникелевую и никельмолибденовую стали [2].

Для расчета ТБ-пружин необходимо установить зависимость, связывающую деформацию пружины λ с изменением температуры Δt .

Изменение кривизны ТБ-пластины при нагреве Δt для пластин из нормального ТБ-металла выражается формулой

$$\Delta\chi = \frac{3}{2}(\alpha_1 - \alpha_2) \frac{\Delta t}{(h_1 + h_2)}.$$

При одновременном действии температуры Δt и внешней нагрузки M перемещение любой точки ТБ-пружины можно найти с помощью интеграла Мора. Так как $\Delta\chi = \frac{M}{EJ}$, где M – изгибающий момент, то формулу можно записать следующим образом:

$$\lambda = \frac{3}{2}(\alpha_1 - \alpha_2) \frac{\Delta t}{(h_1 + h_2)} \int_0^l M_1 dz,$$

где M_1 – изгибающий момент от единичной нагрузки, приложенной в направлении искомого перемещения; l – длина пластины.

Один из контактов геркона может быть выполнен из плоской ТБ-пластины (рисунок). В противоположном торце стеклянного баллона геркона запаян плоский контакт, выполненный из ферромагнитного токопроводящего материала. При замыкании контактов обеспечивается замыкание аварийной сигнализационной цепи защиты от повышенной температуры [3].

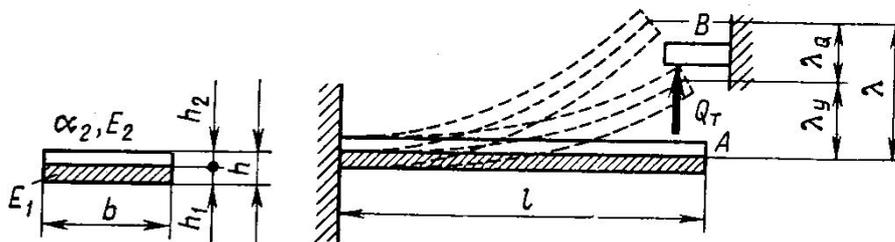


Рисунок. Консольная ТБ-пружина геркона

На примере геркона определим, на каком расстоянии λ_y следует установить контактный сердечник (КС) B для того, чтобы при нагреве консольной ТБ-пружины (рисунок) на Δt осуществлялся контакт конца пружины A и контактный B с усилием Q_T . Размеры h , b , l и материал пружины (α_1 , α_2 , E_1 и E_2) заданы.

1. Свободное перемещение конца пружины A (при отсутствии КС)

$$\lambda = \frac{3}{2}(\alpha_1 - \alpha_2) \frac{\Delta t}{h} l^2.$$

2. Рассматривая действие неподвижного контакта как действие на пружину силы Q_T в точке A , вызывающем деформацию λ_Q , получаем

$$\lambda_Q = \frac{Q_T l^3}{(3E_{np} J)},$$

где $E_{np} = \frac{4E_1 E_2}{(\sqrt{E_1} + \sqrt{E_2})^2}$ – приведенный модуль упругости биметалла (E_1 – активного; E_2 – инертного слоев); $J = \frac{b^2 h}{12}$ – момент инерции поперечного сечения пружины.

3. Искомое расстояние $\lambda_y = \lambda - \lambda_0$.

Заключение

Таким образом, использование ТБ-пружины в качестве одного из звеньев асимметричного геркона позволяет улучшить эксплуатационные свойства и расширить функциональные возможности магнитоуправляемого контакта, используемого в системах защиты и сигнализации.

Литература

1. Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Шоффа В.Н. Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе. Справочное руководство. – М.: Интеллект, 2011. – 432 с.
2. Вopilкин Е.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем: учебное пособие для электромашино- и приборостроительных специальностей вузов. – Изд-во: Высшая школа, 1980. – 463 с.
3. Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я. Библиотека конечных элементов в приложении к упругим чувствительным элементам пластин и мембран датчиков систем управления // Научно-аналитический журнал «Научная перспектива». – Уфа, 2010. – № 3–4. – С. 86–89.

УДК 004.054

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

С.М. Платунова

Научные руководители: к.т.н., профессор Е.В. Шалобаев;
к.т.н., доцент В.И. Поляков

Рассмотрен метод параметрического синтеза сети связи для передачи данных (ССПД) и анализа проектных характеристик СПД. Проведен обзор некоторых результатов исследований сетевого трафика, предложено решение задачи синтеза нагрузочных параметров, синтеза емкости накопителей элементов СПД для случая самоподобного трафика данных, синтеза числа обслуживающих приборов элементов СПД обеспечивающих требуемый уровень доступности ресурсов и услуг проекта СПД.

Ключевые слова: модели сетевого трафика, синтез, нагрузочные параметры, число обслуживающих приборов, емкость накопителей элементов СПД, самоподобный трафик.

Влияние самоподобного трафика на характеристики функционирования звена передачи данных

В работах [1, 2] утверждается, что трафик данных некоторых сетевых конфигураций является самоподобным случайным процессом и может описываться медленно затухающими распределениями или распределениями с тяжелым хвостом, простейшим из которых является распределение Парето. Среднее поведение самоподобного случайного процесса на коротком промежутке времени не отличается от поведения за долгий период времени. Самоподобие оказывает негативное влияние на производительность сети, и чем выше нагрузка на сеть, тем выше параметр самоподобия. Если входной трафик самоподобен, то при любом мультиплексировании самоподобных потоков длительность задержек будет высокой и потребуются буферы увеличенного размера. В [1] указана зависимость требуемой емкости накопителя систем с нагрузкой на основе процесса дробного броуновского движения с постоянным

временем обслуживания, неограниченным буфером FBM/D/1 от загрузки системы и параметра самоподобия H (Херста), принимающего значения $0,5 < H < 1$. Потребности в буфере стремительно растут при даже незначительном коэффициенте использования.

В [2] указано, что вероятность потерь пакетов в системе связи в самоподобном входным потоком падает значительно медленнее, чем по экспоненциальному закону, при увеличении размера буфера на входе канала.

В работе [3] указывается, что адекватной моделью потоков сети с пакетной коммутацией являются самоподобные случайные процессы, в частности входной поток может представлять собой фрактальное броуновское движение [4]. Для системы fBM/D/1 нормализованное время пребывания в звене передачи равно:

$$\mu T = \frac{\rho^{(H-1/2)/(1-H)}}{(1-\rho)^{H/(1-H)}},$$

где $1/\mu$ – время обслуживания заявок в системе; H – параметр самоподобия (Херста), принимающий значения $0,5 < H < 1$. В [3] показано, что для системы fBM/D/1 время пребывания с ростом коэффициента самоподобия существенно ухудшается по сравнению с любыми другими распределениями потока.

В [5] рассмотрены процессы с дискретным временем и дискретным множеством состояний сетей связи $Y/D/C/h/d$: Y – суперпозиция пакетов, генерируемых различными источниками с постоянной скоростью в активные периоды l ; имеющих распределение типа Парето; D – детерминированное время обслуживания, равное единице; C – число обслуживающих приборов; h – размер буфера; d – дисциплина обслуживания. Для систем массового обслуживания (СМО) $Y/D/C/h/d$ указано, что вероятность потерь пакетов в системе связи убывает по степенному закону в зависимости от размера буфера и по показательному закону в зависимости от пропускной способности канала. Т.е. легче бороться с переполнением буфера путем увеличения пропускной способности, чем путем увеличения размера буфера.

Влияние самоподобия на характеристики функционирования систем с ограниченным буфером

В статьях [6, 7] для учета влияния самоподобной нагрузки на среднюю очередь и время задержки систем с ограниченным буфером используется функция $f(H)$, которая для линейного закона и значения для $H=0,5$, представляет $f(H)=2H$. Интенсивность потока λ при этом равна:

$$\lambda_s = f(H) = \lambda 2H, \tag{1}$$

где λ – интенсивность поступающего на обслуживание потока заявок при отсутствии самоподобия; H – параметр самоподобия (Херста).

Коэффициент загрузки ρ_j -го канала с учетом самоподобия и возможностью повторного вызова представляется в виде:

$$\rho_j = \frac{\lambda}{\pi \mu} f(H) = \frac{\lambda}{\pi \mu} 2H,$$

где π – вероятность отсутствия повторного вызова; μ – интенсивность обслуживания вызовов; H – параметр самоподобия, принимающий значения $0,5 < H < 1$.

Для СМО с ограниченным буфером и возможностью повторного вызова [6] влияние свойства самоподобия обслуживаемой нагрузки оказывает значительное влияние на вероятностно-временные характеристики (ВВХ) СМО $M/M/1/m$, $M/D/1/m$, $M/G/1/m$. В частности для обслуживания самоподобной нагрузки необходимо размер буфера увеличить в несколько раз, для сохранения того же качества обслуживания, что и при отсутствии свойства самоподобия. Также самоподобие нагрузки увеличивает потери в исследуемых СМО $M/M/1/m$, $M/D/1/m$, $M/G/1/m$ [6].

На рис. 1 приведены зависимости длины средней очереди заявок \bar{N} (ось y) от коэффициента загрузки канала ρ_i (ось x) для различных значений показателя Херста H и вероятности повторного вызова. Для $\pi=0,5$ и $m=10$ показано, что для обслуживания самоподобной нагрузки в СМО $M/M/1/m$ необходимо использовать буфер большего размера при тех же значениях загрузки канала.

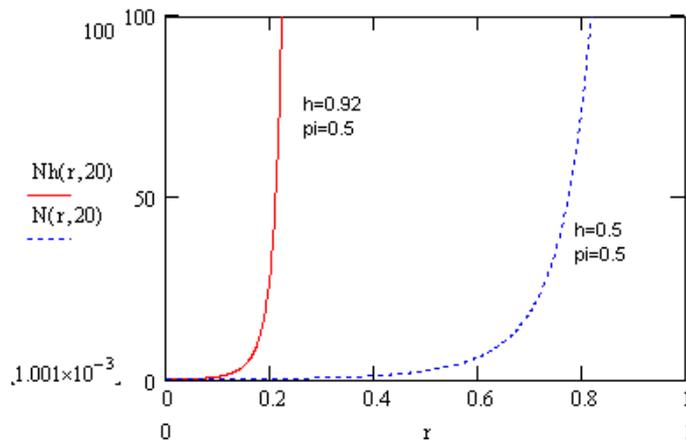


Рис. 1. Зависимость объема буфера от загрузки канала

Влияние самоподобного трафика на характеристики функционирования многоканальных систем

В статье [8] указано, что на практике реализуются топологические структуры сети связи для передачи данных (ССПД), в которых каждое направление передачи данных содержит пучки каналов в каждом направлении и моделируется многоканальной СМО с ограниченной очередью типа $M/M/n/m$.

В работе [8] анализ показывает, что с ростом числа каналов n при фиксированном объеме буфера m , среднее время задержки уменьшается, при этом коэффициент загрузки канала увеличивается, что позволяет сделать вывод о том, что увеличение числа каналов позволяет одновременно управлять эффективностью и качеством системы связи, приводя одновременно к росту обоих показателей. Поскольку такая зависимость проявляется существенно при уменьшении объема буфера, то не противоречит сделанному в [9] утверждению о необходимости снижения памяти системы при обслуживании самоподобного трафика.

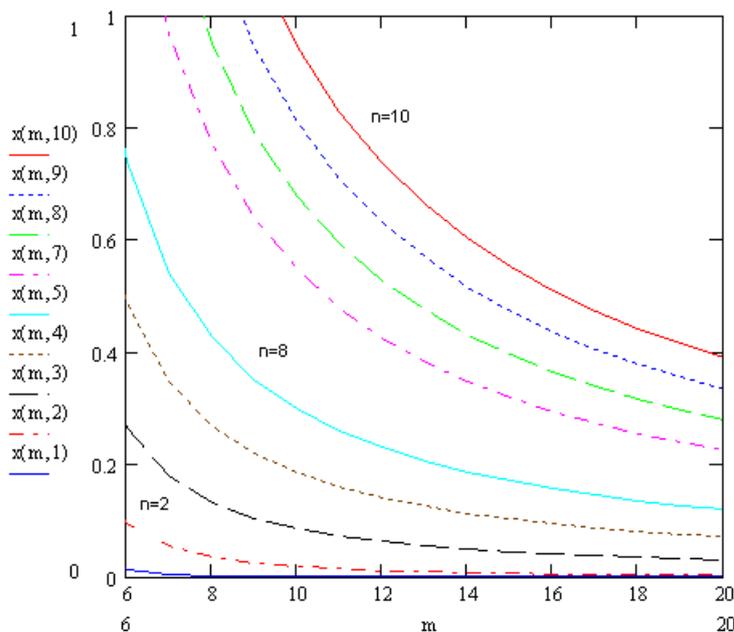


Рис. 2. Кривые зависимости коэффициента загрузки канала $\chi=f(m, n)$: ось ординат соответствует степени загрузки каналов в многоканальной СМО, ось абсцисс – число мест в очереди буфера в узлах коммутации, n – число каналов

В литературе [10] указано, что наличие приоритетов несколько снижает очередь для пакетов 1-го приоритета, но в тоже время не способно избавить систему от резкого возрастания очереди при большой пачечности ($H=0,99$). Для более низких приоритетов очереди увеличиваются по сравнению с бесприоритетными СМО. Таким образом, увеличением размера буфера нельзя добиться значительного снижения очередей в случае высокой пачечности трафика даже при использовании системы с приоритетами.

Для учета самоподобной нагрузки известные зависимости ВВХ качества обслуживания многоканальных СМО предлагаются в следующем виде:

– среднее число заявок в многоканальной системе m :

$$m = C(n, \chi) \frac{\chi_j}{1 - \chi_j} + n\chi_j; \quad (2)$$

– средняя длина очереди в многоканальной системе l :

$$l = C(n, \chi) \frac{\chi_j}{1 - \chi_j};$$

– среднее время ожидания заявки в многоканальной системе w :

$$w = C(n, \chi) \frac{b}{n(1 - \chi_j)};$$

– среднее время пребывания в многоканальной системе u :

$$u = C(n, \chi) \frac{b}{n(1 - \chi_j)} + b;$$

– C – функция Эрланга, означающая, что в данный момент заняты все каналы или запросов в системе больше, чем каналов:

$$C(n, \chi) = \frac{1 - K(n, \chi)}{1 - \chi_j K(n, \chi)};$$

– K – отношение Пуассона:

$$K(n, \chi) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \frac{(n\chi_j)^i}{i!}}{\sum_{i=0}^n \frac{(n\chi_j)^i}{i!}},$$

где n – число каналов системы, нагрузка j -канала звена передачи данных χ_j рассчитывается выражением, учитывающим влияние самоподобной нагрузки:

$$\chi_s = \frac{2H\lambda}{n\pi\mu}.$$

Проведено сравнение среднего времени пребывания u для имитационных моделей в среде GPSS World типа $P/D/2$, $P/D/3$ с аналитическими моделями, учитывающими самоподобную нагрузку. На рис. 3 представлены графики, полученные при имитационном моделировании систем с входным потоком, описываемым распределением Парето, детерминированным временем обслуживания, двумя и тремя обслуживающими приборами ($P/D/2$, $P/D/3$), с параметром самоподобия равным 0,9, ($u(\rho=0,9, n=2, H=0,9, \pi=1)$ по оси X , нагрузка по оси Y).

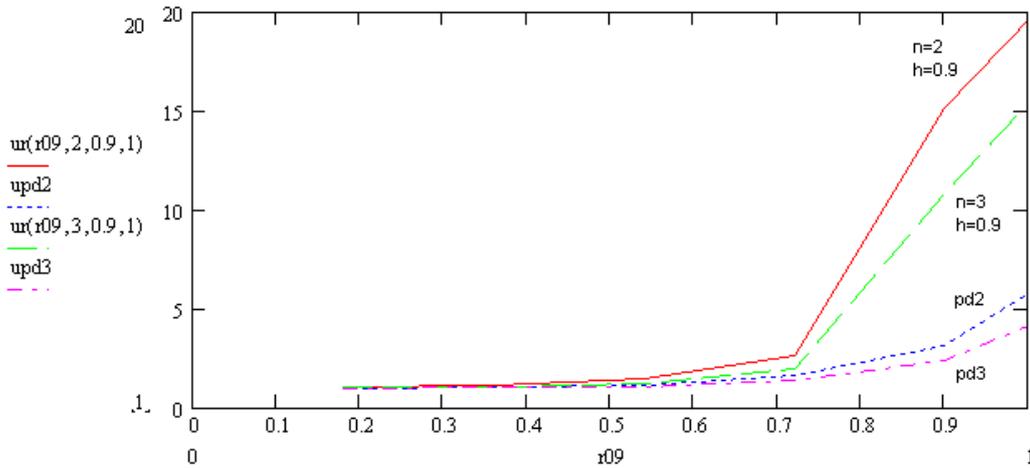


Рис. 3. Задержка, полученная аналитическими экспоненциальными многоканальными моделями с самоподобной нагрузкой больше чем задержка, полученная имитационными многоканальными моделями с самоподобным потоком

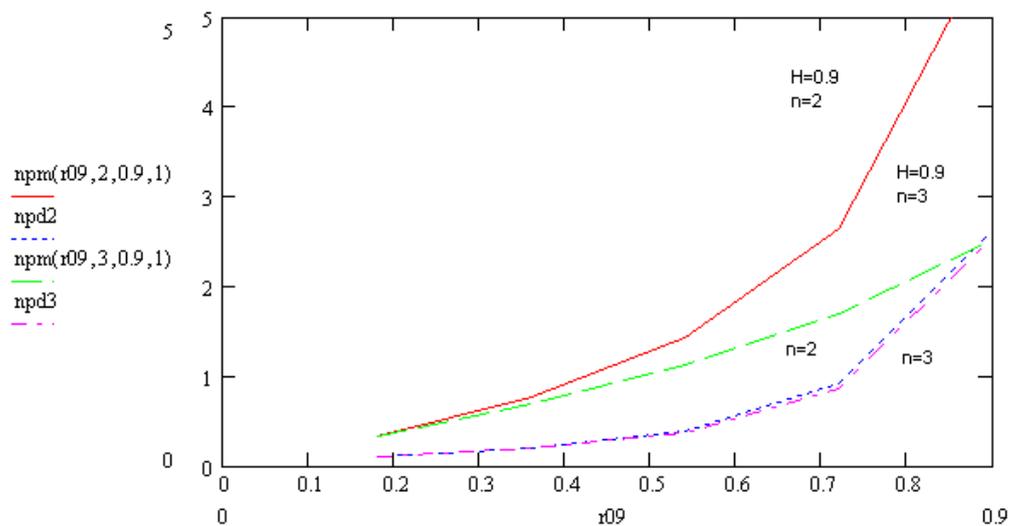


Рис. 4. Число заявок $n(\rho=0,9, n=2, H=0,9, \pi=1)$, полученное аналитическими экспоненциальными многоканальными моделями с самоподобной нагрузкой больше чем число заявок, полученное на имитационных моделях с самоподобным потоком $npd2, npd3$

Показано, что аналитические экспоненциальные многоканальные модели с учетом самоподобной нагрузки показывают верхние границы задержки и буферов, и предлагаются к применению для проектирования элементов ССПД и оценки качества обслуживания в сетевых структурах с самоподобным трафиком данных.

Влияние числа обслуживающих приборов на характеристики функционирования компьютерной сети

Известно, что для сетевых и базовых моделей массового обслуживания увеличение числа обслуживающих приборов, как средства разгрузки систем, снижает значения задержки и длин очередей систем.

Избыточность и повышение уровня связности сети, достигаемое за счет агрегирования портов узлов коммутации реальной сети, которое снижает значения задержки сети, предлагается моделировать увеличением числа обслуживающих приборов узлов разомкнутых сетей массового обслуживания (РСМО), моделирующих реальную ССПД.

Для синтеза структуры, обеспечивающей требуемый уровень характеристик доступности ресурсов и услуг проектируемой ССПД, предлагается оптимизировать число обслуживающих приборов по критерию коэффициента оперативной готовности (КОГ) не ниже заданного как поиска искомого числа резервных элементов.

Синтез структуры компьютерной сети повышающей ее доступность

Известно, что альтернативные соединения в режиме резервирования улучшают работоспособность сети [11]. Альтернативные соединения в режиме баланса нагрузки позволяют повысить производительность и работоспособность. Оценка эффективности резервирования производится при упрощающих предположениях: все элементы имеют одинаковую надежность, поток отказов является простейшим по критерию качества – коэффициенту оперативной готовности. КОГ характеризует доступность объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени, после которого требуется определенная безотказная работа. КОГ системы R_s для экспоненциального распределения отказов и восстановления отказавших элементов рассчитывается по формуле:

$$R_s = K_r P_s(t). \quad (3)$$

Для постоянной интенсивности отказов элементов системы формула вероятности безотказной работы $P_s(t)$ системы принимает вид:

$$P_s(t) = \sum_{i=0}^m C_n^i (1 - e^{-\lambda t})^i e^{-\lambda t(n-i)}, \quad (4)$$

где C_n^i – число сочетаний из n - по i -элементов системы; $p(t)$ – вероятность безотказной работы элемента системы; m – число резервных элементов системы; n – общее число элементов системы с числом основных элементов $(n-m)$, как искомое число обслуживающих приборов узлов ССПД.

Основные результаты

1. Предложено решение задачи синтеза структурных параметров относительно выбора числа обслуживающих приборов узлов ССПД по критерию комплексного показателя: коэффициента оперативной готовности как искомое число резервных элементов по зависимости (3) и (4).
2. Предложено для случая самоподобного трафика использовать зависимость (2) для проведения структурного синтеза при выборе емкости накопителя.

3. Предложено для случая самоподобного трафика данных на этапе параметрического синтеза использовать зависимость (1) при выборе нагрузочных параметров проекта ССПД.

Литература

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети. Энциклопедия. – 2-е издание. – СПб: Питер, 2003. – 782 с.
2. Leland W., Taqqu M., Willinger W., Wilson D. On the self-similar nature of Ethernet traffic // IEEE/ACM Transactions on Networking. – 1994. – V. 2(1). – P. 1–15.
3. Крылов В.В., Самохвалов С.С. Теория телетрафика и ее приложения. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
4. Norros I. A storage model with self-similar input // Queueing Systems. – 1994. – V. 16. – P. 387–396.
5. Цыбаков Б.С. Модель телетрафика на основе случайного процесса // Радиотехника. – 1999. – № 5. – С. 24–31.
6. Петров М.Н., Пономарев Д.Ю. Самоподобие в системах массового обслуживания с ограниченным буфером // Электросвязь. – 2002. – С. 35–39.
7. Фомин Л.А., Линец Г.И. Учет свойств самоподобия нагрузки в сетевых структурах // Изв. ТПУ. – 2007. – Т. 311. – № 5. – С. 106–110.
8. Фомин Л.А., Скоробогатов С.А. Моделирование сетей связи методом статистических испытаний при обслуживании самоподобного трафика // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2009. – № 63. – С. 87–95.
9. Grossglauser M. and Bolot J.-C. On the relevance of long-range dependence in network traffic // ACM SIGCOMM Computer Communication Review. – 1996. – № 2830. – 21 p.
10. Сычев К.И., Батенков К.А. Моделирование процессов функционирования сетей связи с учетом самоподобности циркулирующей нагрузки // Труды Российского научно-технического общества радиоэлектронных средств им. А.С. Попова. Серия: Научная сессия, посвященная Дню радио. – 2005. – Вып. 60. – С. 8–11.
11. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2010. – 998 с.

УДК 004.312+681.787

ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ АКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКАХ НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ

М.Ю. Плотников, И.Г. Дейнека

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.К. Мешковский

В статье представлены общие принципы построения схемы демодуляции сигналов для волоконно-оптических интерферометрических датчиков акустического давления, приводится алгоритм построения схемы демодуляции сигналов на основе программируемой логической интегральной схемы.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, демодуляция, волоконно-оптический гидрофон.

Введение

Волоконно-оптические датчики активно разрабатываются в течение последних десятилетий для гидроакустических систем различного назначения – как в военных целях (волоконно-оптические гидроакустические антенны), так и для гражданского применения (морские донные и буксируемые сейсмические косы).

Высокие требования, предъявляемые к станциям-приемникам сейсмических

колебаний в части чувствительности к сейсмическим колебаниям и инфразвуковому диапазону звуковых частот могут быть удовлетворены только с применением современных перспективных технологий, в число которых входит волоконная оптика и микромеханика.

В настоящее время датчики на основе волоконной оптики получают все более широкое распространение. Эта тенденция обусловлена рядом существенных преимуществ волоконно-оптических сенсоров над традиционными датчиками – они обладают большим динамическим диапазоном, повышенной надежностью, коррозионной стойкостью, нечувствительностью к электромагнитному воздействию, взрыво- и пожаробезопасностью, кроме того, они пригодны к эксплуатации в условиях повышенной температуры, влажности и давления, и имеют улучшенные физические характеристики (малый вес и объем).

Высокая чувствительность волоконно-оптических датчиков (ВОД), обусловленная использованием высокоточных интерферометрических методов измерения фазовых возмущений в чувствительных волокнах, позволяет регистрировать сверхслабые акустические сигналы. Эти особенности ВОД делают привлекательным создание волоконно-оптических гидроакустических массивов сенсоров на их основе.

Общие принципы построения ВОД на брэгговских решетках

Основными целями работы явились разработка последовательности построения цифровой обработки сигналов на быстродействующих программируемых логических вентилях матрицах для волоконно-оптических акустических датчиков интерферометрического типа.

На основе анализа существующих технологических решений и на базе собственных исследований была предложена структурная схема построения высокочувствительных волоконно-оптических акустических сенсоров, состоящих из фазовых интерферометрических датчиков (ФИД) на брэгговских решетках [1–2]. Структурная схема одиночного фазового волоконно-оптического акустического датчика интерферометрического типа представлена на рис. 1.

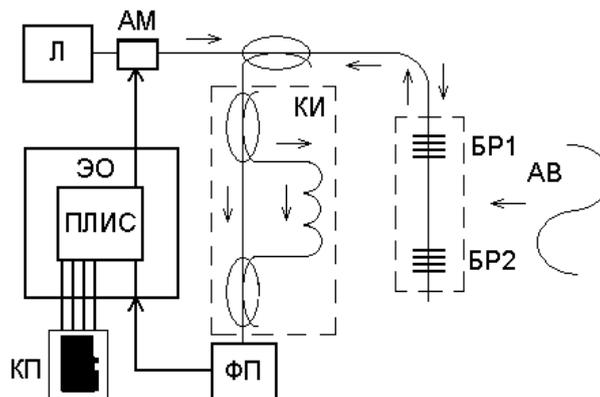


Рис. 1. Структурная схема волоконно-оптического акустического датчика интерферометрического типа: ФП – фотоприемник; КИ – компенсирующий интерферометр; БР – брэгговская решетка; ЭО – блок электронной обработки; КП – карта памяти; Л – лазер; АВ – акустическая волна; АМ – амплитудный модулятор

Представленная схема работает следующим образом – свет от источника излучения проходит через амплитудный модулятор (АМ), который формирует последовательность световых импульсов. Эти импульсы отражаются от брэгговских решеток (БР1 и БР2), и попадают в компенсирующий интерферометр (КИ), после которого попадают на фотоприемник (ФП), который и регистрирует акустическое воздействие через измерение величины тока. Таким образом, обрабатывая сигнал с ФП,

можно судить о характере акустического воздействия.

Принцип построения схемы демодуляции сигналов

На данный момент существует большое число методов демодуляции сигналов, которые нашли свое применение в волоконных датчиках интерферометрического типа, в том числе и в волоконно-оптических гидрофонах. Большинство методов демодуляции сигналов для волоконно-оптических интерферометрических датчиков сложны и требуют использования быстродействующей электроники и сложных алгоритмов цифрового преобразования сигналов. Средствами, позволяющими осуществлять обработку сигналов с ВОД, являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), которые могут обеспечить достаточное быстродействие электроники. На основе ПЛИС могут быть реализованы сложные методы цифровой обработки сигналов, модификация которых может осуществляться путем изменения программной конфигурации.

Одним из наиболее популярных методов демодуляции сигналов является пассивный гомодинный прием [3–4], структурная схема которого представлена на рис. 2.

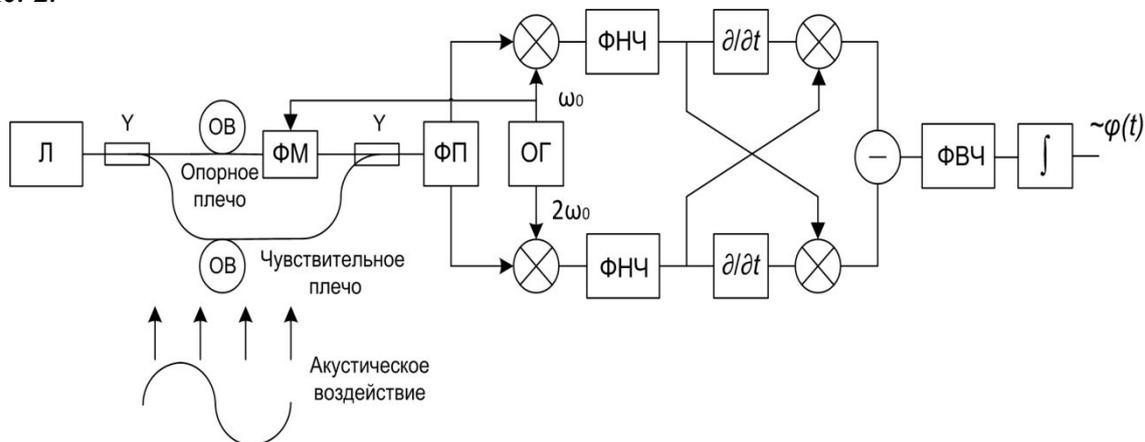


Рис. 2. Схема демодуляции сигналов для волоконно-оптического гидрофона

Особенностью данного метода приема сигналов является то, что после демодуляции акустических сигналов на выходе обработки получается сигнал, прямо пропорциональный входному акустическому воздействию. При этом выходной сигнал не зависит от положения рабочей точки интерферометра, что делает акустический датчик нечувствительным к колебаниям температуры и давления. Таким образом, предложенная схема выделения сигнала от ФИД давления обеспечивает решение проблемы влияния изменения условий окружающей среды на чувствительность приема.

В процессе практической реализации сложных математических алгоритмов обработки сигналов для ВОД на ПЛИС неизбежно возникает ряд вопросов, связанных с обеспечением необходимых требований к схеме цифровой обработки сигналов. К ним можно отнести: выбор оптимального алгоритма демодуляции сигналов, разработку концепции построения выбранного алгоритма обработки с учетом архитектурных особенностей выбранной ПЛИС, определение требуемых частот дискретизации сигналов и фазовой модуляции, построение схем цифровой фильтрации с заданной амплитудно-частотной характеристикой, а также построение модели схемы цифровой обработки сигналов.

В результате, построение схемы цифровой обработки сигналов на ПЛИС сводится к следующим операциям:

- исходя из чувствительности волоконно-оптического элемента (в рад/Па) необходимо рассчитать максимальную глубину звуковой модуляции в рад;

- с учетом требований к динамическому диапазону необходимо определить требуемую полосу пропускания фильтров;
- исходя из требуемой полосы пропускания фильтров, следует определить частоту несущей опорного генератора и требуемую частоту дискретизации;
- далее следует этап построения схемы цифровой обработки в ПЛИС и ее настройка на оптимальную чувствительность.

Литература

1. Варжель С.В., Стригалева В.Е. Метод устранения влияния сигнала помехи на чувствительность приема гидроакустической антенны на основе волоконных Брэгговских решеток // Научно-технический вестник ИТМО. – 2010. – № 5(69). – С. 5–8.
2. Плотников М.Ю., Дейнека И.Г., Шарков И.А. Модификация схемы обработки данных фазового интерферометрического акустического датчика // Научно-технический вестник ИТМО. – 2012. – № 5(81). – С. 20–25.
3. Yin Shizhuo, Ruffin Paul B., Yu Francis T.S. Fiber Optic Sensors, 2nd ed. – Pennsylvania State University: CRC Press Taylor & Francis Group, 2008. – 477 p.
4. Asrul Izam Azmi, Ian Leung, Xiaobao Chen, Shaoling Zhou, Qing Zhu, Kan Gao, Paul Childs and Gangding Peng. Fiber laser based hydrophone systems // Photonic Sensors. – 2011. – V. 1. – № 3. – P. 210–221.

УДК 534-16+535

ВЛИЯНИЕ ЗАТУХАНИЯ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ПРИ КОНТРОЛЕ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

А.А. Поляков, Д.С. Ашихин, И.Ю. Кинжагулов

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Федоров

Целью работы является анализ зависимости энергетического параметра от затухания оптико-акустического сигнала и на основе полученных данных формулировка вывода о дефектности сварного соединения. В качестве объекта исследования выступает дефект типа «непровар в корне сварного шва» с раскрытием от 2 мкм и глубиной от 100 мкм и выше в кольцевом сварном соединении лейнера (металлокомпозитного баллона высокого давления), получаемого фрикционной сваркой, а в качестве предмета исследования – метод лазерно-ультразвуковой дефектоскопии.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, лазерный ультразвуковой метод, ракетно-космическая техника, лейнер, фрикционная сварка.

Введение

В настоящее время активно разрабатываются и внедряются новые технологии неразрушающего контроля (НК) качества изделий ракетно-космической техники (РКТ), основанные на применении современных методов и средств обнаружения, распознавания и оценки размеров дефектов. Анализ технологии изготовления кольцевых сварных швов лейнеров из материала АМгб с применением фрикционной сварки (ФС), показывает, что недостаточная проработка вопросов контроля качества, является сдерживающим фактором на пути широкого внедрения в производство изделий РКТ. Одним из перспективных современных методов НК сварных соединений является лазерно-ультразвуковая дефектоскопия. С учетом этого, представляется целесообразным проведение исследований, направленных на разработку методики дефектоскопии кольцевого сварного соединения лейнера получаемого ФС.

Анализ существующей методики лазерно-ультразвукового контроля качества кольцевого сварного соединения лейнера. В данной методике для дефектоскопии кольцевого сварного соединения лейнера предлагается использовать оптико-акустический преобразователь ПЛУ-6Н-01 с наклонным вводом пучка, угол наклона которого равен 70° , схема прозвучивания представлена на рис. 1. Для обеспечения акустического контакта необходимо использовать технологическую оснастку, кинематическая схема представлена на рис. 2, которая обеспечивает необходимое усилие, равное 30Н и перпендикулярность датчика к сварному шву.

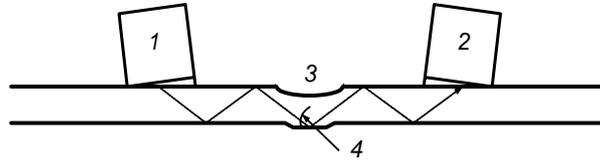


Рис. 1. Геометрия лазерно-ультразвукового контроля шва при наклонном вводе пучка

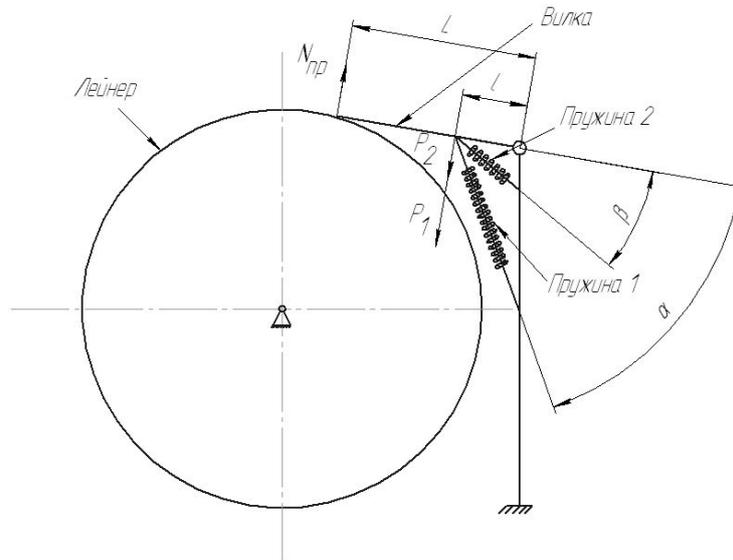


Рис. 2. Кинематическая схема технологической оснастки

Для обеспечения механизированного лазерно-ультразвукового контроля кольцевого сварного шва лейнера был использован разработанный и изготовленный ранее комплект технологического оборудования (КТО).

КТО состоит из комплекта устройства позиционирования и сканирования и комплекта устройства обеспечения акустического контакта. Общий вид оборудования представлен на рис. 3.

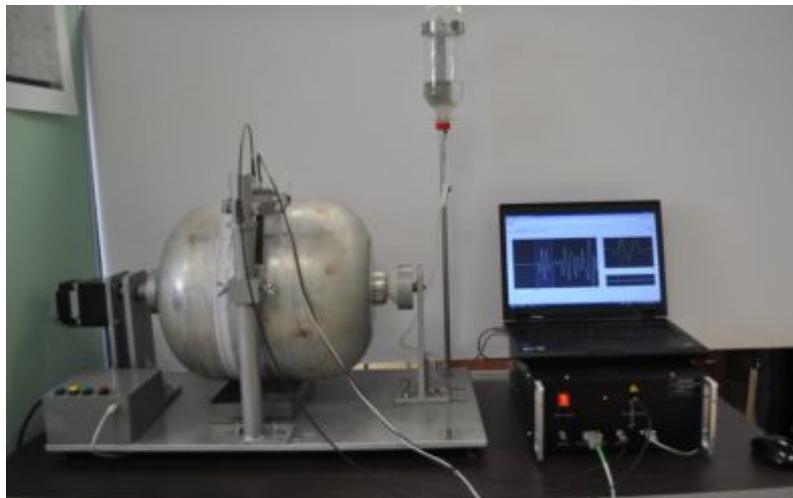


Рис. 3. Комплект технологического оборудования

КТО позволяет осуществлять постоянный тарированный прижим датчика ПЛУ-6Н-01 к поверхности объекта контроля (лейнеру), а также проводить его градуированный поворот.

Структура получаемого сварного шва будет зависеть от изначальной структуры материала, соответственно и коэффициент затухания сигнала в сварном шве будет зависеть от коэффициента затухания сигнала в основном металле. Поэтому и вводился поправочный коэффициент k , который учитывал бы эту зависимость.

Анализ количественных значений сигналов, характеризующих ослабление амплитуды показал, что коэффициент δ затухания УЗ волн в зоне основного металла образца больше чем в зоне сварного шва. Данный факт подтверждается тем, что при равном значении коэффициентов поглощения δ_n в основном металле и сварном шве, значение коэффициента рассеивания δ_p в основном металле больше, чем в сварном шве, так как средний размер кристаллитов \bar{D}^M основного металла на порядок меньше среднего размера кристаллитов $\bar{D}^{СШ}$ ядра сварного шва.

Учитывая пропорциональность электрических и акустических сигналов, проведенные измерения позволили определить значение эмпирического коэффициента k , характеризующего отношение амплитуд U^M и $U^{СШ}$. Для дальнейших расчетов было принято $k = 0,613$.

В качестве количественной оценки выявляемости дефекта было принято отношение электрических сигналов, характеризующих ослабление дефектом амплитуды $U_0 = U^{СШ}$ сквозного сигнала при отсутствии дефектов, представлено в формуле

$$\delta U = 1 - \frac{U}{U_0}, \quad (1)$$

где U – амплитуда прошедшего сигнала при наличии дефекта.

По результатам серий экспериментов была получена количественная информация о дефектности дугообразных образцов, проведен анализ повторяемости и металлографический анализ, по результатам которого была построена экспериментальная зависимость относительной глубины непровара $\bar{h}_i = h_i / h$ (где h_i – глубина непровара; h – толщина сварного соединения) в корне сварного шва от относительной амплитуды сквозного сигнала δU_i , представлена в формуле (2) и графически на рис. 3.

$$\bar{h} = A\delta U^2 + B\delta U + C. \quad (2)$$

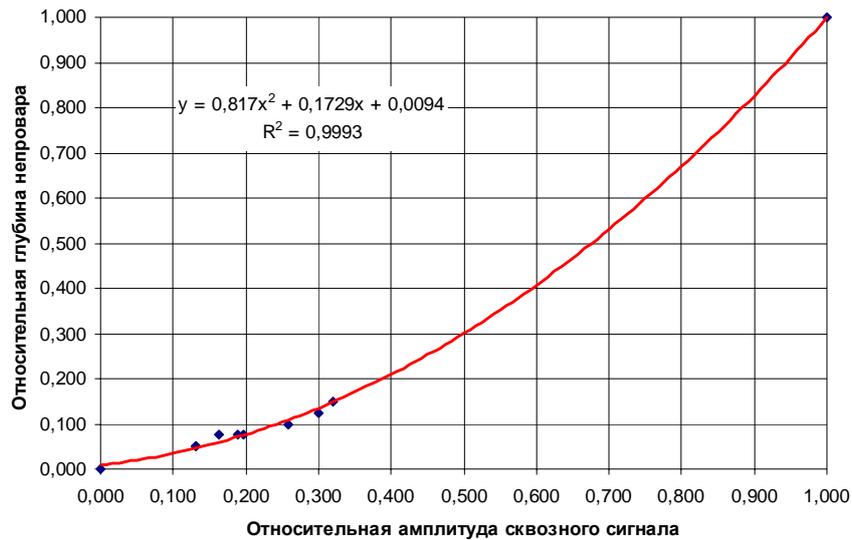


Рис. 3. График экспериментальной зависимости относительной глубины непровара от относительной амплитуды сигнала

Из данной регрессионной зависимости (2) была найдена относительная погрешность определения глубины непровара, которая представлена в формуле

$$\varepsilon_1 = \frac{\frac{4(\varepsilon_{U_M} + \varepsilon_U) \left(\frac{U}{U_M} k\right)_{cp}}{\left(1 - \frac{U}{U_M} k\right)_{cp}} (A \delta U^2)_{cp} + \frac{2(\varepsilon_{U_M} + \varepsilon_U) \left(\frac{U}{U_M} k\right)_{cp}}{\left(1 - \frac{U}{U_M} k\right)_{cp}} (B \delta U)_{cp}}{(A \delta U^2 + B \delta U + C)_{cp}}, \quad (3)$$

где ε_{U_M} — относительная погрешность измерения амплитуды сигнала в основном металле; ε_U — относительная погрешность измерения амплитуды сигнала в сварном шве; индекс ср — среднее значение.

На основании данной методики была поставлена серия экспериментов. Эксперименты проводились в течение 5 дней в 20 точках, взятых с шагом $1,8^\circ$, при диаметре лейнера 366 мм. В каждой точке снималось по 10 показаний лазерно-ультразвукового дефектоскопа УДЛ-2М. Измерения проводились в сварном шве и в основном металле (произвольно, вне сварного соединения), с помощью программы dsweld (интерфейс программы представлен на рис. 4) сохранялись в отдельные текстовые файлы, хранящиеся в папках по номеру дня проведения эксперимента.

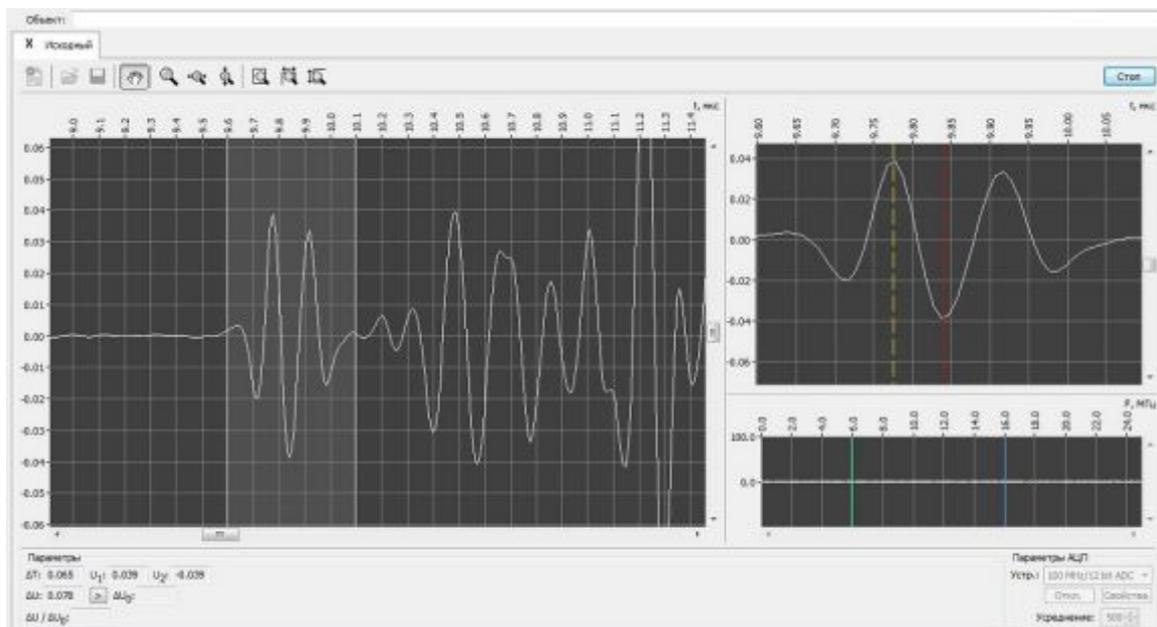


Рис. 4. Интерфейс программы dsweld

В файл по каждой точке значения записываются в 2 столбца, 4096 строк. В левом столбце отображается время прихода сигнала в мкс, в правом амплитуда сигнала в мВ. Такой файл имеет вид в соответствие с рис. 5.

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка
0.000e+000		1.234375e-003		
1.000e-008		1.234375e-003		
2.000e-008		1.903809e-003		
3.000e-008		6.464844e-004		
4.000e-008		6.738281e-004		
5.000e-008		5.913086e-004		
6.000e-008		4.516602e-004		
7.000e-008		5.512695e-004		
8.000e-008		4.907227e-004		
9.000e-008		5.874023e-004		
1.000e-007		4.799805e-004		
1.100e-007		5.454102e-004		
1.200e-007		6.240234e-004		
1.300e-007		5.766602e-004		
1.400e-007		6.611328e-004		
1.500e-007		8.642578e-004		
1.600e-007		7.626953e-004		
1.700e-007		6.640625e-004		
1.800e-007		6.879883e-004		
1.900e-007		6.567383e-004		
2.000e-007		6.279297e-004		
2.100e-007		6.420898e-004		
2.200e-007		6.494141e-004		
2.300e-007		6.518555e-004		
2.400e-007		6.357422e-004		
2.500e-007		6.416016e-004		
2.600e-007		6.713867e-004		
2.700e-007		6.352539e-004		
2.800e-007		7.182617e-004		
2.900e-007		7.094727e-004		
3.000e-007		6.440430e-004		
3.100e-007		6.547852e-004		
3.200e-007		6.777344e-004		
3.300e-007		6.840820e-004		
3.400e-007		7.099609e-004		
3.500e-007		6.933594e-004		
3.600e-007		7.446289e-004		
3.700e-007		7.153320e-004		
3.800e-007		6.943359e-004		

Рис. 5. Текстовый файл значений времени прихода и амплитуд волн

Анализ амплитуды прошедшей продольной волны предпочтителен для целей контроля, так как она приходит на приемное устройство раньше остальных сигналов и не маскируется побочными явлениями. Было рассчитано время прихода этой волны, зная скорость распространения продольной ультразвуковой волны в алюминии (≈ 6300 м/с) и базу датчика (33 мм), с точностью до десятых оно составило 9,6 мкс. Производился анализ волн, приходящих на временном интервале от 9,6 до 10,1 мкс, считаемом информативным. Поэтому из файла брались 50 значений амплитуд, входящие в этот интервал для дальнейшего анализа. Данные из таблиц по всем точкам импортировались в систему автоматизированного проектирования МATHCAD. По зависимостям описанным выше, в каждой точке был рассчитан относительный дефект.

Средняя относительная погрешность амплитуды сигнала в сварном шве во всех 1000 измерениях составила 1,2%, амплитуды сигнала в основном металле 6%. Средняя относительная погрешность глубины непровара составила 50%. На рис. 6 представлена средняя, верхняя и нижняя границы разброса получившейся глубины непровара.

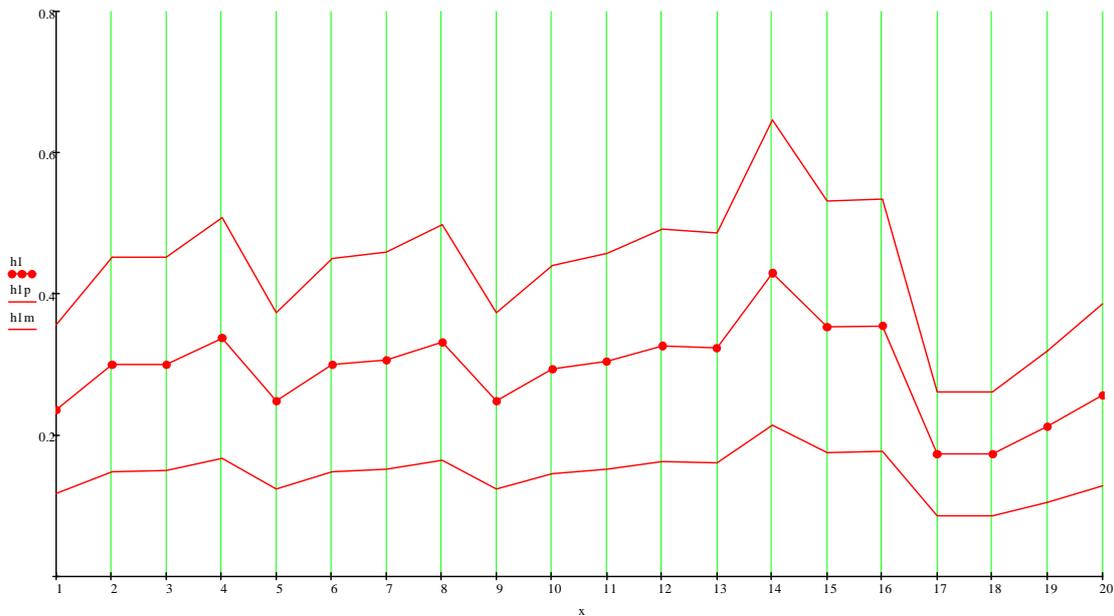


Рис. 6. Глубина непровара: h_1 – среднее значение; h_{1p} – верхняя граница; h_{1m} – нижняя граница

Использование параметра энергии пришедшего сигнала в качестве информативного. Ранее была получена регрессионная зависимость между оптоакустическим сигналом и дефектом в сварном соединении, где информативным параметром является относительная амплитуда сигнала. Данная зависимость является квадратичной, такой же, как и связь амплитуды и энергии сигнала. Использование амплитуды сигнала как информативного параметра является физически необоснованным, тогда как энергия пришедшего сигнала на пьезоприемник есть не что иное, как разность введенной и рассеянной на дефектах энергии. Соответственно энергия более точный параметр. Современное цифровое оборудование позволяет вычислить энергию сигнала. Тогда зависимость глубины непровара от пришедшей энергии сигнала будет иметь вид:

$$\hat{h} = k_{reg} \times \frac{E_{\text{н}}}{E k_E}, \quad (4)$$

где k_{reg} – коэффициент регрессионной зависимости; k_E – коэффициент перехода к бездефектному сварному шву; $E_{\text{н}}$ – энергия пришедшего сигнала в основном металле; E – энергия пришедшего сигнала в сварном шве.

Относительная погрешность регрессионной зависимости (4):

$$\varepsilon_2 = 2(\varepsilon_{E_{\text{н}}} + \varepsilon_E), \quad (5)$$

где $\varepsilon_{E_{\text{н}}}$ – относительная погрешность измерения энергии в металле; ε_E – относительная погрешность измерения энергии в сварном шве.

Средняя относительная погрешность энергии сигнала в сварном шве во всех 1000 измерениях составила 2,8%, энергии сигнала в основном металле 10%. Средняя относительная погрешность глубины непровара составила 25%. На рис. 7 представлена средняя, верхняя и нижняя границы разброса получившейся глубины непровара, используя два разных информативных параметра.

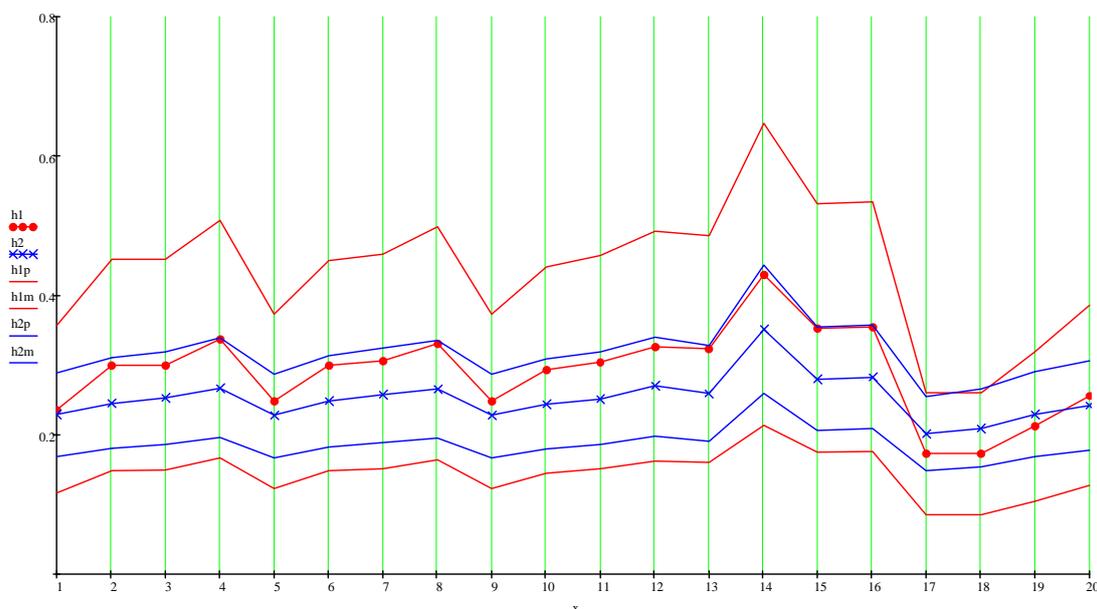


Рис. 7. Глубина непровара: h_1 – при использовании в качестве информативного параметра амплитуды сигнала; h_2 – при использовании в качестве информативного параметра энергии сигнала

Уточнение полученных значений глубины непровара, используя эмпирический метод декомпозиции. Исходя из статистики металлографического анализа глубина непровара на протяжении сварного шва резко не изменяется, можно сказать, что это значение есть функция от x , где x – координата вдоль сварного шва, и эта функция должна быть достаточно гладкой. На рис. 7 видно, что эта функция резко изменяется, чего быть не должно. Осцилляцию данной функции вызывают погрешности измерения, которые не представляется возможным учесть. Предположим, что низкочастотные моды данной функции и есть глубина непровара, а высокочастотные моды – погрешности измерения.

Для того, чтобы найти низкочастотную составляющую, получившихся результатов используем эмпирический метод декомпозиции. На рис. 8 представлена декомпозиция тестового сигнала.

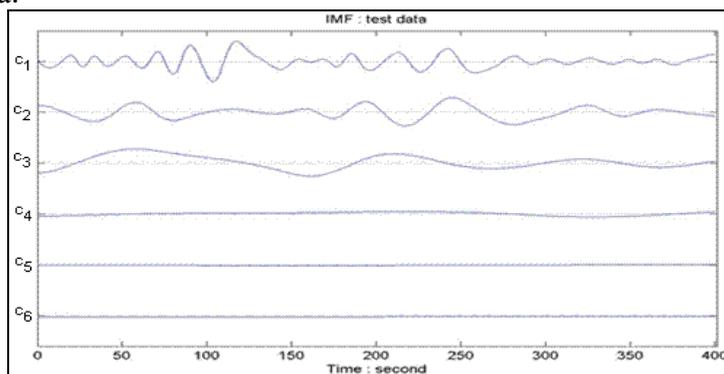


Рис. 8. Функции эмпирических мод тестового сигнала

В дальнейшем предполагается возможным провести анализ с помощью преобразования Гильберта–Хуанга, благодаря которому возможно выявление той низкочастотной составляющей вычисленной глубины непровара, которая соответствует реальному значению.

Заключение

Относительная погрешность существующей методики определения глубины

дефекта типа «непровар в корне сварного шва» с раскрытием от 2 мкм и глубиной от 100 мкм и выше в кольцевом сварном соединении лейнера, составляет 50%, что недопустимо для контроля данного соединения. Предложенная методика снизила это значение до 25%, что так же не удовлетворяет поставленной задаче. Предложен новый способ уменьшения погрешности измерения.

Литература

1. Якунин В.В., Аникейчик Н.Д., Байкеев Р.Р. и др. Разработка конструкторской документации и изготовление технологического оборудования средств неразрушающего контроля качества изделий. Часть 1. Опытная отработка технологии контроля сварных швов топливных баков, получаемых фрикционной сваркой, с использованием лазерно-ультразвукового метода // Научно-технический отчет о составной части ОКР «Ангара». – СПб: Учреждение науки ИКЦ СЭКТ. – 2010. – 87 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: в 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 3: И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. Ультразвуковой контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 864 с.
3. Штрикман М.М., Половцев В.А., Шилло Г.В. и др. Фрикционная сварка листовых конструкций из алюминиевых сплавов 1201 и АМг6 // Сварочное производство. – 2004. – № 4. – С. 41–47.
4. Гусев В.Э., Карабутов А.А. Лазерная оптоакустика. – М.: Наука, 1991. – 304 с.
5. Huang N.E., Shen Z., Long S.R., Wu M.C., Shih H.H., Zheng Q., Yen N.-C., Tung C.C. and Liu H.H. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis // Proc. R. Soc. – 1998. – Ser. A. – V. 454. – P. 903–995.

УДК 004 051

ВЫЯВЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ ТЕСТИРОВАНИИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ

В.А. Редюк

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

Статья посвящена сравнительному анализу математических моделей, используемых для анализа результатов автоматического тестирования знаний с целью выделения наилучшей с точки зрения адаптивности, простоты и полноты охвата ситуации. Все рассматриваемые математические модели являются частью теории моделирования и параметризации тестов, параметрами которой, подлежащими определению, служат характеристики участников тестирования и самого теста.

Ключевые слова: тестирование, знания, контроль, профиль, испытуемый, достоверность, характеристика, модель.

В любой деятельности человека всегда, так или иначе, возникает необходимость проверки уровня знаний. С каждым годом количество автоматических тестов, предполагающих проверку знаний школьников, студентов, преподавателей растет, как и растет количество систем автоматического тестирования знаний.

Проверка уровня знаний является неотъемлемой частью любого процесса обучения, а результаты тестов имеют важное значение для тестируемых.

Автоматизированный, структурированный контроль знаний учащихся – это одно из основных условий повышения качества обучения. За последние пять лет, масштаб внедрения автоматических систем контроля знаний значительно вырос, что говорит о популярности такого подхода, а решение задачи контроля знаний само по себе выходит

уже абсолютно на другой уровень качества. Отмеченные преимущества компьютерного тестирования позволяют говорить о том, что подобная форма проверки часто является самой грамотной проверкой, особенно при наличии огромного количества участников, так как одним из самых главных преимуществ, безусловно, является экономия времени, затраченного на подготовку, проведение и проверку теста.

На сегодняшний день существует множество компьютерных программ для тестирования знаний. Тесты, разработанные на их основе, переняли основные преимущества, а именно открытость, адаптивность, возможность расширения, способность группировки заданий по разделам, по разным группам для разных испытуемых, способность организовывать как групповые проверки, так и индивидуальные.

По-сути, сама система контроля может считаться вспомогательным средством контроля знаний. За счет своей универсальности стандартная тестовая система может представлять собой как автоматизированную поддержку самостоятельной работы студентов, которая позволит проводить самоконтроль знаний, а также выступит в роли тренажера при подготовке к экзамену, так и систему контроля уровня усвоения пройденного материала.

Если говорить о преимуществах компьютерного тестирования относительно классических форм проверки, в первую очередь стоит упомянуть о снижении трудоемкости проверки опросов, которую в большинстве случаев проводит вручную преподаватель. Компьютерное тестирование освобождает от ручной проверки и позволяет за короткое время получить результаты тестирования, и при этом оно сохраняет полную конфиденциальность. С экономической точки зрения, применение компьютеров при проверке знаний также является выгодным, поднимает эффективность учебного процесса и позволяет объективно оценивать результаты. Соответственно можно утверждать, что компьютерное тестирование является рациональным, выгодным дополнением к другим методам проверки знаний, а результаты подобного тестирования намного проще анализировать, чем субъективно поставленные оценки.

Безусловно, в подобном тестировании есть и свои недостатки. Нельзя отрицать тот факт, что многие преподаватели высших и других учебных заведений негативно относятся к проведению такого рода тестирования. В качестве основных недостатков можно выделить три ключевых. В первую очередь для теста требуется сформировать тестовые задания по принципу «один абсолютно правильный» – «*N* абсолютно неправильных», что порой бывает сложно, негибкость процедуры расчета итогового балла сводит к определению отношения количества решенных заданий к нерешенным или к суммированию набранных за каждый ответ баллов, что не всегда может наглядно предоставить информацию о профиле испытуемого. И наконец, значительная трудоемкость ручного формирования огромного количества тестовых заданий с возможными вариантами ответов.

Тест считается самым лучшим, если в него заложено широкое содержание, которое охватывает другие, более глубокие уровни знаний. Принципы, которыми должны придерживаться разработчики тестов, представлены на рисунке.

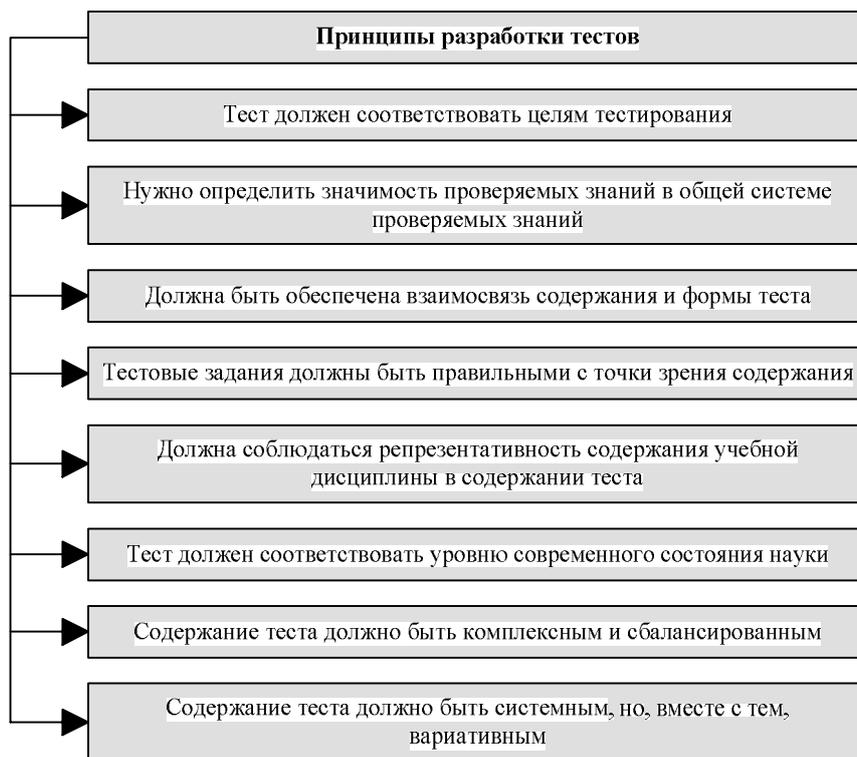


Рисунок. Принципы разработки тестов

Также стоит принять во внимание тот факт, что полученная латентная характеристика должна обладать определенными качествами, а именно объективностью и достоверностью. Соответственно важным пунктом является задача создания определенного набора методов, которые позволят проверить измерение характеристик определенного объекта на достоверность. Оценить латентную характеристику на достоверность.

Чтобы проанализировать полученные результаты тестирования, требуется для начала определить математическую модель, на основе которой будут строиться выводы и выдвигаться какие-либо решения по отношению к тестируемым. Математическим моделям оценки результатов тестирования посвящена отдельная теория, называемая теорией моделирования и параметризации тестов (Item Response Theory) [1]. Основной целью теории моделирования является создание математической модели процесса тестирования, которая будет использовать характеристики участников и теста в качестве входных параметров для последующего анализа.

На сегодняшний день существует очень большое количество различных математических моделей. В данной работе не будут рассматриваться все математические модели и будут упомянуты лишь основные и наиболее известные.

Основными моделями теории тестирования являются:

- двухпараметрическая модель Бирнбаума (Birnbbaumodel) – модель подразумевает наличие параметра крутизны для описания дифференцирующей силы задания;
- трехпараметрическая модель Бирнбаума – данная модель, это двухпараметрическая модель Бирнбаума с добавленным параметром, указывающим степень угадывания, тем самым модель приближена к реальной ситуации в тестировании;
- модель рейтинговых шкал (Rating Scale Model) – модель с фиксированными промежуточными категориями выполнения заданий. Подразумевается разделение результатов тестирования по разным категориям и впоследствии выборка наиболее наглядного представления;
- многопараметрическая модель (Many-Facet Rasch Model, Linacre J.M.), которая подразумевает наличие дополнительных параметров, связанных с попыткой

улучшить приближенность модели к реальным данным. К сожалению, как показали исследования в данной области, модель не является эффективной при наличии большого объема входных данных, так как вычисления становятся слишком сложными и требуют больших временных затрат.

Основными недостатками описанных моделей являются: сложность вычисления, неадекватность модели реальной ситуации, нелинейность шкалы и сложность получения некоторых входных параметров. Данные недостатки заметно осложняют использование статистических методов анализа, так как они предполагают линейную шкалу измерения.

Чтобы обойти данную проблему, было решено использовать методику изменения латентных показателей на линейной шкале, что возможно реализовать при использовании модели Георга Раша (George Rasch).

Модель Раша, в отличие от большинства моделей, использует вероятностную иерархичность. Предположим, что студент подготовился очень хорошо. Тогда вероятность успешного ответа на тестовые задания у него намного выше, чем у студента, уровень подготовленности которого на несколько порядков ниже. Или другая ситуация: вероятность студентов ответить на простое задание намного выше, чем вероятность ответить на самое сложное задание теста. Модель измерения Раша подразумевает учетывание подобных рассуждений, поэтому это предоставляет больше возможностей для анализа используемых данных.

Относительно других выделенных моделей, для модели Раша можно определить ряд преимуществ:

- возможно, измерить трудность задания и процент подготовленности тестируемого, используя только одну общую интервальную шкалу;
- оценка процента подготовленности участника абсолютно не зависит от тестового задания;
- модель позволяет проверить насколько результаты тестирования адекватны относительно модели измерения;
- чтобы оценить трудность тестового задания, не требуется учитывать уровень подготовленности участников тестирования.

В связи с перечисленными выше пунктами было решено в основе обработки результатов тестирования, применить математическую модель Раша, так как она наиболее адекватна реальным данным. Для того чтобы грамотно использовать эту модель, требуется сначала определить каким образом модель Раша помогает обнаружить те результаты тестирования, которые следует считать подозрительными, например ситуация списывания.

В основе модели Георг Раш использовал определенную метафору отношения испытуемого к тестовому заданию. Если проходящий тест испытуемый хорошо готовится и в итоге получил подготовку, достаточную для противоборства с заданием, то он станет вероятным победителем и получит заслуженный балл. Если же нет, и подготовка тестируемого крайне слаба и недостаточна, то задание выигрывает раунд. Вытекающим последствием является ноль баллов для тестирующегося.

Модель Раша – это дихотомическая модель. В его случае различается только два исхода из тестирования. Если задание решено, то участник получит один балл, если нет, то ноль. Соответственно, если считать, что вероятность решения задания верно равна $p(\theta, \delta)$, то вероятность получения положительного результата можно вычислить как:

$$p(\theta, \delta) = (1 + \exp(-(\theta - \delta)))^{-1}. \quad (1)$$

Вывод формулы указан в [2].

Если для анализа использовать матрицу ответов с множеством ответов $\{0, 1, \dots, B\}$, то тогда вероятность получить K баллов за решение пункта теста испытуемым, имеющим подготовку θ можно определить как:

$$p(\vartheta, \{\delta_j\}, k) = \frac{\exp(k\vartheta - \sum_{j=0}^k \delta_j)}{\sum_{l=0}^B \exp(l\vartheta - \sum_{j=0}^l \delta_j)}, \quad (2)$$

где δ_j – трудность с которой выполняется переход с задания сложности $(j-1)$ на j . Другими словами, это то, насколько сложно будет получить j -баллов, если $(j-1)$ -балл уже есть, $j=1, \dots, B$, ($\delta_0=0$, B – максимальный балл, который можно получить в тесте).

Исходя из описанного выше, можно утверждать, что любое политомическое задание можно расписать как пошаговый набор действий, требуемых для достижения K -шага. Для этого участник тестирования должен пройти определенную последовательность шагов K . Трудности выполнения шага не зависят от трудности выполнения каких-либо других шагов и не являются каким-либо определенным числом, так как все они разные для каждого шага.

Пример. Пусть тест имеет количество заданий I . Для каждого задания максимальный балл будет равен B_i . Если тест выполнили N -испытуемых, каждый со своим уровнем подготовленности, то величины e -уровня подготовленности и трудности задания как раз будут являться параметрами модели Раша. В матрице ответов, каждый элемент – это наблюдаемый, а именно балл, полученный каждым из испытуемых n за выполнение определенного задания i . Строка матрицы – это профиль испытуемого, столбец – профиль задания. Первичный балл испытуемого – это суммы баллов по строкам или по столбцам.

У модели Раша есть хорошее свойство, облегчающее дальнейшую работу – первичных баллов достаточно для параметров этой модели. Это значит, что результат анализа зависит только от первичных баллов и не играет роли как именно стоят составляющие этих сумм внутри профилей каждого испытуемого или задания.

Важнейшим преимуществом модели Раша можно назвать ее способность объективного измерения по отношению к тестируемому, как и к используемому тесту.

Исходя из перечисленного выше, можно утверждать, что конкретно для данной модели определенность терминов «уровень подготовленности испытуемого» и «уровень трудности задания» имеют важный математический смысл как для дихотомической модели Раша, так и для полигамической [3]. В процессе тестирования испытуемых не появляется каких-либо расхождений при сравнении уровней подготовленности участников. Вне зависимости от теста, не возникает сомнений относительно того, кто из испытуемых подготовился лучше или какое из заданий труднее, даже если испытуемые будут проходить различный набор тестов или тесты будут пройдены разными испытуемыми.

В модели Раша предложено использовать так называемую шкалу логитов. Самое понятие логит – это единица измерения уровня готовности участника тестирования или трудности задания теста в рамках модели тестирования. Результаты измерения в модели Раша можно представлять на линейной метрической шкале логитов. Метрический характер шкалы вытекает непосредственно из вывода формул модели Раша [4]. Начало отчета метрической шкалы, или «ноль» можно выбирать произвольно, так как в данном случае важно получить взаимное расположение параметров модели, а не их абсолютные значения. В дальнейшем такой подход дает гарантию, что результаты измерения разных групп можно выравнить по единой шкале.

В работе [5] указывается несколько способов оценки точности измерения характеристик участников для выбранной модели Раша. С разных точек зрения в понятие «точность» можно вложить различный смысл. С одной стороны можно определить точность как возможность различить испытуемых на оси результатов, либо

стабильностью реакции испытуемого на один и тот же тест. В любом случае при использовании модели Раша точность хорошо контролируется.

Также нельзя отрицать, что простота и логичность теории Раша позволяет упростить многие математические вычисления и преобразования, а также решать некоторые уравнения в общем виде.

В модели Раша предполагается возможность определения профилей с искажениями. Это существенно отличает ее от большинства других моделей. Для определения профилей используют уже упомянутую выше матрицу ответов.

В работе [6] приведен ряд причин, из-за которых возникают подобные искажения. Наиболее встречаемые это: списывание, неграмотно составленный тест, сбой работы программы и несоответствие заданий теста теме, которую он должен проверять. Эти пункты, безусловно, мешают составлению характеристики испытуемого и оценки эффективности теста. С точки зрения анализа результатов по отношению к тестируемому являются такие пункты как списывание, подсказка или подлог части ответов, что приведет к завышенной оценке и не позволит грамотно оценить качество работы испытуемого.

Безусловно, не стоит отрицать наличие недостатков в модели Раша. Однако по сравнению с другими моделями эти недостатки крайне незначительны. Единственное на что стоит обратить внимание – это то, что для проведения анализа с помощью данной модели требуется иметь достаточно высокий уровень математическо-статической подготовки.

Литература

1. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М.: Прометей, 2000. – 169 с.
2. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Педагогическое тестирование как измерение. – М.: Центр тестирования МО РФ, 2002. – 67 с.
3. Карданова Е.Ю., Нейман Ю.М. Как формально определить понятия «уровень подготовленности» и «уровень трудности задания»? // Вопросы тестирования в образовании. – 2004. – № 12. – С. 7–17.
4. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Задача тестирования в терминах классической теории оценивания параметров // Вопросы тестирования в образовании. – 2003. – № 8. – С. 46–59.
5. Wright B.D., Masters G.N. Rating Scale Analysis. Rasch Measurement. – Chicago, Mesa Press, 1982. – 206 p.
6. Gustafsson J.-E. Testing and obtaining fit of data to the Rasch model // British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. – 1980. – V. 33. – P. 205–233.

УДК 536.24**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА МОЩНОГО
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ****В.А. Савенко****Научный руководитель – к.т.н., доцент В.А. Кораблев**

Работа посвящена экспериментальным исследованиям системы жидкостного охлаждения для составной части активной фазированной антенной решетки – приемо-передающего модуля (ППМ). В ходе работы проведены теоретические исследования, а также экспериментальные исследования теплового режима ППМ. Результаты исследований будут использованы для оптимизации конструкции ППМ, разработки системы охлаждения изделия, а также для разработки унифицированного ряда базовых несущих конструкций различного спектра применения.

Ключевые слова: активная фазированная антенная решетка, приемо-передающий модуль, тепловой режим, жидкостное охлаждение.

В радиолокационной технике все большее применение находят фазированные антенные решетки (ФАР).

Основная задача проектирования активной фазированной антенной решетки (АФАР) радиолокационной станции заключается в размещении в малом объеме всей микроэлектроники приемного и передающего каналов. С этой целью элементы, относящиеся к каналу одного излучателя или группы излучателей АФАР, конструктивно оформляются в виде приемо-передающего модуля (ППМ).

При разработке ППМ должны быть учтены задачи минимизации токопотребления, минимизации массогабаритных параметров модуля, сопряжения обмена данными управления и обязательно задача отвода тепла.

Основным материалом для изготовления базовых несущих конструкций (БНК) ППМ является алюминий как высокотеплопроводный, легкий, легкообрабатываемый и относительно недорогой материал. Каналы для протекания охлаждающей жидкости могут выполняться различными способами.

В промышленности наиболее широкое применение нашли следующие способы производства панелей охлаждения: каналы охлаждения в алюминиевой плите выполняются при помощи фрезеровки; алюминиевая конструкция собирается при помощи сварки или вакуумной пайки; каналы в алюминиевой плите выполняются при помощи экструзии; в алюминиевую пластину запрессовываются трубки для протекания охлаждающей жидкости из алюминия, меди или нержавеющей стали.

Стандартные охлаждающие панели используются для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры или компьютерной техники и не учитывают особенностей расположения тепловыделяющих элементов в ППМ АФАР различных диапазонов.

В качестве материала для изготовления канала охлаждения в данной работе предлагается использовать медную трубку.

Целью работы было выяснить влияние расхода охлаждающей жидкости и перепада давлений между входом и выходом канала охлаждения на тепловой режим ППМ АФАР.

Для исследования теплового режима ППМ был изготовлен тепловой макет, отличающиеся трассировкой канала охлаждения (рис. 1). Конструкция тепловых макетов ППМ представляет собой корпус толщиной до 30 мм, шириной 300 мм и длиной 300 мм, корпус ППМ изготовлен из алюминиевого сплава АМГ3. Толщина рабочей зоны (шасси) ~6 мм.

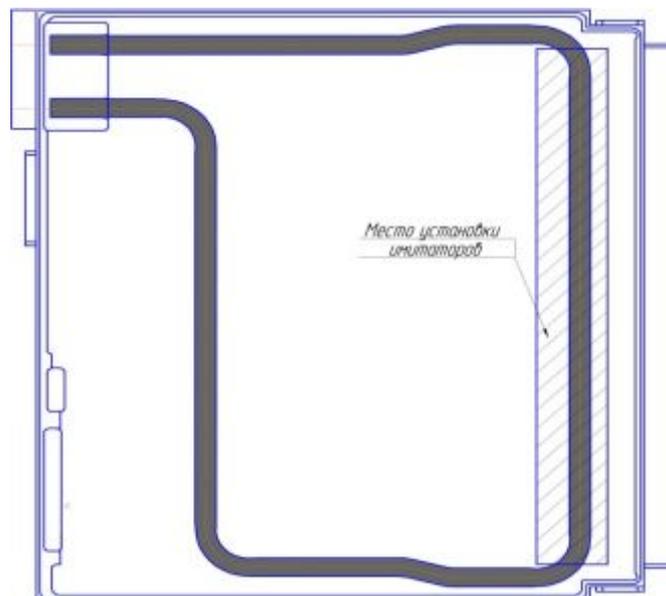


Рис. 1. Трассировка канала охлаждения макета ППМ

Тепловой режим ППМ, рассматриваемого в работе, определяется одним элементом – монолитными микросхемами, установленными с двух сторон пластины в один ряд. Имитаторы тепловой нагрузки монтировались над трубкой на поверхности пластины. В качестве имитаторов были выбраны резисторы, установленные на медные фланцы. Общая мощность тепловыделений со всех установленных микросхем составляет 336 Вт.

Для проведения экспериментальных исследований на базе ООО «ИЦ «Теплоком» была собрана экспериментальная установка. Канал охлаждения ППМ включался в замкнутый контур, состоящий из насоса, теплообменного аппарата типа «жидкость–воздух», расширительного бака, счетчика расхода жидкости, манометров и байпаса, последовательно соединенных трубками. Охлаждающая жидкость с помощью насоса поступала на вход ППМ, проходила по каналу охлаждения, забирая тепло, которое выделяют микросхемы. Нагретая жидкость поступала на радиатор с двумя вентиляторами, где охлаждалась и снова поступала на вход канала охлаждения ППМ (рис. 2).

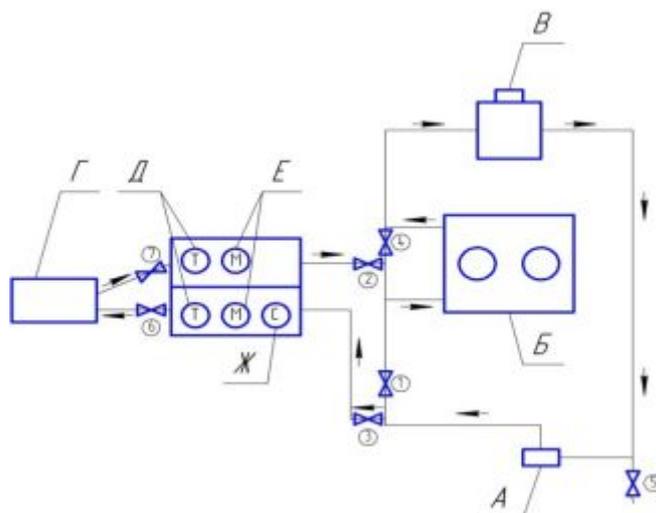


Рис. 2. Схема экспериментальной установки: А – насос; Б – радиатор с вентиляторами; В – расширительный бак; Г – тепловой макет; Д – термометры; Е – манометры; Ж – счетчик расхода жидкости; 1–7 – краны

В ходе опытов измерялись: расход охлаждающей жидкости, перепад давлений

между входом и выходом канала охлаждения, температура окружающего воздуха, температура жидкости на входе и на выходе канала охлаждения, значения температуры в точках крепления термопар.

Для определения теплового сопротивления панели жидкостного охлаждения необходимо знать:

- расход охлаждающей жидкости G , м³/с;
- температуру жидкости на входе в канал охлаждения $T_{вх}$, К;
- мощность, выделяемую устройством, Q , Вт;
- плотность охлаждающей жидкости, ρ , кг/м³;
- удельную теплоемкость охлаждающей жидкости, C_p Дж/(кг К);
- среднюю температуру поверхности платы.

Для расчета теплового сопротивления необходимо сначала рассчитать температуру охлаждающей жидкости на выходе канала охлаждения.

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{вх}} + \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot G}. \quad (1)$$

Средняя температура поверхности платы рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (2)$$

где n – количество точек измерения температуры.

Тепловое сопротивление охлаждающей плиты рассчитывается по формуле:

$$R_t = \frac{T_{\text{ср}} - T_{\text{ср ср}}}{Q}, \quad (3)$$

где $T_{\text{ср ср}}$ – средняя температура между входом и выходом канала охлаждения:

$$T_{\text{ср ср}} = \frac{T_{\text{вх}} + T_{\text{вых}}}{2}. \quad (4)$$

Для обобщения экспериментальных данных строились зависимости теплового сопротивления и перепада статического давления между входом и выходом канала охлаждения от расхода охлаждающей жидкости. После обобщения экспериментальных данных для макета с одинарным каналом охлаждения были выбраны оптимальные значения расхода охлаждающей жидкости и перепада статического давления, необходимые для обеспечения заданного теплового режима ППМ.

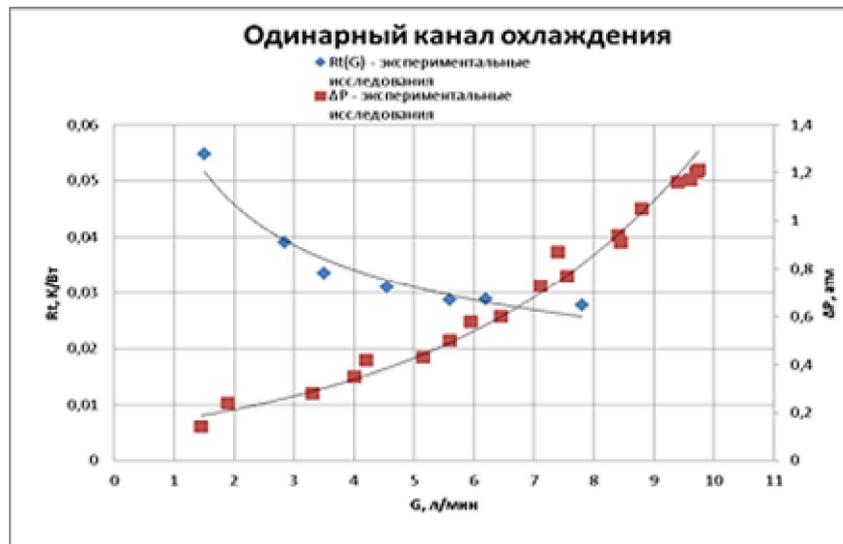


Рис. 3. Обобщение экспериментальных данных

В ходе исследований были сделаны следующие выводы.

1. Гидравлическое сопротивление модуля существенно зависит от расхода теплоносителя – при увеличении расходе теплоносителя увеличиваются потери давления между входом и выходом канала. Расхождение между расчетными и экспериментальными данными не превышают допустимых пределов.

2. При увеличении расхода теплоносителя снижается тепловое сопротивление БНК ППМ.
3. Согласно обобщению экспериментальных данных оптимальный расход теплоносителя для обеспечения требуемого теплового режима 6,5–8 л/мин.
4. Конструкция БНК ППМ может быть модифицирована и доработана для уменьшения расхода теплоносителя и снижения нагрузки на систему жидкостного охлаждения.

Литература

1. Активные фазированные антенные решетки: под ред. Д.И. Воскресенского, А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004. – 487 с.
2. Гуськов Ю., Жибуртович Н. АФАР «Фазотрон-НИИР» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.missiles.ru/AESA_ph_5.htm, своб. – Загл. с экрана.
3. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: учебник для вузов по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры». – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.
4. Дульнев Г.Н. Основные закономерности тепло- и массообмена. Кондукция: учебное пособие. – Л.: ЛИТМО, 1977. – 76 с.
5. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов. – М.: Радио и связь, 1990. – 311 с.
6. Дульнев Г.Н., Семяшкин Э.М. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. – Л.: Энергия, 1968. – 360 с.
7. Дульнев Г.Н., Шарков А.В. Системы охлаждения приборов: учебное пособие. – Л.: ЛИТМО, 1984. – 82 с.
8. Егоров В.И., Казак А.В., Кораблев В.А., Попов Ю.Ю., Пугин И.В., Шарков А.В. Обеспечение теплового режима большеразмерной активной фазированной антенной решетки // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2005. – Вып. 18. – С. 38–41.
9. Керн Д., Краус А. Развитые поверхности теплообмена: пер. с англ. – М.: Энергия, 1977. – 464 с.
10. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Новосибирск: Наука, 1970. – 659 с.
11. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: пер. с англ. Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с.

УДК 681.7.022.2

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.П. Савченко

Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.И. Яблочников

Данная работа посвящена особенностям применения систем виртуального моделирования литейных процессов при технологической подготовке производства полимерных оптических изделий методом литья под давлением. Рассмотрены вопросы анализа литейных процессов в системе Moldex 3D, влияния с точки зрения установленных параметров оборудования на характеристики оптических aberrаций.

Ключевые слова: полимерные оптические материалы, литье под давлением, инженерный анализ, моделирование литья под давлением.

Подготовка производства оптических изделий довольно сложный процесс который включает в себя три этапа проектирования: функциональное, конструкторское и технологическое. Несмотря на то, что технологическое проектирование является

последним этапом инженерной подготовки изделия, отработка на технологичность начинается еще при разработке конструкции изделия, в тесном контакте технологов и конструкторов. Конструкция должна обеспечить возможность равномерного заполнения и охлаждения формующей полости, удовлетворения требованиям по прочности и жесткости и т.д.

На этапе технологической подготовки происходит выбор технологии производства, определение оборудования и оснастки, при помощи которых изделие будет производиться, проектируются средства специального технологического оснащения, определяются режимы и параметры обработки.

Процесс литья под давлением очень сложный, с большим количеством различных параметров и влияющих факторов. Основные параметры, влияющие на характеристики изделия:

- оборудование: технология (с прессованием и т.д.), характеристики оборудования (жесткость системы, прижимная сила, давление нагнетания, скорость заполнения, объем полости, возможности управления параметрами и т.д.), повторяемость процесса и т.д.;
- оснастка: температурная стойкость, жесткость, расположение точек входа расплава, количество гнезд, конструкция литника, характеристики качества поверхности, каналы охлаждения, длина потока и т.д.;
- характеристики материала: вязкость, температура переработки, температура стеклования, текучесть, абсорбция, коэффициент разбухания экструдата, усадка при литье и т.д.;
- параметры процесса: температура расплава, температура формы, температура литника, кривые давления и температур на разных этапах, время на каждом этапе, скорость заполнения и т.д.

Учет взаимное влияние всех этих параметров очень сложная задача, и требует выполнения большого количества расчетов. Для решения задач по анализу литейных процессов применяют системы инженерного анализа. Одной из таких систем является Moldex 3D (CoreTechSystemCo., Ltd. Тайвань). Система позволяет моделировать и оптимизировать пластмассовые изделия с точки зрения давления и скорости заполнения литейной формы, расположения впускных литников и каналов системы охлаждения, предотвращения эффекта неполного впрыска и возникновения линий спая, минимизации времени цикла литья, уменьшения коробления и усадки. Для учета особенностей производства оптических изделий в системе используется специализированный модуль Optic, который позволяет предсказать остаточное двулучепреломление, замедление и поляризацию.

Система для анализа использует модели, полученные от конструктора в стандартных САД-форматах. Что позволяет еще на стадии конструирования проводить анализ технологичности изделия. Например, можно определить влияние распределения толщины стенок.

На стадии технологической проработки изделия дополнительную сложность при оптимизации вызывает то, что качество получаемого оптического изделия оценивается значениями аберраций (сферических, комы, астигматизма). При моделировании процесса литья получают такие характеристики изделия как: размерная точность, остаточное двулучепреломление, структурные дефекты (холодный спай, наличие пузырьков воздуха). А управлять можно такими параметрами как: температура, давление, время. И нет никаких прямых зависимостей связывающих эти факторы.

Необходимо проводить эксперименты для выявления этих зависимостей. Одно из таких исследований было проведено HuaiEnLai и PaiJenWang в National Tsing Hua University, Тайвань. Подробно проведение исследования и его результаты описаны в [3].

Качество оптического изображения в пластиковых линзах находится под влиянием

двух групп важнейших факторов, а именно: одна группа способствует возникновению остаточного двулучепреломления, а другая влияет на размерную точность.

В общем, остаточное двулучепреломление расфокусирует и размывает оптическое изображение объектов, определенных требованиями частотно-контрастной характеристики.

В линзах полученных литьем под давлением доминируют два механизма возникновения остаточного двулучепреломления: первый это двулучепреломление индуцированное потоком и термоиндуцированное двулучепреломление. Первый из упомянутых, приписывают ориентации застывших молекул вследствие механических напряжений сдвига на этапах заполнения и выдержки, тогда как последний, связан со снижением напряжений из-за неравномерного охлаждения перед извлечением. Следует также уточнить, что явление остаточного двулучепреломления зависит от времени и термодинамических параметров вследствие вязкоупругих свойств в полимерных материалах.

Экспериментальные результаты показывают, что остаточное двулучепреломление и уровень напряжений сдвига у точки входа расплава отливаемых линз гораздо выше.

Эксперимент также продемонстрировал доминирование эффектов индуцированных потоков, которые составляют 92,3% от общего остаточного двулучепреломления. Следует отметить, что почти 30% от двулучепреломления находилось в верхнем слое 0,1 мм материала. Причиной таких результатов является то, что молекулы полимера быстро остывают в поверхностном слое, в момент контакта горячего расплава холодной стенки формы в процессе заполнения, и, необходимо преодолеть более высокое напряжение сдвига для дальнейшего движения расплава.

Эксперимент также показал, что наибольшая объемная усадка происходит в центре отливаемых линз из-за более высокой температуры расплава. Среднее объемное отклонение в основном зависит от давления выдержки и температуры расплава.

Чтобы оценить влияние качеств, таких как напряжение сдвига, точность формы и объемные отклонения на измеряемые первичные или зейделевские аберрации был проведен многофакторный эксперимент по методу DOE (Design of Experiment). Результаты этого эксперимента представлены в таблице. Где двулучепреломление обозначено как *A*, точность формы *B*, объемные отклонения *C*.

Таблица. Влияние основных факторов на зейделевские аберрации

Астигматизм		Кома		Сферические аберрации	
Главный фактор	Влияние	Важнейшие факторы	Влияние	Важнейшие факторы	Влияние
<i>A</i>	41%	<i>AB</i>	24%	<i>A</i>	56%
<i>B</i>	40%	<i>BC</i>	22%	<i>B</i>	24%
другие	19%	<i>AC</i>	14%	другие	20%
		другие	40%		

По результатам DOE: двулучепреломление от остаточных напряжений наиболее зависимо от температуры расплава и скорости впрыска при соответствующих параметрах процесса, а среднее объемное отклонение – от давления выдержки и температуры расплава. Кроме того, точность формы линзы в основном зависит от температуры литейной формы и взаимодействия температуры расплава и давления выдержки.

На основании результатов данного исследования можно выстроить цепочки управления характеристиками изделия, фрагмент такой цепочки построенной по результатам исследования изображен на рисунке. Из рисунка видно, что например, на сферические аберрации в значительной степени влияет остаточное двулучепреломление, на которое в свою очередь сильно влияют параметры движения

потока расплава, которыми можно управлять, задавая параметры температуры расплава и скорости впрыска.



Рисунок. Взаимосвязь между оптическими характеристиками и технологическими параметрами

Однако возникает вопрос достоверности и границ применения таких схем. Для данной конкретной линзы схема обладает высокой достоверностью результатов, и неизвестно как она изменится при смене материала или другой конструкции изделия. Можно провести такое исследование для нескольких типовых конструкций и отталкиваться от них. Данное исследование показало хорошую согласованность результатов моделирования в системе Moldex 3D с результатами, полученными опытным путем.

Использование современной компьютерной техники и систем инженерного анализа последнего поколения позволяют проводить такие эксперименты с довольно высокой степенью точности виртуально, не прибегая к натурному эксперименту.

Литература

1. Тинель П., Люк А., Милич М. Игра со светом // Полимерные материалы. – 2011. – № 9. – С. 10–19.
2. Doushkina V. and Fleming E. Optical and mechanical design advantages using polymer optics // Proc SPIE. – 2009. – V. 7424. – 74240Q.
3. Huai En L., Pei Jen W. Study of process parameters on optical qualities for injection-molded plastic lenses // Applied Optics IP. – 2008. – V. 47. – № 12. – P. 2017–2027.

УДК 334.021

ОТРАСЛЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.Н. Самощенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

В последнее время проблема энергоэффективности выдвинулась в число наиболее актуальных тем. Сегодня не найдется, пожалуй, ни одного крупного предприятия, незаинтересованного в данной проблеме. Целью работы является анализ энергоэффективности российских хлебопекарных предприятий. Задачей данного исследования является сравнительный анализ энергопотребления хлебопекарных предприятий, с целью выявления наиболее энергозатратных процессов.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, хлебопекарные предприятия, уровень энергозатрат.

В настоящее время проблема энергоэффективности является одной из важнейших задач российской экономики. Это связано, во-первых, с тем, что высокая

энергоёмкость снижает конкурентоспособность российской продукции на внутренних и внешних рынках, а во-вторых, энергоэффективность является одним из важнейших элементов обеспечения энергетической безопасности страны.

Для решения этой проблемы был принят Федеральный закон № 261 ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [1], согласно которому начиная с 1 января 2010 года необходимо обеспечить снижение в сопоставимых условиях объема потребляемой крупными и бюджетными учреждениями воды, дизельного или иного топлива, мазута, природного газа, тепловой и электрической энергии, угля в течение пяти лет не менее чем на 15% от объема фактического потребления в 2009 году каждого из указанных ресурсов с ежегодным снижением не менее чем на 3%.

В работе использовались результаты энергообследований крупных хлебозаводов, в которых автор принимал непосредственное участие.

Основные технологические процессы хлебозаводов обладают высоким потенциалом энергоэффективности. Однако значительными возможностями в области энергосбережения обладают непосредственно системы энергоснабжения предприятия (рис. 1).

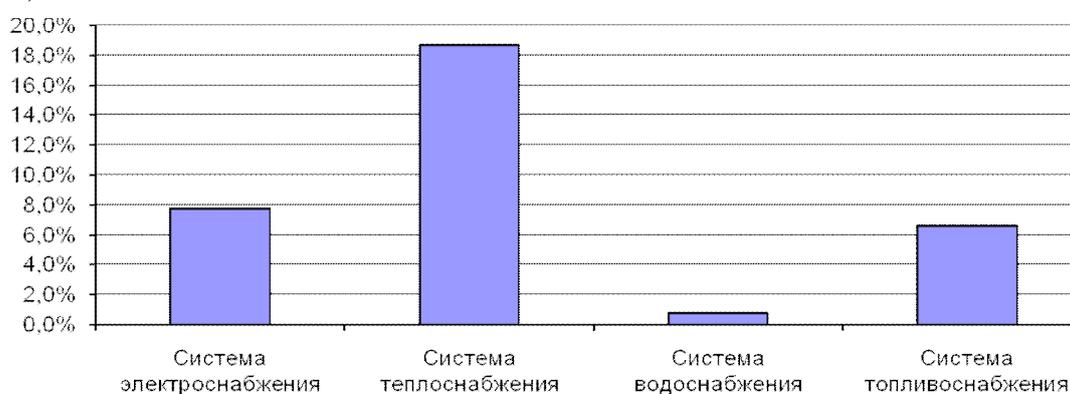


Рис. 1. Потенциал энергосбережения в системах энергоснабжения хлебопекарных предприятий

На рис. 1 показан выявленный по результатам анализа потенциал энергосбережения (в % от потребления энергоносителей хлебопекарным предприятиям, в которых предложены мероприятия по каждому типу).

Наибольшим потенциалом обладают мероприятия в системах теплоснабжения, их реализация позволит снизить потребление теплоэнергии хлебопекарен более чем на 18%. Также высоким потенциалом энергосбережения обладают мероприятия в системах электроснабжения (7,8%) и топливоснабжения (6,7%). Наименьшим потенциалом энергосбережения обладают мероприятия в системах водоснабжения (менее 1%).

Большинство проектов энергосбережения, реализуемых предприятиями в настоящее время, относятся к низкзатратным с приемлемым сроком окупаемости от одного года до двух лет. Так, например, установка приборов учета осуществляется на всех обследованных предприятиях, однако детальный учет расхода энергоресурсов в цехах, как правило, отсутствует. Постепенная замена системы освещения происходит на всех предприятиях, модернизация теплового хозяйства – у трети обследованных предприятий. Так же, многие предприятия осуществляют проекты, связанные с модернизацией производства. Проекты модернизации технологического оборудования ведутся на 45% предприятий, модернизация теплового хозяйства – на 39% предприятий.

Как правило, проекты энергоэффективности начинают внедряться в соответствии с программой общей модернизации технологического и энергетического оборудования. Условия для запуска программы энергосбережения складываются чаще всего в тех случаях, когда руководство предприятия при планировании или расчете себестоимости

продукции осознает реальный уровень затрат на энергоресурсы. Именно тогда руководство ставит задачу найти быстрореализуемые и малозатратные способы энергосбережения.

Как показывает опыт предприятий-лидеров отрасли, можно выявить несколько основных условий, способствующих успешной реализации программ энергосбережения.

Прежде всего, созданию эффективного механизма энергосбережения на хлебопекарных предприятиях способствует составление стратегии предприятия по повышению энергоэффективности с учетом загрузки производственных мощностей и необходимых капитальных вложений, а так же установка реалистичных целевых показателей по сокращению энергозатрат.

Наибольший эффект в области энергосбережения обычно достигается в том случае, когда модернизация основного производственного оборудования сопровождается расчетом объема необходимых энергоресурсов и оптимизацией всего энергетического хозяйства предприятия.

Связь энергосбережения со стратегией предприятия в целом кажется неочевидной. Однако при разработке стратегического плана компании определяющую роль имеют такие параметры, как объем и загрузка производственных мощностей, а также уровень капитальных вложений в модернизацию производства на ближайшие годы.

Несогласованность подхода к модернизации технологических мощностей и энергохозяйства со стратегией предприятия может привести к значительным перекосам в расходовании средств и в итоге, невыполнению поставленных целей по объектам производства.

Опираясь на данные исследований, и опыт успешных хлебопекарных предприятий, можно выявить несколько основных факторов успеха в реализации программ энергосбережения. К ним относятся:

- реалистичная оценка потенциала экономии;
- наличие энергетической стратегии;
- поэтапное выполнение программ от малозатратных мер к более затратным;
- наличие комплексного плана мероприятий по энергосбережению и ответственных лиц;
- детальный учет расхода энергоресурсов на уровне цехов.

Для всех обследованных хлебопекарных предприятий затраты на энергию – вторая расходная статья бюджета после сырья. Поэтому оптимизация энергопотребления, приведет к снижению операционных издержек и улучшению экономических показателей предприятия.

Признание важности энергии как одного из видов ресурсов, который требует такого же менеджмента, как любой другой дорогостоящий ресурс, а не как источника накладных расходов предприятия, является главным, первым шагом к улучшению энергоэффективности и снижению энергозатрат.

Литература

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. – Введ. 01.07.2000. – М.: Госстандарт России, 2000. – 15 с.
3. Указ Президента Российской Федерации от 04.06.2008 № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской

- экономики».
4. Федеральный закон от 03.04.1996 № 28 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».
 5. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Энергетическая стратегия РФ на период до 2030 года».
 6. СанПиН 2.3.4.545-96 «Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 25.09.1996 № 20).
 7. Международный стандарт ISO 50001:2011 «Системы энергоменеджмента. – Требования и рекомендации по использованию».
 8. Пойлов О.А., Хохлявин С.А. Энергоменеджмент (ISO 50001) – ключевой инструмент энергоэффективности и энергосбережения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.journal.esco.co.ua/2012_4/art80.pdf, своб.
 9. Королева Е.Б., Жигилей О.Н., Кряжев А.М., Сергиенко О.И., Сокорнова Т.В. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы. – СПб: ООО «Ай-Пи», 2011. – 123 с.
 10. Аниськина Н. Система энергоменеджмента как средство повышения энергоэффективности, 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://escos-ecosys.narod.ru/2011_12/art129.pdf, своб.

УДК 004.912

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ КОДИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ QR-КОДОВ

Е.Е. Семенова, А.Р. Шишкин

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Р.Г. Баранцев

Работа посвящена реализации системы персонализированного доступа с мобильного телефона. В статье рассмотрены основные способы авторизации и предложен метод авторизации к персонализированным данным посредством QR-кода. Описана схема работы системы с помощью специального мобильного приложения и определены области ее применения. Сформированы общие требования и сообщены текущие результаты работы.

Ключевые слова: QR-код, персонализированная информация, авторизация.

Часто возникает необходимость осуществить персонализированный доступ к данным с помощью информационных технологий. Это означает, что каждый пользователь должен видеть на портале только ту информацию, которая предназначена для него. Основная сложность организации таких ресурсов заключается в обеспечении безопасности хранимых данных и их защите от несанкционированного доступа.

В настоящее время двумерные штрих-коды, называемые иначе как QR-коды, активно внедряются во все сферы нашей жизни. Так, известен способ получения расписания ближайшего автобуса, оплаты банковских платежей и формирования заказа посредством QR-кода. Часто двумерные штрих-коды используются в рекламных целях. Одним из вариантов использования матричных кодов является авторизация.

Сегодня известны следующие способы авторизации: логин/пароль, SMS-авторизация, биометрические методы (отпечатки пальцев, распознавание голоса и др.), QR-код, цифровой сертификат (документ, подтверждающий права пользователя), Enum-авторизация (авторизация через мобильное приложение с привязкой к мобильному телефону). Тот факт, что возможности QR-кода и способы его применения полностью не изучены на сегодняшний день, делает перспективными научные исследования в его области, в том числе в области авторизации посредством QR-кода.

В ряде случаев необходимо предоставить персонализированный доступ к данным собравшимся в одном помещении. Их принадлежность текущей локации можно проверить по GPS-координатам мобильного телефона. А отдельный доступ к

информации осуществить по секретному ключу пришедшего. В данном случае получение персонализированных сведений осуществляется по запросу пользователя: без обращения пользователя система не отобразит нужную информацию. Такую схему доступа к персонализированным данным можно организовать посредством QR-кода и специального приложения на мобильном устройстве.

При запуске мобильное приложение должно определять географические координаты пользователя и отправлять их на сервер. Получив данные всех пользователей в локации, сервер генерирует QR-код с ключами каждого пришедшего. Этот матричный код демонстрируется пришедшим (или видеоряд в случае большого количества собравшихся). Он состоит из секретных ключей всех собравшихся, их кратких сведений, и URL, ведущего на сайт с персонализированным доступом. В мобильном приложении каждого пользователя находится уникальный открытый и закрытый ключ, помогающий расшифровать свой ключ с QR-кода. Таким образом, благодаря мобильному приложению, каждый пользователь может считать только свой секретный ключ; секретные ключи других пришедших будут демонстрироваться ему в зашифрованном виде. При доступе к секретным ключам приложение осуществляет проверку указанных и текущих координат пользователя. По расшифрованному секретному ключу и открытому ключу в мобильном приложении пользователю предоставляется доступ к персонализированной информации по указанному в QR-коде URL.

Одним из примеров использования такой схемы являются конференции. Возможен вариант предоставления различной информации каждому участнику конференции в соответствии с его статусом и внесенной оплатой или выдачи информационных подарков пришедшим. Также подобную систему можно использовать для распределения доступа к обучающим тестам (альтернатива Palm-тестам), в рамках различных рекламных компаний, при авторизации по билетам, для записи к врачу и др.

Разрабатываемая система должна удовлетворять ряду требований, в частности, ограничивать время доступа к ресурсу, запрещать доступ с утраченного мобильного устройства, обеспечивать защиту от кражи и подмены информации. Следует предусмотреть наиболее популярные способы хищения информации – «человек на конце» и «человек посередине». Стоит заметить, что на практике злоумышленник, как правило, комбинирует оба метода атаки.

На данном этапе разработки системы проанализированы аналоги доступа к персонализированной информации, изучена литература по теме исследования и выявлены основные требования и характеристики разрабатываемой системы. В дальнейшем планируется разработка системы и апробация ее результатов.

Литература

1. Шнайер Б. Прикладная криптография. – М.: Триумф, 2002. – 816 с.
2. Афзалова А.Н. Использование мобильных технологий для организации самостоятельной работы студентов // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2012. – Т. 15. – № 4. – С. 497–505 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v15_i4/pdf/9.pdf, своб.

УДК 004.42

ИНТЕГРАЦИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RDF\OWL

И.А. Семерханов, Г.В. Варгин

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.И. Муромцев

Обеспечение взаимодействия компьютерных систем – проблема давно известная. Существуют множество традиционных подходов, однако они не всегда годятся, когда речь идет об обеспечении семантической интероперабельности. Технология семантик веб предлагает свои методы и инструменты для решения проблемы, в частности модель описания данных RDF и язык OWL. Интеграция часто сводится к интеграции между базами, поэтому в статье будет описан подход для интеграции реляционных баз с применением RDF и OWL.

Ключевые слова: интероперабельность, базы данных, семантик веб, RDF, OWL, D2RQ.

Проблема интероперабельности сложных компьютерных систем известна уже давно. Она обуславливается тем, что компьютерные системы в большинстве случаев являются распределенными, т.е. физически удалены друг от друга. Помимо этого, различные информационные системы строятся на различных технологиях, с применением разных типов баз данных (БД). Кроме того, чаще всего информационные системы проектируются для работы независимо от других систем. Все эти факторы препятствуют построению единого унифицированного хранилища данных.

Один из методов решения проблемы интеграции различных БД заключается в использовании метаданных описанных в формате RDF\OWL для обеспечения семантической интероперабельности. RDF (Resource Description Framework) была разработана для решения задач, связанных с описанием семантики. Основопологающим для RDF является понятие модели данных. Это есть набор фактов и семантических связей между ними. RDF представляет собой абстрактную модель, обеспечивающую способ разбиения знаний на дискретные части. Утверждение, высказываемое о ресурсе, имеет вид «субъект–предикат–объект» и называется триплетом. Множество RDF-утверждений образует ориентированный граф, в котором вершинами являются субъекты и объекты, а ребра помечены предикатами. OWL (Web Ontology Language) в свою очередь, является языком описания, позволяющим описывать классы и отношения между ними, присущие веб-документам и приложениям. Онтологии на базе OWL гораздо мощнее и гибче, нежели схемы БД. В основном схемы БД лишь определяют те виды информации, которые могут быть связаны с объектами (или кортежами), принадлежащими какому-либо классу (или таблице). В OWL-онтологиях классы могут предназначаться для аналогичных целей, однако они также могут содержать условия по распознаванию, поэтому явная типизация в OWL необязательна.

Извлекая структуру реляционных БД и трансформируя ее в формат RDF и OWL можно получить средство для построения связей между объектами БД, вне зависимости от их типа. Глобальная онтология, созданная из нескольких метаописаний структур разных БД, позволяет описать всевозможные связи между объектами баз. Такая структура дает возможность извлекать информацию сразу из нескольких источников данных, при помощи языка запросов к данным, представленным по модели RDF, SPARQL [1].

Для извлечения структуры БД можно использовать библиотеку D2RQ, которая при помощи jdbc-адаптера для выбранного типа БД, будет генерировать из схемы RDF файл в формате Turtle с описанием базы. D2RQ использует свой собственный язык описания для мапинга схем в RDF-словари и OWL-онтологии. Основными объектами в мапинг-файле являются d2rq:ClassMap и d2rq:PropertyBridge. d2rq:ClassMap соответствует таблице, а d2rq:PropertyBridge полю в таблице, в реляционной БД [2].

Объединив несколько таких файлов из разных систем в один, можно получить

общий мапинг-файл для интеграции БД. Применив XSLT-преобразования на такой файл, можно привести его к формату OWL. Полученную онтологию легко редактировать при помощи различных инструментов для работы с онтологиями, например SWOOP. При редактировании, объекты в разных базах привязывают друг к другу, помимо этого им прописываются свойства из онтологий общего пользования, таких как DublinCore, FOAF.

Библиотека D2RQ на основе созданной онтологии способна преобразовывать запросы на языке SPARQL в запросы на языке SQL, направляя их в нужную систему и хранилище данных. Таким образом, можно получить механизм для доступа к данным, хранящимся в БД различного типа, при помощи языка SPARQL.

Данный метод подразумевает большое количество ручных действий со стороны эксперта по онтологиям, что не всегда возможно в реальных условиях. В связи с этим в данный момент в НИУ ИТМО идет работа по созданию автоматизированных средств для реализации выше изложенного метода.

Литература

1. Semerhanov I.A., Vargin G.V., Muromtsev D.I. Integration of computer systems with the use of ontology // 12th Conference of Open Innovations Association FRUCT. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fruct.org/publications/abstract12/files/Sem.pdf>, своб.
2. D2RQMappinglanguage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://d2rq.org/d2rq-language>, своб.

УДК 62.503.55

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Д.С. Сергеев, А.В. Баринов, Н.В. Астрединова

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Федоров

К элементам ракетно-космической техники, а особенно к жидкостным ракетным двигателям (ЖРД) предъявляются жесткие требования по надежности. Вопрос контроля качества паяных соединений сопел камер ЖРД является принципиальным, так как наличие дефектов типа «непропай» сказывается на надежности паяного соединения камеры, ЖРД и ракеты в целом. Контроль качества в настоящий момент возможен лишь в «ручном режиме», что существенно сказывается на оперативности и достоверности контроля качества.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, качество, паяные соединения.

Введение

Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД) востребованы и будут востребованы еще очень долго, потому что никакая другая техника не в состоянии более надежно и экономично поднять и вывести груз с Земли на околоземную орбиту. Они безопасны с точки зрения экологии, особенно те, что работают на жидком кислороде и керосине. Камера сгорания является частью ракетной камеры, в которой в основном завершаются процессы смесеобразования и сгорания. Камера сгорания является зоной высоких давления (от 0,1 до 30 МПа) и температуры (от 300 до 4000 К). Особенностью камеры сгорания является наличие паяных соединений, дефекты в которых приводят к отказу двигателя в целом. В связи с этим встает вопрос контроля качества паяных соединений изделий ракетно-космической техники (РКТ). В настоящее время контроль пайки камер сгорания в целом, производится разрушающими методами контроля, в качестве метода

неразрушающего контроля (НК) используется лазерно-ультразвуковой метод. Автоматизация лазерно-ультразвукового метода дает возможность решения таких задач как повышение достоверности контроля и повышение оперативности контроля качества паяных соединений изделий РКТ.

Особенности паяных соединений изделий РКТ

Тонкостенные конструкции сопел камер ЖРД, получаемые при помощи пайки, нашли широкое применение в отечественном ракетном двигателестроении. На сегодняшний день, сопла камер современных ЖРД, например 14Д23 и РД0124А (рис. 1), представляют собой двустенные конструкции наружная и внутренняя стенки которых соединены при помощи пайки. С увеличением удельного импульса двигателей, а, следовательно, и с увеличением рабочих давлений внутри камер и в межстеночном пространстве, особенно в подколлекторной зоне, остро стал вопрос контроля качества данных соединений [1].



Рис. 1. ЖРД РД 0124А

При изготовлении паяных конструкций сопел камер ЖРД образуются дефекты, которые условно можно разделить на три группы (ГОСТ 24715-81):

1. дефекты заготовок и сборки изделия под пайку;
2. дефекты паяных швов;
3. дефекты паяного изделия.

Анализируя дефекты пайки и причины их возникновения, можно утверждать, что для предотвращения образования дефектов в первую очередь необходимы строгое соблюдение технологии пайки и контроль качества паяного соединения в процессе изготовления сопла камеры.

Сопло камеры ЖРД конструктивно представляет собой двустенную оболочку, изготовленную из высоколегированных сталей. Внутренняя стенка сопла камеры выполняется оребренной с шириной ребра 0,8 мм и высотой ребра 1,5 мм при общей толщине стенки 2,1 мм, наружная стенка сопла выполняется гладкой с толщиной 0,6 мм. Соединение внутренней и наружной стенок камеры выполняется по ребрам методом вакуумно-компрессионной пайки с использованием припоя на основе серебра (рис. 2, а). Кроме того, верхняя сопловая часть сопла камеры ЖРД содержит подколлекторное кольцо, которое приваривается к ее наружной стенке, соединение верхнего и нижнего сопла камеры также производится с использованием сварки (рис. 2, б) [1].



Рис. 2. Вырезка (а) и эскиз подколлекторной зоны (б) сопла камеры ЖРД

Сложность геометрии сопла камеры ЖРД, а также геометрические характеристики внутренней и наружной стенок не позволяют использовать традиционные методы магнитного, рентгеновского и акустического (ультразвукового) контроля (УЗК) качества паяных соединений.

Следует отметить, что применение классического УЗК для контроля качества паяного соединения тонкостенной конструкции является его чувствительность по отношению к размеру «мертвой зоны». Это вызвано достаточно малой толщиной стенок сопла, а также спецификой геометрических характеристик оребренной внутренней стенки.

Особую нишу среди методов НК и диагностирования занимают ультразвуковые методы, основанные на акустопругом эффекте [2].

Ультразвуковой метод имеет достаточно богатую историю, однако возможности стандартной ультразвуковой измерительной аппаратуры зачастую не позволяли достичь требуемой точности времяпролетных измерений скорости звука, тем самым существенно ограничивая применимость данного метода. Развитие на нынешний день высокоточных средств измерений, а также возможность использования широкополосных акустических импульсов, возбуждаемых импульсным лазерным излучением, позволяют достичь точности времяпролетных измерений скорости звука, достаточной для выявления дефекта типа «непропай в корне паяного шва» сопла камеры.

В последнее время лазерный ультразвук нашел наибольшее применение в задачах НК и исследования структуры материалов и технологических изделий [3].

Отличие предлагаемого контактного лазерно-ультразвукового метода контроля (ЛУЗК) от традиционных УЗК методов состоит в использовании лазерных источников ультразвуковых импульсов для генерации мощных ультразвуковых импульсов с хорошо контролируемой формой и широким спектральным диапазоном (отношение частот верхней и нижней границ диапазона может достигать 102), что позволяет в 3–10 раз увеличить пространственное разрешение и снизить в 3–10 раз глубину «мертвой зоны» контроля при тех же глубинах зондирования.

Лазерно-ультразвуковой метод позволяет проводить исследования с использованием импульсов не только продольных, но и сдвиговых, а также и поверхностных акустических волн ультразвукового диапазона. Это позволяет измерять скорости ультразвуковых волн с прецизионной точностью лучше 0,1% при измерительной базе в несколько мм, что на порядок меньше, чем традиционными УЗ методами.

В настоящее время ЛУЗК достаточно прочно зарекомендовал себя в качестве перспективного метода НК качества паяных соединений сопел камер ЖРД. ЛУЗК основан на термооптическом возбуждении ультразвуковых волн, а наносекундный зондирующий ультразвуковой импульс позволяет контролировать тонкостенные

конструкции сопел.

Заключение

Решение данных проблемных вопросов приводит к необходимости создания автоматизированной установки контроля качества паяных соединений. Данной установке предъявляется ряд требований: многофункциональность, высокая точность позиционирования, обеспечение постоянства акустического контакта, единство ПО средств контроля и средств управления движением. Автоматизированная установка контроля является именно тем решением, которое приведет к повышению оперативности и достоверности контроля. На данный момент попытка решения проблем автоматизации контроля была реализована в виде стенда автоматизированного контроля качества паяных соединений на образцах сопел двигателей ЖРД. Данное решение дало свои положительные результаты, решив следующие проблемы: обеспечен постоянный акустический контакт, выбрана оптимальная схема контроля, решен вопрос позиционирования и прецизионного перемещения датчика по геометрически сложной форме образца. На данном стенде были получены адекватные оптоакустические картины. Все это показало, что автоматизация контроля качества паяных соединений является сложной, но реальной и актуальной задачей.

Литература

1. Гахун Г.Г., Баулин В.И., Володин В.А. и др. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. Под общ. ред. Г.Г.Гахуна. – М.: Машиностроение, 1989. – 400 с.
2. Гусев В.Э., Карабутов А.А. Лазерная оптоакустика. – М.: Наука, 1991. – 304 с.
3. Ивочкин А.Ю., Карабутов А.А., Лямшев М.Л., Пеливанов И.М., Рохатги У., Субудхи М. Измерение распределения скорости продольных акустических волн в сварных соединениях лазерным оптико-акустическим методом // Акустический журнал. – 2007. – Т. 53. – № 4. – С. 540–547.
4. ГОСТ 16504-81. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – Введ. 01.01.1982. – М.: Стандартиформ, 1982. – 15 с.
5. ГОСТ 20415-82. Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения. – Введ. 01.07.1983. – М.: Стандартиформ, 1982. – 6 с.
6. ГОСТ 24715-81. Соединения паяные. Методы контроля качества. – Введ. 01.01.1983. – М.: Стандартиформ, 1981. – 11 с.

УДК 681.51.015

ПОСТРОЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ОБРАТНОГО МАЯТНИКА В НЕУСТОЙЧИВОМ ПОЛОЖЕНИИ РАВНОВЕСИЯ

М.С. Тарасов, В.О. Чемоданов

Научный руководитель – аспирант А.А. Капитонов

В статье рассматривается расчет модального регулятора для управления маятником на тележке. Предварительно были идентифицированы параметры двигателей постоянного тока используемые в модели робота. Также были взвешены и измерены все части конструкции робототехнической системы, рассчитаны соответствующие моменты инерции и составлены уравнения Лагранжа. Далее математическая модель объекта представлена в пространстве состояний и методом модального управления, рассчитана матрица коэффициентов обратной связи. В результате работы удалось удержать маятниковую систему в неустойчивом положении равновесия шесть секунд.

Ключевые слова: LEGOMindstormNXT, обратный маятник, идентификация параметров, двигатель постоянного тока.

Введение

Классическая задача стабилизации перевернутой маятниковой системы решалась достаточно давно. Для реализации данной системы использовались различные конструктивные решения и алгоритмы управления. Далее авторы рассмотрят расчет пропорционально-дифференциального регулятора для конструкции на базе LEGOMindstorm. Для получения конечных значений коэффициентов обратной связи был использован метод модального управления, который показал достаточно ограниченные возможности, но позволил найти близкие к рабочим коэффициенты.

Идентификация параметров двигателей

В качестве предварительной подготовки были получены конструктивные постоянные двигателя, которые играют важную роль в расчете модели данной робототехнической системы.

Сначала были измерены масса и радиус ротора двигателя, которые составили 0,017 кг и 0,011 м, соответственно. По формуле для расчета момента инерции вращающегося цилиндра, получено: $-J = \frac{1}{2}m \cdot R^2 \approx 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. По переходной характеристике двигателя было получено значение электромеханической постоянной двигателя и его скорости, равной $Tm = 0,08 \text{ с}$ и $w = 700 \text{ рад/с}$. Для этого в пакете Scilab методом наименьших квадратов идентифицирована функция зависимости угловой скорости двигателя от времени:

$$w(t) = w_0 \left(1 - e^{-\frac{M_0}{Jw_0}t} \right). \quad (1)$$

Теперь можно рассчитать пусковой момент двигателя по следующей формуле:

$$M = J \frac{w_i}{Tm}, \text{ где } i - \text{коэффициент редукции. } M=0,42 \text{ Н/м.}$$

Дальше были измерены следующие электротехнические параметры двигателя: сопротивление обмотки $R=5,2 \text{ Ом}$, ток короткого замыкания $I=1 \text{ А}$, управляющее напряжение $U=7 \text{ В}$. Пользуясь формулами для вычисления конструктивных постоянных получаем: $Km = \frac{M}{I} = 0,42 \frac{\text{Н}}{\text{м} \cdot \text{А}}$, $Ke = \frac{w}{U} = 0,48 \frac{\text{рад}}{\text{сек} \cdot \text{В}}$.

Расчет математической модели маятника

Далее предоставляется возможность найти усилие, необходимое двигателям для

удержания системы в неустойчивом положении равновесия.

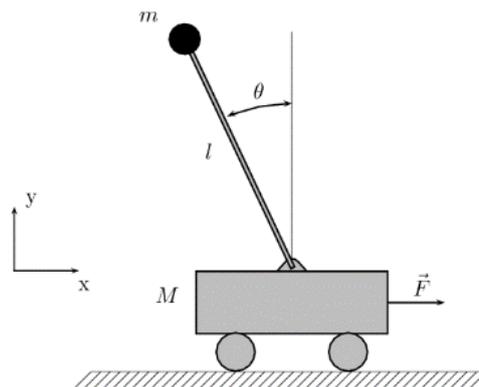


Рис. 1. Схематическое изображение перевернутого маятника на тележке

Начнем с функции Лагранжа: $L = E_k - E_p$, где E_k и E_p – кинетическая и потенциальная энергии. Получим:

$$L = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 - mgl\cos(\theta), \quad (2)$$

где v_1 и v_2 – скорости тележки и маятника соответственно; m – масса маятника 0,1 кг; M – масса тележки 0,6 кг; l – длина маятника 0,32 м.

Выразим v_1 и v_2 через x и θ :

$$\begin{cases} v_1^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2, \\ v_2^2 = \left(\frac{d(x+l\sin\theta)}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d(l\cos\theta)}{dt}\right)^2, \end{cases} \quad (3)$$

Выполнив указанные действия, получим:

$$\begin{cases} v_1^2 = \dot{x}^2, \\ v_2^2 = \dot{x}^2 + 2l\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta + l^2\dot{\theta}^2, \end{cases} \quad (4)$$

Подставим v_1 и v_2 в функцию Лагранжа. Функция Лагранжа в конечном виде для перевернутого маятника:

$$L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + ml\dot{x}\dot{\theta}\cos\theta + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - mgl\cos\theta. \quad (5)$$

Теперь получим уравнения Лагранжа:

$$\begin{cases} F = \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x}, \\ 0 = \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial L}{\partial \theta}. \end{cases} \quad (6)$$

Данная система дает нам следующие уравнения:

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{x} + ml\ddot{\theta}\cos\theta + ml\dot{\theta}^2\sin\theta = F, \\ ml\ddot{x}\cos\theta + ml^2\ddot{\theta} - mgl\sin\theta = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Далее, подставим силу $F = 2\frac{IK_m}{Rr}U - 2\frac{IK_mK_s}{Rr}\dot{\theta}$, создаваемую усилием двух двигателей, получим:

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{x} + ml\ddot{\theta}\cos\theta + ml\dot{\theta}^2\sin\theta + 2\frac{IK_mK_s}{Rr}\dot{\theta} = 2\frac{IK_m}{Rr}U, \\ ml\ddot{x}\cos\theta + ml^2\ddot{\theta} - mgl\sin\theta = 0, \end{cases} \quad (8)$$

где r – радиус колеса 0,028 м.

Положим, что угол $\theta < 15^\circ$, тогда $\cos\theta = 1$, $\sin\theta = \theta$. Линеаризуем систему:

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{x} + ml\ddot{\theta} + 2\frac{IK_mK_s}{Rr}\dot{\theta} = 2\frac{IK_m}{Rr}U, \\ ml\ddot{x} + ml^2\ddot{\theta} - mgl\theta = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Введем вектор состояния, $z^T = [x, \theta]$, запишем уравнения в матричном виде

$$E\ddot{z} + F\dot{z} + Gz = Hu, \quad (10)$$

$$\text{где } E = \begin{bmatrix} M+m & ml \\ ml & ml^2 \end{bmatrix}; F = \begin{bmatrix} 0 & 2\frac{lK_m K_g}{Rr} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; G = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -mgl \end{bmatrix}; H = \begin{bmatrix} 2\frac{lK_m}{Rr} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (11)$$

$$\ddot{z} = E^{-1}Hu - E^{-1}F\dot{z} - E^{-1}Gz. \quad (12)$$

Вычислим матрицы $E^{-1}H, E^{-1}F$ и $E^{-1}G$:

$$E^{-1}F = \begin{bmatrix} 0 & 2\frac{lK_m K_g}{rRM} \\ 0 & -2\frac{K_m K_g}{rRM} \end{bmatrix}, E^{-1}G = \begin{bmatrix} 0 & \frac{mg}{M} \\ 0 & -\frac{(m+M)g}{Ml} \end{bmatrix}, E^{-1}H = \begin{bmatrix} 2\frac{lK_m}{rRM} \\ -2\frac{lK_m}{rRM} \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Запишем полученную систему уравнений и добавим $\dot{\theta} = \dot{\theta}$:

$$\begin{cases} \dot{\theta} = \dot{\theta}, \\ \ddot{x} = -2\frac{lK_m K_g}{rRM}\dot{\theta} - \frac{mg}{M}\theta + 2\frac{lK_m}{rRM}U, \\ \ddot{\theta} = 2\frac{K_m K_g}{rRM}\dot{\theta} + \frac{(m+M)g}{Ml}\theta - 2\frac{lK_m}{rRM}U. \end{cases} \quad (14)$$

Перейдем к вектору состояния $z^T = [\theta, \dot{x}, \dot{\theta}]$:

$$\dot{z} = Az + Bu. \quad (15)$$

Сформируем новые матрицы A и B :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -2\frac{lK_m K_g}{rRM} & 0 & -\frac{mg}{M} \\ 2\frac{K_m K_g}{rRM} & 0 & \frac{(m+M)g}{Ml} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2\frac{lK_m}{rRM} \\ -2\frac{lK_m}{rRM} \end{bmatrix}, \quad (16)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -1,63 & 0 & -1,72 \\ 35,7 & 0 & 5,38 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 3,51 \\ -11 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Расчет коэффициентов обратной связи

Далее, для нахождения коэффициентов отрицательной обратной связи, составим матрицу управляемости:

$$U = [B, AB, A^2B]. \quad (18)$$

И матрицу следующего вида:

$$P = A^3 + 3w_0A^2 + 3w_0^2A + w_0E. \quad (19)$$

Здесь используются уже рассчитанные ранее матрицы A и B , а w_0 – коэффициент, определяемый отношением стандартного (табличного) времени к желаемому времени переходного процесса. В литературе приводились достаточно разные данные о том, как выбрать желаемое время переходного процесса, поэтому в работе оно подбиралось практическим путем 0,72 с. Таким образом, чтобы тележка с маятником как можно дольше сохраняла состояние равновесия. Теперь воспользуемся формулой Аккермана:

$$K = WU^{-1}P, \quad (20)$$

где $W = [0,0,1]$; K – матрица коэффициентов отрицательной обратной связи.

$$K = [-24,15 \quad -6,22 \quad 4,87]. \quad (21)$$

Заключение

По результатам практических экспериментов маятник держался вертикально 5–6 с, что было явно недостаточно. Был проведен анализ и выявлен ряд причин, ограничивающих время удержания вертикального положения.

При линеаризации математической модели был убран значимый аргумент функции, что повлияло на дальнейшие расчеты. Недостаточное сцепление колес с поверхностью. Точность датчика угла, градация с шагом в 1° . Большое время ответа датчика угла, порядка 16 мс притом, что весь остальной цикл программы выполнялся 2 мс.

Литература

1. Бобцов А.А., Капитанюк Ю.А., Капитонов А.А., Колюбин С.А., Пыркин А.А., Чепинский С.А., Шаветов С.В. Технология LEGO Mindstorms NXT в обучении студентов основам адаптивного управления // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 1. – С. 103–108.
2. Bobtsov A., Pyrkin A., Kolyubin S., Chepinskiy S., Shavetov S., Kapitanyuk Yu., Kapitonov A., Titov A., Surov M., Bardov V. Using of LEGO Mindstorms NXT Technology for Teaching of Basics of Adaptive Control Theory // 18th IFAC World Congress on Automatic Control. – 2011.
3. Bobtsov A.A., Pyrkin A.A., Kolyubin S.A., Kapitonov A.A., Feskov A.D., Vlasov S.M., Krasnov A.Y., Khovanskiy A.V., Shavetov S.V. Lego Mindstorms NXT for Students' Research Projects in Control Field // 9th IFAC Symposium Advances in Control Education. – 2012.

УДК 663.241

ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ ИЗ ДУБОВОЙ СТРУЖКИ ЯБЛОЧНЫМИ СПИРТОВЫМИ ДИСТИЛЛЯТАМИ

И.А. Тимшина

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Б. Тишин

Представлены результаты экспериментального исследования влияния кислорода на процесс экстрагирования веществ из дубовой стружки яблочными дистиллятами. Во время выдержки было замечено снижение количества кислорода воздуха, расходуемого на окислительные процессы. Проведена математическая обработка данного процесса и получены два уравнения, описывающие процесс окисления компонентов спирта и изменения содержания кислорода в процессе выдержки.

Ключевые слова: выдержка, яблочный дистиллят, кислород, экстрагирование.

Введение

Технология получения крепких алкогольных напитков, таких как бренди, коньяк, кальвадос, ром, виски предусматривает такую технологическую операцию, как выдержка спиртовых дистиллятов в контакте с древесиной дуба.

Вкус и аромат большинства спиртных напитков сразу после перегонки (дистилляции) лишь отдаленно напоминают вкус и аромат готового продукта. После резких и значительных изменений химического состава напитка вследствие брожения и дистилляции его компоненты в ходе выдержки продолжают участвовать в медленнотекущих реакциях с постепенным изменением вкусо-ароматических свойств, достигая состояния равновесия. Сложность состава многих спиртных напитков, включая яблочный бренди (кальвадос), при выдержке в бочках еще более возрастает из-за действия окисления и экстракции соединений из древесины дуба [1].

Выдержку спиртов производят в помещениях, позволяющих поддерживать температуру воздуха 15–25°C и относительную влажность 75–90%. Спирты выдерживают в дубовых бочках, отвечающих требованиям ТУ 10.24.30-90 и также в стальных эмалированных резервуарах с погруженной дубовой клепкой.

При длительной резервуарной выдержке в спиртах происходит ряд сложных физико-химических процессов. В спирт переходят из дубовой древесины растворенные высокомолекулярные соединения (лигнин, танины, гемицеллюлоза, ароматические вещества, органические кислоты, красящие вещества), способствующие формированию как букета, так и цвета и структуры напитка.

Реакции между компонентами спирта и древесины протекают в порах клепки, куда проникает кислород воздуха. Поглощение кислорода зависит от содержания в

спирте экстракта веществ древесины. На первых порах происходит образование перекисей, которые в дальнейшем вызывают окисление компонентов спирта, что необходимо для формирования сложного букета напитка [1].

Физические и химические процессы, протекающие при выдержке яблочных спиртов с древесиной дуба

Экстрагирование. Сложность состава многих спиртных напитков, включая яблочный бренди (кальвадос), при выдержке в бочках еще более возрастает из-за действия окисления и экстракции соединений из древесины дуба. Под действием медленного окисления в отсутствие экстракции древесных соединений происходят менее интенсивные изменения. Из физических процессов, происходящих при выдержке яблочных спиртов, наибольшее значение имеют процессы экстракции, поглощения, испарения [1].

Контакт спирта с древесиной дуба в процессе выдержки приводит к экстрагированию из нее фенольных веществ (лигнина, танинов, флавоноидов, фенолкарбоновых кислот), углеводов (ксилана, арабана, глюкана, метилпентозанов), азотистых веществ (белковых соединений, аминокислот), липидов, минеральных веществ (калия, натрия). Экстрагирование происходит из слоя клепок толщиной до 1 мм. Смачивание клепок спиртом проходит на большую глубину – 8–12 мм, в более глубокие слои он диффундирует в парообразном состоянии. Интенсивность экстрагирования веществ из клепок яблочным спиртом усиливается при понижении его рН, а также повышении температуры выдержки. Перешедшие из клепок соединения участвуют в различных химических превращениях, в результате которых формируется цвет, вкус и аромат кальвадоса [1].

Испарение. При выдержке в дубовых бочках имеют место потери яблочного спирта вследствие его поглощения древесиной дуба, а также испарения. Величина поглощения определяется пористостью древесины, температурой, крепостью спирта, удельной площадью поверхности бочек. Скорость поглощения спирта древесиной дуба прямо пропорциональна давлению и обратно пропорциональна вязкости. Она будет большей в бочках, закрытых плотно шпунтами, при повышении температуры выдержки спирта, поскольку в этом случае имеет место рост давления в бочках. При выдержке старых экстрактивных спиртов скорость поглощения их клепками уменьшается в связи с повышением их вязкости. Величина поглощения больше в бочках с большей удельной площадью поверхности (меньшего объема) [1].

Окисление. При выдержке спиртов в резервуарах рекомендуется периодически подавать кислород и проводить подогрев выдерживаемого спирта.

Окислительно-восстановительные процессы идут в порах дубовых клепок, а также в спирте при наличии в нем растворенного кислорода, перекисей и тяжелых металлов. Кислород диффундирует в спирт через шпунтовые отверстия бочек, стыки и уторы. Растворившийся кислород частично связывается в перекиси. Его распределение в бочке неравномерно. Наибольшая концентрация обнаруживается в верхнем слое (11,6–14,3 мг/л), более низкая – в нижних слоях (6,4–8,3 мг/л). Такая же зависимость наблюдается и для перекисей. Их количество увеличивается по мере выдержки спирта [1].

Окислительные процессы в спирте проходят через промежуточное образование свободных радикалов. Их содержание увеличивается в старых спиртах. В клепках бочек свободные радикалы сконцентрированы в слое толщиной до 0,1 мм, что связано с высокой зольностью этого слоя (24%) и, главное, с высоким содержанием меди в золе

(33,2%) [1].

При выдержке спиртов происходит окисление и образование альдегидов. Источником альдегидов могут быть также аминокислоты, подвергающиеся окислительному дезаминированию и последующему декарбоксилированию.

Ароматические альдегиды образуются в результате окисления соответствующих ароматических спиртов, возникающих при гидролизе лигнина. Образование альдегидов интенсифицируется в присутствии ортофенолов и фенолов с рядовыми гидроксильными группами в бензольном кольце. В результате окисления альдегидов в яблочном спирте накапливаются органические кислоты, например уксусная. При окислительном дезаминировании образуются кетокислоты. Следствием окислительных процессов может быть образование в яблочном спирте других продуктов. Так, при окислительном распаде лигнина могут образовываться фенолкарбоновые кислоты, декарбоксилирование которых приводит к появлению летучих фенолов. Последним относится роль в формировании аромата кальвадосного спирта [2].

Активную роль в окислительных процессах играют фенольные соединения. Продукты их окисления влияют на вкус конечного продукта, участвуют в образовании окраски. При их окислении в щелочной среде образуются стойкие темно-коричневые соединения [2].

Исследование процесса экстрагирования веществ из дубовой стружки в яблочных дистиллятах

Для проведения эксперимента использовали яблочный дистиллят крепостью 55% по объему (таблица).

Таблица. Физико-химические показатели яблочного дистиллята

	Крепость, % об.	Количество растворенного кислорода, мг/дм ³	pH	Фенольные вещества, мг/дм ³
Яблочный дистиллят	55	7,15	3,7	340

Было приготовлено 4 образца, в которые предварительно вносилась дубовая стружка со 100% проходом через сито диаметром 1 мм. Доза внесения составила 10 г стружки на 1 л дистиллята. Затем исследуемые образцы термостатировали. Изменение концентрации кислорода в процессе выдержки замерялось ежедневно в течение первой недели выдержки.

Во время выдержки было замечено снижение количества кислорода воздуха. Это можно объяснить тем, что кислород расходуется на окислительные процессы. В процессе подбора зависимости, описывающей данный процесс, было выявлено, что данному процессу подходят два уравнения.

В первом уравнении – модели Харриса (название модели взято из программы CurveExpert) при увеличении времени выдержки яблочного дистиллята концентрация кислорода стремится к 0, что соответствует уравнению

$$x(\tau) = \frac{1}{(a+b\tau^c)}. \quad (1)$$

Данное уравнение описывает процесс, когда в яблочном дистилляте весь кислород расходуется на окислительные процессы образования перекисей и на образование свободных радикалов, которые далее участвуют в реакциях образования альдегидов из аминокислот и ароматических спиртов, далее окисляющихся до органических кислот. На рис. 1 данный процесс при разных температурах показан сплошными линиями.

Но в то же время, во втором уравнении – модели логистик (название модели взято из программы CurveExpert) при увеличении времени выдержки концентрация

стремиться к постоянной величине, что соответствует уравнению

$$x(\tau) = \frac{a'}{(1+b' \cdot e^{(-c'\tau)})}. \quad (2)$$

Данное уравнение имеет место в случае, когда изначальная концентрация кислорода выше необходимого для процессов окисления количества. На рис. 1 данный процесс показан пунктирными линиями.

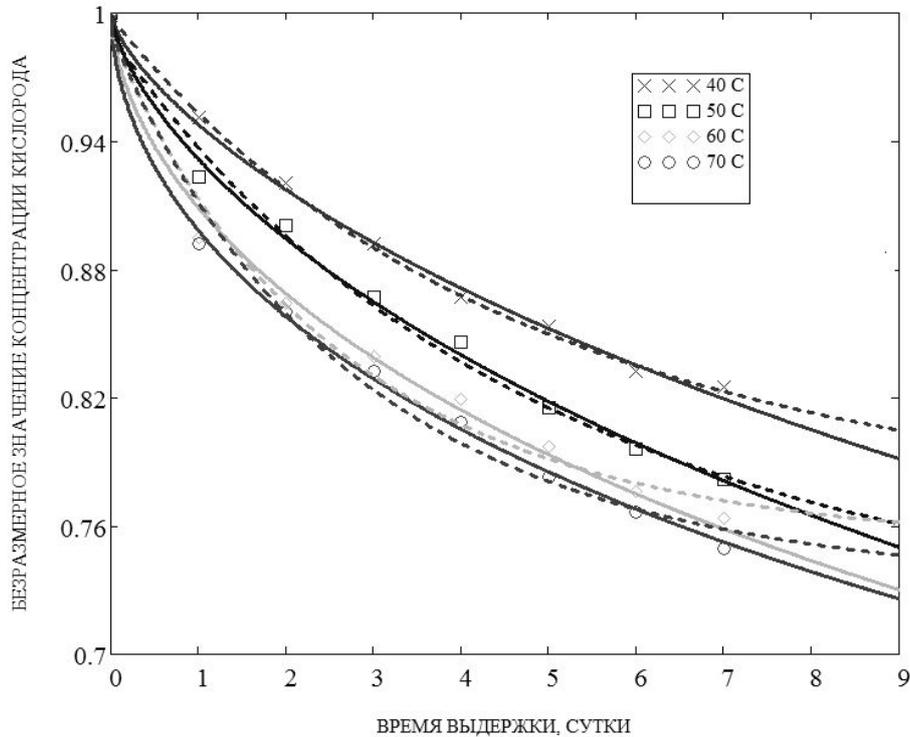


Рис. 1. Изменение концентрации кислорода в зависимости от температуры

Тогда в уравнениях (1) и (2) коэффициенты a , b , c будут зависеть от температуры. На основании обработки экспериментальных данных было установлено, что коэффициент a можно принять постоянным и равным 1, а коэффициенты b и c описать уравнениями:

$$b(T) = \frac{0,1}{(1+46,6 \cdot e^{-0,09 \cdot T})}, \quad (3)$$

$$c(T) = 0,72 - 0,3 \cdot e^{-10^6 \cdot T^{-8,96}}. \quad (4)$$

При увеличении температуры b увеличивается, а показатель степени c снижается до постоянного значения (рис. 2).

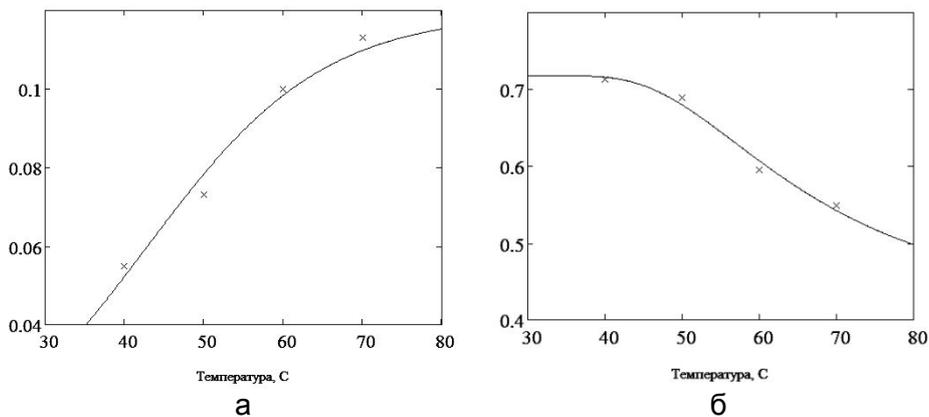


Рис. 2. Зависимость коэффициента b (а) и c (б) от температуры

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что система уравнений (1)–(4) позволяет рассчитать значения концентрации кислорода в любой момент времени и при необходимости принять меры либо для дополнительного азирования, либо прекращения процесса.

Литература

1. Ли Э., Пигготт Дж. Спиртные напитки: особенности брожения и производства. Под ред. А.Л. Панасюка / Перевод с англ. 2 изд. – СПб: Профессия, 2006. – 552 с.
2. Писарницкий А.Ф., Рубения Т.Ю. Нежелательный запах древесины дуба // Виноделие и виноградарство. – 2006. – № 6. – С. 10–11.
3. Оганесяец Л.А., Коровин В.В., Аксенов П.А. Изменчивость структуры древесины дуба и ее пригодность для выдержки винодельческой продукции // Виноделие и виноградарство. – 2006. – № 5. – С. 10–11.

УДК 334.021

ОЦЕНКА «УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА» В КОРПОРАТИВНОМ УЧЕТЕ: ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

А.С. Трофимова

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

В статье рассматриваются международные стандарты в сфере углеродной маркировки продукции, применение которых в продуктовой цепочке позволяет повысить информированность потребителей и определить возможные пути снижения выбросов парниковых газов и повысить энергоэффективность за счет применения технических и компенсационных мер.

Ключевые слова: углеродный след, экологическая маркировка, углеродная маркировка, продуктовая цепочка.

Как известно, проблема изменения климата возникла в результате выбросов парниковых газов (ПГ), образующихся при сжигании углеводородного топлива и в технологических процессах в промышленности и сельском хозяйстве. Необходимость реализации международных обязательств по снижению эмиссии парниковых газов и национальной программы повышения энергоэффективности подтверждают актуальность темы исследования.

Исследование проводилось с целью изучения потенциала снижения выбросов ПГ в продуктовой цепочке продукции пищевой промышленности мерами энергоэффективности.

Для достижения указанной цели был выполнен анализ международных корпоративных стандартов и руководств по учету и отчетности выбросов ПГ и возможностей их применения для оценки выбросов ПГ в производстве пищевых продуктов; определение выбросов ПГ в границах жизненного цикла продукции мясной отрасли и расчет углеродного следа продукции.

В настоящее время инвентаризация выбросов ПГ на уровне государства проводится в основном по методике, разработанной Межправительственной группой экспертов по изменению климата и оценивает только прямые выбросы ПГ, образующиеся непосредственно от источников, принадлежащих или контролируемых организацией. К ним относятся стационарные и передвижные источники сжигания топлива, технологические выбросы, а также неорганизованные утечки газов из оборудования и трубопроводов. Однако, в соответствии с рекомендациями Британской организации по стандартизации, приведенными в стандарте корпоративного учета и

отчетности выбросов ПГ, следует учитывать не только прямые выбросы от источников предприятия (область 1), но и косвенные выбросы в границах жизненного цикла (область 2) и цепочки поставок (область 3). Область 2 включает косвенные выбросы в результате потребления электроэнергии, пара, горячей и охлаждающей воды, произведенные вне границ предприятия. Область 3 включает прочие косвенные выбросы в границах жизненного цикла продукции и корпоративных цепочек поставок: выбросы ПГ, выделяющиеся в процессе добычи и переработки сырья, производства, транспортировки продукции на рынок, розничной деятельности и аутсорсинговых услуг, оказываемых третьими сторонами

На уровне предприятия получили распространение корпоративные стандарты и руководства по отчетности по выбросам ПГ, которые являются практическими инструментами для измерения и мониторинга, ведения учета и отчетности по выбросам парниковых газов (табл. 1).

Таблица 1. Международные корпоративные руководства и стандарты

№ п/п	Название руководства/стандарта	Дата опубликования, год	Учитываемые ПГ	Область 1	Область 2	Область 3
1	Протокол ПГ. Стандарт учета и отчетности	2001, 2004	6 парниковых газов	+	+	необязательная отчетность
2	ISO 14064-1, 2, 3. Учет и контроль ПГ	2006	6 парниковых газов	+	+	необязательная отчетность
3	PAS 2050. Технические требования по оценке эмиссии парниковых газов на протяжении жизненного цикла товаров и услуг	2008	все ПГ	+	+	+
4	PAS 2060. Технические требования для демонстрации углеродной нейтральности	2010	все ПГ	+	+	+
5	Протокол ПГ. Стандарты продукции и цепочки поставок	2011	все ПГ	+	+	+
6	ISO 14067-1, 2. Углеродный след продуктов	2014	Все ПГ	+	+	+
7	Совет по стандартизации в области информирования по вопросам изменения климата	2012	6 парниковых газов	+	по желанию владельца	необязательная отчетность

В 2001 году были разработаны первые стандарты корпоративного учета выбросов ПГ (Corporate Accounting and Reporting Standards), которые основывались на опыте ведущих экспертов, представителей бизнеса, негосударственных организаций, государственных органов и ассоциаций. Апробация стандартов была проведена в более чем 30 компаниях в девяти странах мира.

Для продукции пищевой отрасли самым распространенным документом для учета и отчетности выбросов ПГ является «PAS 2050. Технические требования по оценке

эмиссии парниковых газов на протяжении жизненного цикла товаров и услуг» (2008 год). Данный стандарт разработала компания Carbon Trust и Британская организация по стандартизации при содействии Министерства Великобритании по вопросам экологии, пищевой и сельскохозяйственной продукции. Экологическая маркировка «carbonfootprint» («углеродный след») является результатом сертификации и верификации продукции соответствию данному стандарту и информирует потребителей об экологической ответственности компании.

Добровольное применение корпоративных методик позволяет компаниям оценивать выбросы ПГ как по отдельным стадиям жизненного цикла продукции, так и в полном жизненном цикле продукции, включая получение сырья, производство, транспортировку, хранение, использование продукции и утилизацию отходов. В свою очередь это способствует снижению энергоемкости и себестоимости продукции, повышению эффективности использования материальных и энергетических ресурсов, снижению экологических рисков, что дает конкурентные преимущества, как на внутреннем, так и внешнем рынке.

Положительными эффектами от реализации взятых добровольных обязательств по декарбонизации в России могут стать привлечение иностранных инвестиций в рамках механизмов совместного осуществления и чистого развития, внедрение и развитие низкоуглеродных технологий, использование возобновляемых источников энергии и эффективное использование энергоресурсов. В дополнение экологический эффект от снижения эмиссии ПГ позволит улучшить экологическую обстановку и качество жизни населения, а компаниям – получить конкурентные преимущества на внешнем рынке и создать «зеленый» имидж.

На основе Международной методики инвентаризации выбросов парниковых газов произведены расчеты углеродного следа для областей 1 и 3 для продукции мясной отрасли. Полученные результаты показаны в табл. 2. При расчете использовались данные исследования жизненного цикла продукции российского мясоперерабатывающего предприятия производственной мощностью около 75 т мясных изделий в сутки, оснащенного современным технологическим оборудованием и собственной ТЭЦ.

Таблица 2. Результаты расчета углеродного следа в границах жизненного цикла, кг/т мясной продукции

Наименование стадии жизненного цикла	CO ₂ -экв
Выращивание скота на ферме, в том числе	50 618,14
без учета выбросов ПГ животного происхождения	1079,14
Убой скота	20,42
Производство колбасных изделий, в том числе:	2 33,22
взвешивание, шприцевание	11,71
созревание, сушка, копчение	2 12,20
упаковка продукции	9,31
Итого:	508 71,78

Прямые выбросы ПГ (область 1) образуются в стационарном источнике на ТЭЦ предприятия, а также в технологических процессах при составлении фарша, шприцевании, созревании колбасы в осадочной камере, сушке и холодном копчении.

На стадии выращивания скота на животноводческой ферме и в убойном цехе образуются косвенные выбросы парниковых газов (область 3). На стадии выращивания крупного рогатого скота и свиней основная масса выбросов метана образуется в результате внутренней ферментации животных, а также за счет процессов выращивания, поения и кормления, хранения навоза, мойки и дезинфекции помещений для содержания скота.

Производство колбасных изделий имеет существенный потенциал снижения выбросов ПГ, а повышения энергоэффективности заключается в процессах созревания, копчения и сушки. Однако компенсационные меры, например, за счет строительства биогазовой станции на животноводческой ферме позволят в значительно большей степени снизить выбросы ПГ в продуктовой цепочке мясных продуктов.

Расчет углеродного следа может быть полезен для выявления наиболее эффективных направлений снижения выбросов ПГ и увеличения энергоэффективности, так как прямые и косвенные эмиссии выбросов ПГ связаны с процессами сжигания углеродного топлива и получения энергии и технологическими процессами производства.

Литература

1. Carbon disc losure project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cdproject.net>, своб.
2. The Carbon Trust [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.carbontrust.co.uk>, своб.
3. Reporting Green House Gases Emissions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://petrolog.typepad.com/climate_change/2010/01/reporting-ghg-emissions.html, своб.
4. The Green house Gas Protocol [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ghgprotocol.org>, своб.
5. The International Organization for Standardization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org>, своб.
6. Зинченко АВ. Международная методика инвентаризации выбросов парниковых газов. Справочно-методическое пособие. – СПб: НПК «Атмосфера», 2003. – 56 с.
7. Проект BSI – по оценке углеродного следа продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.carbontrust.co.uk/Publications/pages/publicationdetail.aspx?id=>, своб.
8. Сергиенко О.И. Управление продовольственной безопасностью в контексте перехода к низкоуглеродной экономике // Экономика и экологический менеджмент. ЭНЖ. – 2012. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economics.open-mechanics.com/journals>, своб.
9. Сергиенко О.И., Трофимова А.С. Экологические критерии в продуктовой цепочке: международный опыт // Экономика и экологический менеджмент. – 2012. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economics.open-mechanics.com/journals>, своб.
10. Стандартизация в области экологии. Все о качестве. Отечественные разработки. – 2010. – М.: НТК «Трек». – Вып. № 6(69). – 80 с.

УДК 334.021

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УРОВНЕЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.А. Тютрюмова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.Е. Копыльцова

Для исследования современных уровней потребления хлебной продукции следует определить экологическое воздействие предприятий хлебной отрасли и выявление степени соответствия технологиям и требованиям, в соответствии с которыми негативное воздействие снижается до уровня наилучших экологически безопасных мировых технологий. Для реализации данной цели был оценен современный уровень потребления материальных и энергетических ресурсов, а также воздействие на окружающую среду хлебопекарного производства в нашей стране.

Ключевые слова: хлебная продукция, современные уровни потребления ресурсов, воздействие на окружающую среду хлебопекарного производства.

Хлебопекарная промышленность Российской Федерации является одним из ведущих секторов агропромышленного комплекса. В стране насчитывается более 10 тыс. хлебозаводов (в том числе 1,5 тыс. крупных) и пекарен, способных вырабатывать ежедневно 50 тыс. тонн хлебобулочных изделий. Материально-техническая база хлебозаводов и пекарен общей годовой мощностью производства 13783,5 тыс. тонн хлебобулочных изделий позволяет устойчиво обеспечивать потребность населения в хлебе, удовлетворять вкусы потребителей, учитывать традиционные и национальные требования, вырабатывать на одного человека 100 кг в год. Одновременно в стране имеются мощности для выпечки хлеба в полевых и экстремальных условиях, для выработки хлеба длительного хранения и хлеба специального назначения.

Рынок большинства сортов хлебобулочных изделий носит ярко выраженный региональный характер. Это отражается в колебаниях показателя производства на душу населения по федеральным округам России (рис. 1).

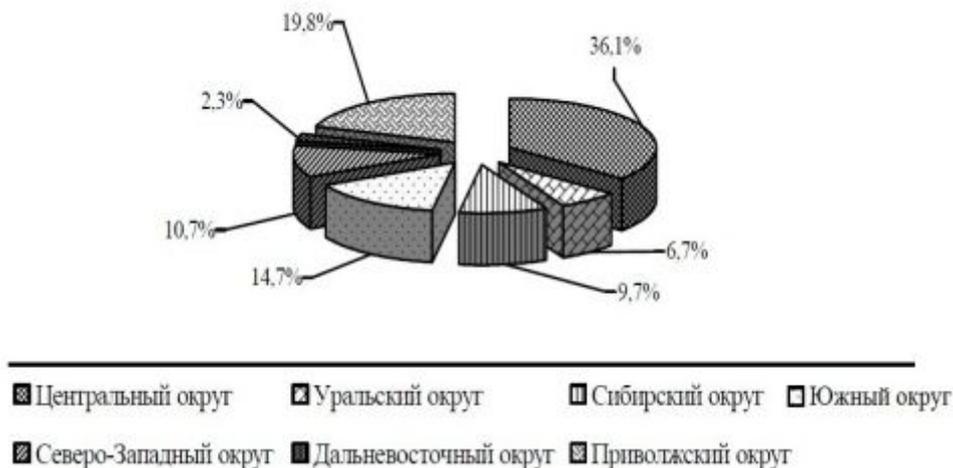


Рис. 1. Распределение по федеральным округам мощностей по производству хлебобулочных изделий в России

Предприятия по выработке хлебобулочных изделий в стране строили в дореформенный период с учетом численности потребителей конкретного вида продукции, и сейчас мощности хлебопекарной отрасли сосредоточены в основном в Центральном, Приволжском и Южном федеральных округах, на долю которых приходится 36,1%, 19,8% и 14,7% соответственно, т.е. более 70%.

По данным Росстата, индекс производства хлеба и хлебобулочных изделий в

январе–июне 2011 года по сравнению с соответствующим периодом 2010 года составил 99,3% (рис. 2). Такое снижение объемов выработки хлебобулочной продукции в стране определялось потребительским спросом.

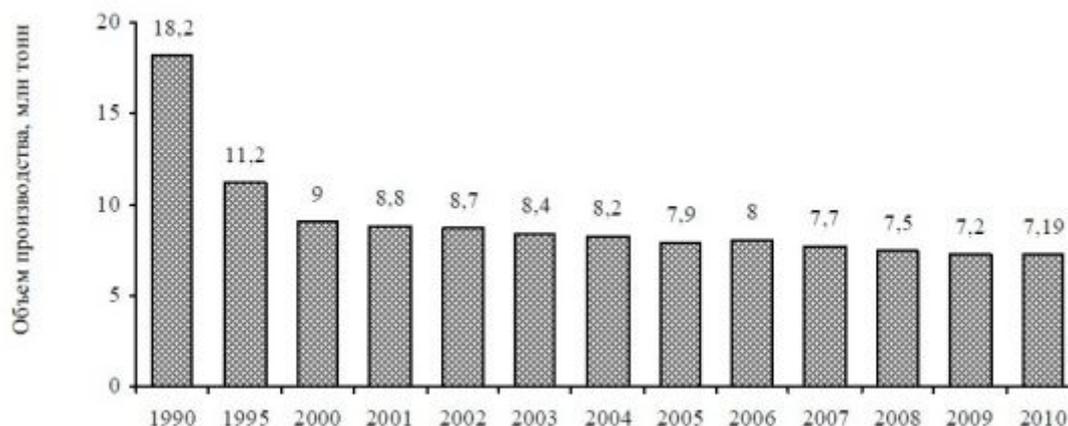


Рис. 2. Динамика производства хлебобулочных изделий в России

Для предприятий хлебопекарной промышленности, не являющихся в целом чрезвычайно опасными с позиции воздействия на окружающую среду, актуальным становится выявление стадий производства, потребляющих наибольшее количество сырьевых и энергетических ресурсов и создающих наибольшую экологическую нагрузку, а также выбор способов экономии ресурсов и путей снижения вредного воздействия хлебопекарных предприятий.

Целью данного исследования является определение экологического воздействия предприятий хлебной отрасли и выявление степени соответствия технологиям и требованиям, в соответствии с которыми негативное воздействие снижается до уровня наилучших экологически безопасных мировых технологий.

Для реализации данной цели необходимо оценить воздействие на окружающую среду хлебопекарного производства в нашей стране и современный уровень потребления материальных и энергетических ресурсов.

Хлебопекарные предприятия выбрасывают в атмосферу вредные вещества в составе:

- различные виды органической пыли (мучная, сахарная) при приеме, хранении и подготовке сырья;
- пары этилового спирта и углекислого газа при брожении теста;
- пары этилового спирта, летучих кислот (уксусной) и альдегидов (уксусных) при выпечке хлебобулочных изделий;
- акролеин при выпечке формового и подового хлеба;
- пары этилового спирта, летучих кислот (уксусной), альдегидов (уксусных) при остывании и хранении выпеченных изделий;
- окись углерода и окислы азота от хлебопекарных печей при использовании в качестве топлива природного газа;
- пыль древесная, сварочный аэрозоль, окислы марганца, аммиак, окись углерода и окислы азота, пары щелочи – от вспомогательного производства.

Технологические выбросы – этанол, уксусная кислота, уксусный альдегид – в основном выделяются в пруферах, печах и на стадиях остывания хлеба. Пары этих веществ удаляются из пекарных камер по вытяжным каналам за счет естественной тяги и выбрасываются в атмосферу через металлические трубы или шахты высотой не менее 10–15 м.

На хлебопекарных предприятиях топливо расходуется непосредственно в топочных устройствах хлебопекарных печей для обогрева канальных систем и

пекарных камер, где протекает процесс выпечки хлебных изделий, и в топках котлов для получения пара и горячей воды, расходуемых на технологические и подсобные нужды производства.

Если дымовые трубы печей и котлов соединены в одну общую трубу, то в дымовых газах, как правило, присутствуют компоненты технологических выбросов.

Практически все источники выбросов мучной пыли находятся на складах. Это могут быть как организованные источники – при наличии аспирационных установок (зачастую в сочетании с рукавными фильтрами, циклонами и др.), так и неорганизованные (окна и т.п.).

Количество выбрасываемых загрязняющих веществ определяется в зависимости от годовой выработки продукции предприятием. Например, хлебозавод производительностью 8000 т/год продукции имеет выбросы:

- этанол – 8880 кг/год;
- уксусная кислота – 800 кг/год;
- уксусный альдегид – 320 кг/год;
- мучная пыль – 192 кг/год.

Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ хлебопекарного производства на 1 т продукции по технологическим операциям представлены в таблице.

Таблица. Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при производстве единицы продукции для различных источников

Технологические операции	Выбросы загрязняющих веществ, кг/т продукции				
	пыль мучная	этиловый спирт	летучие кислоты (уксусная)	альдегиды (уксусные)	акролеин
Прием, хранение и подготовка сырья	0,017	–	–	–	–
Выпечка	–	1,6	0,155	0,03	$0,676 \cdot 10^{-6}$
Остывание и хранение выпеченных изделий	–	0,2	0,03	0,002	–

Производственные сточные воды на хлебопекарнях образуются в результате мойки сырья (яиц, изюма и т.п.), технологического оборудования и лотков. Среднегодовое количество сточных вод на единицу выпускаемой продукции (1 т хлеба) для хлебозаводов и пекарен производительностью до 20 т хлеба в сутки при прямоточной системе водоснабжения составляет $3,9 \text{ м}^3$, а для предприятий производительностью от 30 до 140 т хлеба в сутки $2,3\text{--}1,5 \text{ м}^3$. Коэффициент неравномерности поступления стоков летом и зимой равен единице. По характеру загрязнений производственные стоки хлебозаводов делятся на воды, загрязненные мукой и мучными примесями, и воды, полученные от охлаждения теплообменных аппаратов, имеющих специфические загрязнения, а также хозяйственно-бытовые. Степень загрязнения сточных вод по данным некоторых исследований различна.

Характерными загрязняющими веществами являются: химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода, взвешенные вещества, анионные поверхностно-активные вещества, жиры. Также в составе сточных вод наблюдаются микроорганизмы, которые попадают в воду в результате мойки сырья.

Характеристика стоков на сбросе с площадки хлебозаводов различной мощности определяется в зависимости от ассортимента, наличия кондитерских цехов, мощности систем обратного водоснабжения.

В хлебопекарной промышленности, как и в любой другой, образующиеся отходы производства делятся на возвратные и безвозвратные.

К возвратным отходам (используемым) относят отходы, образующиеся в основном производстве – горбушки сухарных плит, остающиеся при резке плит на

сухари; отходы, отбираемые на отдельных стадиях технологического процесса; лом от апробации изделий при отбраковке и возврат остатков готовой продукции из лаборатории после анализа; лом и деформированные изделия, отбираемые после выпечки, охлаждения, внутрицеховой транспортировки и укладки; отходы, образующиеся при переходе с выпечки одного вида изделий на другой и в период пуска и остановки печей и др.

Неиспользуемые (безвозвратные) отходы: выбой из мешков и смет муки, крахмала, сахара и другого сырья, отходы при зачистке оборудования, выпеченные тестовые отходы, горелые изделия, а также все виды санитарного брака для выработки продукции не допускаются. К безвозвратным отходам также относятся безвозвратная тара (полиэтиленовая), отходы бумаги и картона, отходы скорлупы яичной и т.д. К реализуемым отходам относят: мучной смет, собранный в производственных цехах и мучных складах; мучной выбой от вытряхивания мешков; хлебную крошку; отходы от очистки тестомесильного и тесторазделочного оборудования. Данные отходы могут реализовываться сторонним организациям (например, на корм скоту). Остальные отходы подлежат утилизации, переработке или захоронению.

Хлебопекарные предприятия имеют в основном от 17 до 21 видов отходов, из них к наиболее опасным относят:

- люминесцентные лампы и кислотнo-свинцовые аккумуляторы (1-ый класс опасности);
- отработанные масла, кислотный и щелочной электролиты (2-ой класс опасности);
- ветошь замасленная (3-ий класс опасности);
- теплоизоляционные отходы, лом черных и цветных металлов, изношенные резинотехнические изделия, отработанные абразивные круги (4-ый класс опасности);
- и др.

Наиболее опасные отходы образуются от вспомогательных производств.

В целях гармонизации с европейским законодательством в области охраны окружающей среды в России разработан проект закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий», который предусматривает введение технологического нормирования на основе наилучших доступных технологий (НДТ) в нашей стране.

В данном законопроекте в качестве одного из критериев определения НДТ относится наименьшие объемы и(или) уровни воздействия на окружающую среду в расчете на единицу производимой продукции (работы, услуги). В настоящее время в России действуют «Методические указания по нормированию, учету и контролю выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий» (1996 год), которые позволяют рассчитать выбросы в атмосферный воздух мучной пыли, этанола, ацетальдегида и уксусной кислоты в пересчете на 1 т хлеба из ржаной и пшеничной муки или их смеси. С момента разработки методических указаний прошло более 15 лет, на многих хлебозаводах было выполнено переоснащение технологических линий, за последние 10 лет ассортимент выпускаемой хлебобулочной продукции сильно расширился и изменился. Таким образом, данный нормативный документ нуждается в пересмотре и изменении.

Разработанный в Европейском Союзе справочный документ по НДТ в области производства пищевых продуктов, напитков и молока (BREF Food, Drink and Milk Production) содержит некоторые рекомендации по наилучшим технологиям хлебопечения, однако, сравнение зарубежных и российских компаний и проведение аналогий осложняется тем, что мощности предприятий сильно разнятся – в Европе за некоторым исключением хлеб производится в небольших пекарнях, тогда как в России

подобная практика только начинает получать распространение, а пока хлебобулочные изделия чаще всего выпускаются крупными и средними заводами.

Задача дальнейшего исследования заключается в определении НДТ производства хлебной продукции на российских предприятиях различных профиля и мощности.

Литература

1. ВНТП 02-92. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. Часть I. Хлебозаводы. – Введ. 01.01.1992. – М., 1992. – 82 с.
2. Медведев П.В., Степанов А.С. Регулирование воздействий хлебопекарного производства на окружающую среду // Вестник ОГУ. – 2004. – № 2. – С. 122–126.
3. Методические указания по нормированию, учету и контролю выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий. – М.: АО «Росхлебопродукт», 1996.
4. Королева Е.Б., Жигилей О.Н., Кряжев А.М., Сергиенко О.И., Сокорнова Т.В. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы. – СПб: ООО «Ай-Пи», 2011. – 123 с.
5. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.

УДК 637.143

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИННО-АППАРАТУРНОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

А.В. Чеботарь

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Г. Новоселов

Рассмотрены основные проблемы производства пищевого этанола. В целях повышения рентабельности спиртового производства предложена конструкция аппарата для последовательного проведения трех стадий технологического процесса производства этанола из зернового сырья. Исследованы реологические характеристики водно-зерновых суспензий. Получены уравнения начальных значений эффективной вязкости $\mu_{эфф}$ для определенного гидромодуля и скорости сдвига.

Ключевые слова: этанол, крахмалсодержащее сырье, спиртовая отрасль, ячмень.

Введение

Радикальные изменения, произошедшие в структуре российской экономики за последние 20 лет, поставили перед отечественными производителями серьезные проблемы, связанные с конкурентной борьбой за рынки сбыта. Эти изменения в не меньшей мере затронули и спиртовую отрасль промышленности, что выразилось в недостаточных объемах производства этилового спирта (этанола) отечественными предприятиями.

Снижение себестоимости производства этанола является актуальной задачей для спиртовой отрасли промышленности [1]. К настоящему времени известно, что поиск путей совершенствования производства этанола ведется по нескольким направлениям, которые можно сгруппировать следующим образом:

- направления, связанные с подготовкой и обработкой зернового сырья к сбраживанию;
- направления, связанные с интенсификацией процесса брожения;
- направления, связанные с интенсификацией тепло-массообменных процессов в технологических аппаратах.

Однако данные направления совершенствования производства этанола не позволяют кардинально решить поставленную выше задачу. Анализ современных технологических схем производства этанола показывает, что для их реализации необходимо иметь, как минимум, 8 технологических аппаратов. В этих аппаратах проводится каждый отдельно взятый процесс, обусловленный принятой технологией [2].

В этой связи автором рассмотрено принципиально новое направление, связанное с упрощением машинно-аппаратурной схемы производства этанола. Одной из актуальных задач является разработка нового несложного в изготовлении и надежного в эксплуатации малоэнергоёмкого оборудования, позволяющего проводить в нем, последовательно, несколько стадий технологического процесса на основе теоретических и экспериментальных исследований, которая позволила бы достигнуть сформулированной выше цели.

В последнее время большое внимание со стороны отечественных исследователей уделяется производству этанола из ячменного зерна [3–10].

Таким образом, в качестве зернового сырья, в данной работе использовался ячмень, как перспективный возобновляемый источник углеводов для получения этанола. На основе этого сырья проводились все технологические расчеты, выбирались режимы водно-тепловой и ферментативной обработки (ВТФО) при апробировании предложенной в дальнейшем конструкции аппарата.

Предлагаемая конструкция аппарата для последовательного проведения трех стадий технологического процесса производства этанола из зернового сырья

Рассмотрев процессы, реализующие водно-тепловую и ферментативную подготовку крахмалсодержащего сырья к брожению, и непосредственно процесс брожения, можно сделать вывод о том, что проведение этих процессов возможно в одном аппарате. Наиболее перспективной конструкцией такого аппарата автор считает кожухотрубный струйно-инжекционный ферментатор (КСИФ) [11], предназначенный для проведения процесса культивирования хлебопекарных дрожжей. Он обладает высокими тепло-массообменными характеристиками, что позволяет использовать его для решения поставленных выше задач. Учитывая специфику процессов, которые предполагалось проводить в одном аппарате, конструкция КСИФ была несколько модернизирована и получила название кожухотрубный струйно-инжекционный бродильный аппарат (КСИБА). Подробное описание КСИБА представлено в работе [1].

Предварительные испытания показали, что проведение выше указанных процессов в этом аппарате вполне реально. Однако для создания научно-обоснованной методики расчета КСИБА возникает задача исследования гидродинамики многофазной среды по рабочему объему аппарата. Анализ научно-технической литературы по этому вопросу показал, что таких исследований не проводилось. Сложность ситуации заключается в том, что крахмалсодержащее сырье, из которого предполагается получение спирта, после механической обработки и смешения с водой, представляет собой сложную по химическому и структурному составу систему. Водно-зерновая суспензия образует подвижную среду, обладающую сложными реологическими свойствами. Поэтому на первоначальном этапе необходимо изучить реологические свойства этой среды, которые изменяются не только во времени, но и при изменении температуры. В этой связи исследования были разделены на два этапа:

1. изучение реологических свойств водно-зерновой суспензии в процессе подготовки суслу к сбраживанию и подбор ферментных препаратов;
2. изучение гидродинамических характеристик многофазных потоков при их движении по трубам КСИБА.

Предполагаемые результаты внедрения КСИБА

После внедрения КСИБА в технологическую схему производства спирта и при последовательном проведении трех технологических стадий в нем существенно упрощается машинно-аппаратурное оформление, что позволит:

- уменьшить капитальные затраты на создание производства, частично исключив крупногабаритную емкостную аппаратуру;
- уменьшить затраты на обвязку технологического и вспомогательного оборудования технологическими трубопроводами, а также системами КИП и автоматики;
- снизить производственные площади под размещение оборудования;
- снизить потребление энергоресурсов;
- снизить затраты на ремонт и мойку оборудования.

Характерные особенности изменения реологических свойств водно-зерновых суспензий в процессе ВТФО зернового сырья

Анализ научных публикаций по реологическим характеристикам водно-зерновых суспензий [3, 6–9] показывает, что представленные данные носят крайне поверхностный характер, так как большинство исследователей не ставили своей задачей получение расчетных зависимостей для предсказания коэффициентов эффективной вязкости в широком диапазоне изменяющихся исходных параметров зерна и рабочих параметров процесса. В основном ставилась задача получить данные по относительному снижению эффективной вязкости суспензии при применении того или иного ферментного препарата, того или иного температурного режима и т.п.

Проведенные автором предварительные исследования реологических характеристик водно-зерновых суспензий, без применения каких-либо ферментных препаратов в диапазоне изменения температуры 20–90°C, позволили получить некоторые общие закономерности изменения эффективной вязкости при начальной концентрации твердой фазы в суспензии и скорости сдвига. Все результаты исследований были выполнены на ротационном вискозиметре марки R2. Диапазон изменения скорости сдвига $\dot{\gamma}$ составлял 1–437,4 с⁻¹.

В отличие от ранее опубликованных данных в работах [4, 5] эксперименты проводились по измененной методике. В работе [4] эксперимент проводился следующим образом. Заранее подготовленная к реологическим измерениям проба водно-зерновой суспензии в объеме 30 мл помещалась в измерительный цилиндр и имела начальную температуру 20°C. Во всех экспериментах в качестве зернового сырья использовался измельченный ячмень со 100%-ым проходом через сито с отверстиями 1 мм.

При этой температуре для каждого значения скорости сдвига (конструкция реотеста R2 позволяла устанавливать 12 фиксированных значений сдвига) определяли $\mu_{\text{эфф}}$. Изменение скорости сдвига $\dot{\gamma}$ вели от меньших значений к большим. Более того, при достижении максимального значения скорости сдвига начинали снижать значения $\dot{\gamma}$ при данной температуре. При достижении первоначального значения скорости сдвига $\dot{\gamma}=1$ с⁻¹ первый цикл измерений заканчивался, увеличивалась температура суспензии на 10°C и эксперимент продолжался в той же последовательности. Длительность полного цикла измерений составляла ориентировочно 4 ч 36 мин. Она складывалась из длительности измерений каждого цикла, характеризующегося постоянной температурой – 24 мин, в указанном диапазоне температур таких циклов 8 и времени необходимого для перехода на следующий температурный режим между циклами – около 12 мин.

В данной серии экспериментов методика их проведения заключалась в следующем. Устанавливались минимальная скорость сдвига $\gamma=1\text{ с}^{-1}$ и минимальная температура -20°C . Снималось значение $\mu_{\text{эфф}}$, которое назвали начальной $\mu_{\text{эфф}}$. Затем, при этой же скорости сдвига изменялась температура суспензии на 1°C и, вновь фиксировалось $\mu_{\text{эфф}}$. Время проведения каждого измерения $\mu_{\text{эфф}}$ строго фиксировалось по секундомеру. Таким образом, один цикл измерений представлял собой набор значений $\mu_{\text{эфф}}$ при постоянной скорости сдвига, но при разных температурах. Следующий цикл проводился в той же последовательности, но при другом большем значении γ . При этом проба того же гидромодуля готовилась заново. В этой серии опытов были измерены значения $\mu_{\text{эфф}}$ при тех же скоростях сдвига, что и в предыдущей серии экспериментов.

Такая постановка эксперимента позволила исключить влияние изменения величины скорости сдвига на структурно-механические свойства суспензии в процессе нагрева.

Практический интерес представляют значения эффективной вязкости на этапе загрузки зернового материала в аппарат. Обычно формирование затора производится исходя из заданного значения гидромодуля. Учитывая общие тенденции промышленности к проведению ВТФО при низких значениях гидромодуля, т.е. при гидромодуле 1:2,5, (массовое отношение зерна и воды равно 1 кг измельченного зерна на 2,5 кг воды, что соответствует массовой концентрации суспензии 0,4 кг/кг) ниже представлены данные именно для этого гидромодуля. При этом температура сформированного затора (начальная температура) была принята 20°C . Таким образом, будем считать, что именно с этой температуры водно-зерновая суспензия (затор) начинает подвергаться ВТФО.

Ниже представлены результаты исследований двух серий экспериментов, выполненных по двум вышеупомянутым методикам. Необходимо обратить внимание на то, что в обеих сериях экспериментов, разжижающие ферменты не вносились. Ставилась задача оценить изменение величины $\mu_{\text{эфф}}$ только от температуры и, возможно, других физических факторов.

Графическая обработка полученных данных по изменению $\mu_{\text{эфф}}$ от температуры при постоянной скорости сдвига представлена на рис. 1.

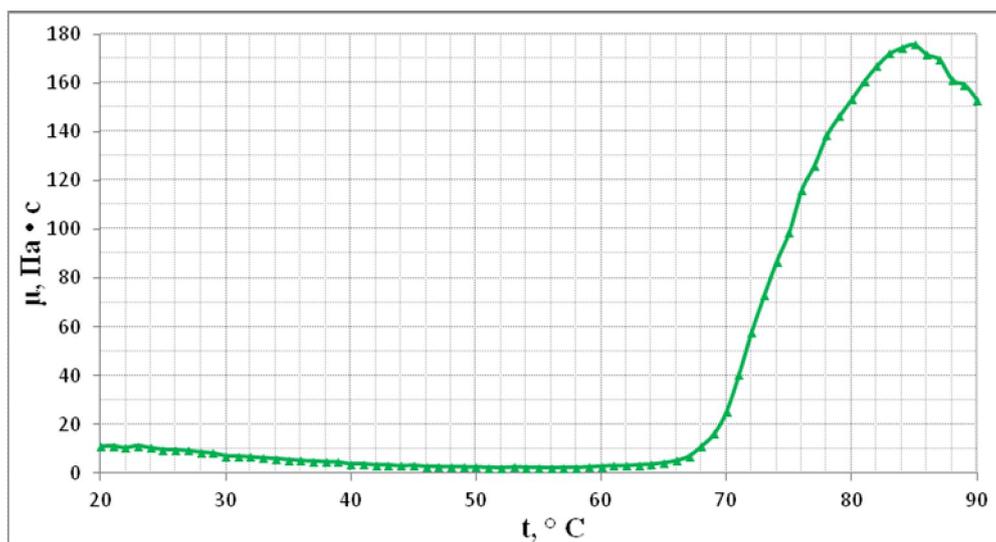


Рис. 1. Зависимость $\mu_{\text{эфф}}$ от температуры t при скорости сдвига $\gamma=3\text{ с}^{-1}$ гидромодуль 1:2,5 (вода измельченный ячмень)

Представленный на рис. 1 характер изменения $\mu_{\text{эфф}}$ от температуры наблюдался для всех исследованных скоростей сдвига. Анализ кривых течения показывает наличие трех характерных зон плавно переходящих одна в другую по мере увеличения

температуры. Первая зона (область температур 20–50°C) характеризуется небольшим снижением $\mu_{\text{эфф}}$ по мере увеличения температуры. В этой области суспензия представляет собой классическую двухфазную смесь (жидкость–твердая фаза). Это можно объяснить снижением вязкости воды с повышением температуры. Темп снижения постепенно вырождается с повышением температуры до 50°C. Такое поведение кривых можно объяснить противоположным влиянием на $\mu_{\text{эфф}}$ температуры и концентрации водорастворимых веществ, перешедших из зерна в воду. Вторая зона (область температур примерно 50–59°C) характеризуется постоянным значением $\mu_{\text{эфф}}$. Для разных скоростей сдвига температурные границы были различны, но все они входили в указанный выше диапазон. Третья область характеризовалась резким повышением вязкости суспензии. Выполненные исследования по второй методике позволили с достаточной степенью точности определить температуру начала процесса клейстеризации $t_{\text{кл}}$, которая лежала в диапазоне 52–59°C для всех исследованных скоростей сдвига. С этого момента начинается активное разжижение крахмальных зерен. Они становятся вязко-пластичными и активно разбухают, частично растворяясь в воде. Таким образом, двухфазная смесь с ярко выраженной твердой фазой превращается в аморфную, гелеобразную жидкость с уменьшающейся в размерах твердой фазой, что собственно и приводит к резкому увеличению $\mu_{\text{эфф}}$. Диапазон температур, характеризующий третью область, лежит в пределах $t_{\text{кл}}-t_{\text{мах}}$. Значения $t_{\text{мах}}$ были определены в экспериментах, выполненных по первой методике. Для большинства значений скоростей сдвига численные значения $t_{\text{мах}}$ лежали в районе 85°C. В дальнейшем происходило снижение значений $\mu_{\text{эфф}}$.

Таким образом, можно констатировать, что в процессе ВТФО можно выделить три реперных значения $\mu_{\text{эфф}}$ позволяющих контролировать процесс ВТФО. Это начальная вязкость затора при температуре складки $\mu_{\text{эфф}1}$, минимальное значение $\mu_{\text{эфф}2}$ во второй зоне кривой течения и максимальное значение $\mu_{\text{эфф}3}$ в третьей зоне кривой течения. Численные значения $\mu_{\text{эфф}}$ в реперных точках кривой течения различны и зависят от величины гидромодуля и скорости сдвига. Для гидромодуля 1:2,5 величина начальной $\mu_{\text{эфф}1}$ была определена на основании результатов экспериментов по обоим методикам. Графическая обработка результатов этих экспериментов приведена на рис. 2.

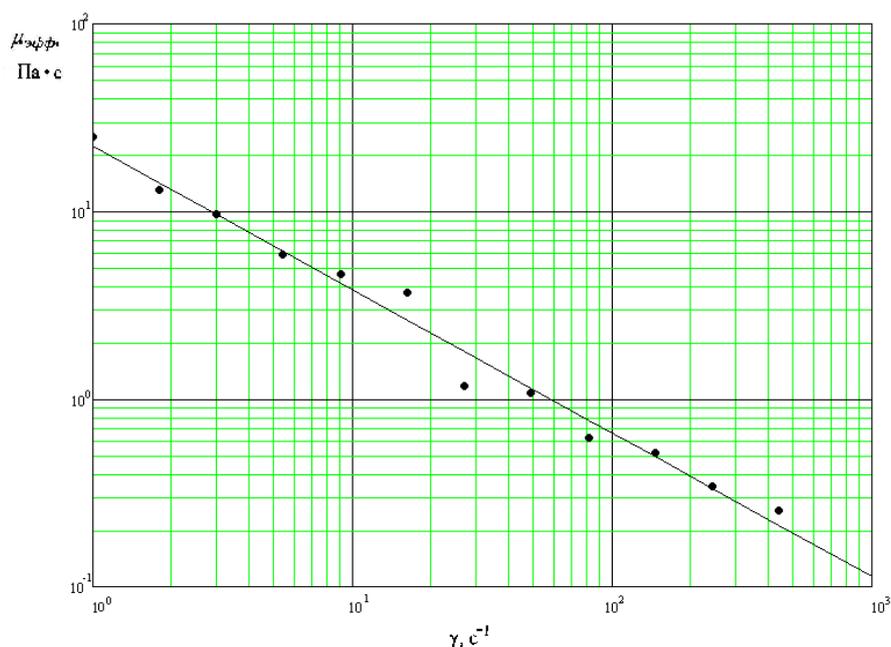


Рис. 2. Зависимость начальной эффективной вязкости $\mu_{\text{эфф}}$ от скорости сдвига при температуре 20°C для гидромодуля 1:2,5

Как видно из рис. 2, на вязкость суспензии сильно влияет скорость сдвига. С увеличением скорости сдвига значение эффективной вязкости существенно уменьшается. При увеличении скорости сдвига от 1 с^{-1} до 437 с^{-1} значения $\mu_{\text{эфф}}$ уменьшаются от $25 \text{ Па}\cdot\text{с}$ до $0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Таким образом можно предположить, что складку затора целесообразно вести в условиях интенсивного движения суспензии или перемешивания. Спрогнозировать начальные значения $\mu_{\text{эфф}}$ для гидромодуля 1:2,5 при заданной скорости сдвига можно по эмпирическому уравнению, Па·с

$$\mu_{\text{эфф}1} = \frac{22,5}{\gamma^{0,76}},$$

где γ – скорость сдвига, с^{-1} .

Заключение

В статье представлены предварительные результаты исследований реологических характеристик водно-зерновых суспензий. Установлено, что их течение в момент складки затора имеет характер свойственный псевдопластичным неньютоновским жидкостям. Получены уравнения начальных значений $\mu_{\text{эфф}}$ для определенного гидромодуля и скоростей сдвига.

В дальнейшем предполагается получить математические зависимости $\mu_{\text{эфф}1}$, $\mu_{\text{эфф}2}$, $\mu_{\text{эфф}3}$ от температуры и концентрации твердой фазы в суспензии, что позволит перейти к следующему циклу исследований связанных с изучением влияния амилолитических ферментных препаратов на эффективную вязкость суспензии. Наличие этих данных необходимо для изучения гидродинамических процессов при движении водно-зерновой суспензии по каналам КСИБА и коммуникационным трубопроводам.

Литература

1. Баракова Н.В., Ибрагимов Т.С., Начетова М.А., Новоселов А.Г. Повышение эффективности производства спирта за счет проведения нескольких технологических стадий в одном аппарате // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – № 2. – 5 с.
2. Ибрагимов Т.С., Чеботарь А.В., Новоселов А.Г. Производство этилового спирта в кожухотрубном струйно-инжекционном аппарате по низкотемпературной схеме // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Вып. № 1(24). – С. 112–115.
3. Громов С.И. Прогрессивная теплоэнергосберегающая схема механико-ферментативной обработки сырья для спиртовых заводов малой мощности // Ликероводочное производство и виноделие. – 2011. – № 3. – С. 7–10.
4. Ибрагимов Т.С., Чеботарь А.В., Новоселов А.Г. Реологические характеристики зерновых суспензий в процессе механико-ферментативной обработки // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 124–128.
5. Ибрагимов Т.С., Чеботарь А.В., Свинцов Д.В., Новоселов А.Г. Исследование теплофизических свойств зерновых суспензий в процессе механико-ферментативной обработки // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 129–133.
6. Крикунова Л.Н., Сумина Л.И. Технология этанола на основе получения и сбраживания концентрированного суслу из ИК-обработанного ячменя. Часть 1. Подбор мультиэнзимной композиции // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 2. – С. 51–54.
7. Степанов В.И., Римарева Л.В., Иванов В.В. и др. Комплексная переработка зернового сырья и фильтрата барды по одностадийной экструзионно-гидролитической технологии // Производство спирта и ликероводочных изделий. –

2011. – № 1. – С. 4–6.
8. Филатов В.В. и др. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 8. – С. 76–78.
 9. Сумина Л.И. Изучение реологических характеристик при получении концентрированного суслу из ячменя // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2008. – № 3. – С. 33–35.
 10. Баракова Н.В. Разработка технологии этилового спирта при пониженных температурных режимах водно-тепловой и ферментативной обработке высококонцентрированных замесов из ячменя. Диссертация к.т.н. – СПб, 2010. – 100 с.
 11. Патент № 2305464 РФ, БИ № 25. Кожухотрубный струйно-инжекционный ферментатор / Сивенков А.В., Новоселов А.Г., Гуляева Ю.Н. опубл. 10.09.2007.
 12. Лукерченко В.Н. Технология спиртового производства на установках средней и малой мощности // Пищевая промышленность. – 1999. – № 8. – С. 80–81.

УДК 681.78

ЦИФРОВАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ АППАРАТУРЫ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Д.А. Шайдеров

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. И.Ю. Фёдоров

(Филиал ОАО «Корпорация «Комета» – «Научно проектный центр оптико-
электронных комплексов наблюдения»)

В последнее время в большинстве стран существенно увеличился интерес к исследованию океана посредством телевизионных комплексов подводного наблюдения, используемых в качестве средства разведки полезных ископаемых, подводных объектов естественного и искусственного происхождения, а также для проведения различного рода спасательных операций.

Постановка задачи

Основной целью работы является разработка телевизионной (ТВ) камеры для аппаратуры автономного обитаемого подводного аппарата (АНПА) [1] с учетом особенностей распространения света в водном пространстве.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: провести сравнительный анализ существующих оптико-электронных подводных обитаемых аппаратов, сформировать технические требования к цифровой камере, провести светотехнический расчет, выбрать и обосновать тип фотоприемного устройства, выбрать и обосновать структурную схему ТВ-камеры.

Анализ оптико-электронных обитаемых аппаратов

Различают следующие типы обитаемых подводных аппаратов: подводные телеуправляемые аппараты (ПТА), полуавтономные обитаемые подводные аппараты (ПНПА) и АНПА. Для отнесения аппарата к классу телеуправляемых аппаратов принципиально наличие проводного канала энергообеспечения и телеуправления (кабель-связки). К АНПА относятся аппараты с автономной системой энергообеспечения и, как правило, беспроводным каналом телеуправления и связи. ПТА с автономной системой энергообеспечения, но с проводным каналом управления и связи, составляют класс полуавтономных аппаратов.

В таблице приведены сравнительные параметры беспилотного подводного аппарата «Remus 6000», выпущенного в США, французского «Alistar 3000» и Российского аппарата «Gavia» [2–4].

Таблица. Сравнение параметров АНПА

Параметр	Remus 6000	Alistar 3000	Gavia
Страна	США	Франция	Россия
Длина, мм	3840	5000	1800
Диаметр, мм	710	1600	200
Масса, кг	862	2300	49
Глубина работы, м	до 6000	до 3000	до 2000
Скорость, м/с	2,3	2	2,8
Автономность, ч	22	20	7
Применение	гражданское	гражданское	военное

Съемка под водой имеет ряд особенностей. Показатель преломления воздуха приблизительно равен 1. Показатель преломления воды – 1,3. В связи с этим объектив должен быть отделен от водной среды воздушной прослойкой. Кроме того, переход световых лучей из более плотной среды в менее плотную сопровождается их преломлением, и их отклонение таково, что находящийся в воде предмет кажется ближе, чем на самом деле. Это приходится учитывать при фокусировке съемочного объектива по шкале расстояний.

Соответственно уменьшается угловое поле объектива и меняется масштаб создаваемого на фотоматериале изображения. Как правило, для подводной съемки применяют более короткофокусные объективы, нежели на воздухе.

С глубиной солнечные лучи поглощаются и рассеиваются, в результате чего уменьшается освещение [5]. Степень поглощения зависит от длины волны, только 18% солнечных лучей проходит сквозь 18 м глубину. Ближе к мелководью видимость улучшается. Видимость будет лучше, если дно мелководья будет из белого песка, которое отражает свет вверх.

Важным показателем для работы подводных приборов является прозрачность воды. Прозрачность воды – это показатель, характеризующий способность воды пропускать свет. В лабораторных условиях за прозрачность принимается толщина слоя воды, через который различим стандартный шрифт.

В естественных водоемах для оценки прозрачности пользуются диском Секки. Это белый металлический диск диаметром 30 см. Его опускают на такую глубину, чтобы он полностью исчез из виду, эта глубина и считается глубиной прозрачности. В настоящее время существует также ряд электронных приборов для измерения прозрачности воды.

Дневной свет довольно быстро ослабевает с глубиной. Происходит это в основном в результате двух взаимосвязанных процессов: поглощения и рассеяния [6]. Это обуславливает понижение контраста и резкости изображения.

Кроме этого часть лучей отражается на переходной границе воздух–вода. Количество отраженного света зависит в основном от высоты нахождения солнца и от состояния водной поверхности. Чем больше угол падения, тем больше света будет отражено от водной поверхности.

Технические требования, предъявляемые к цифровой ТВ-камере

Разрешающая способность черно–белого канала должна обеспечивать наблюдение объектов с минимальным размером 0,32 см при отстоянии от грунта 4–10 м с контрастом не менее 20%. Предварительные требования к допустимой освещенности

на объекте не более 0,1 лк. Поле зрения в воде не менее 60° по строке. Тип разложения применяемого фотоприемника (ФП) – прогрессивный. Изделие должно обеспечивать передачу видеосигнала по последовательному цифровому интерфейсу в формате одной строки ФП длиной 768 элементов разложения, не менее 200 кадров в секунду при скорости движения носителя в 4–6 м/сек. Температура окружающей среды от 0°C до $+55^\circ\text{C}$, влажность воздуха до 90%, атмосферное давление 760 мм. рт. ст.

Выбор и обоснование структурной схемы ТВ-системы

Структурная схема ТВ части подводного необитаемого аппарата представлена на рис. 1.

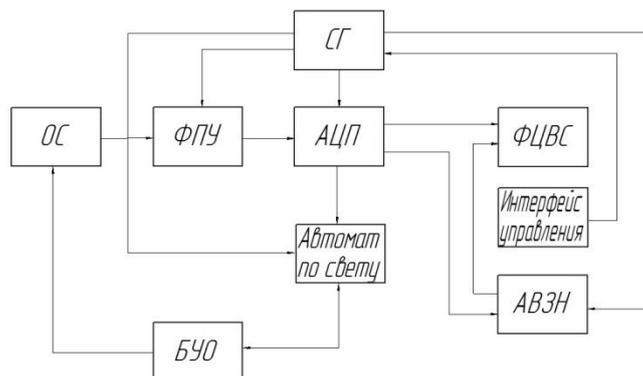


Рис. 1. Структурная схема ТВ-системы: ОС – оптическая система; СГ – синхрогенератор; ФПУ – фотоприемное устройство; БУО – блок управления объективом; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; ФЦВС – формирователь цифрового видеосигнала; АВЗН – автомат временной задержки накопления

Сигнал с выхода ФПУ преобразуется в цифровой вид в АЦП и поступает на ФЦВС. АВЗН обеспечивает повышение чувствительности камеры. Управление диафрагмой объектива происходит с помощью БУО. Автомат по свету обеспечивает регулировку времени накопления зарядового сигнала и коэффициента усиления преобразователя для установления необходимого отношения сигнал/шум. СГ обеспечивает согласованную работу всех частей системы. Контроль процесса работы системы осуществляется через интерфейс управления.

Камера обеспечивает непрерывную съемку морского дна по всему пути следования подводного аппарата в условиях искусственного освещения и формирование полученного изображения в формате одной строки.

Светотехнический расчет ТВ-системы

В качестве приемника в камере целесообразно использовать ПЗС-матрицу фирмы SONY ICX415AL (ее спектральная характеристика представлена на рис. 2) с диагональю 8 мм, разрешением 782×582 активных пикселя и размером элемента $8,3 \times 8,3$ мкм. Данная матрица обладает возможностью производить считывание информации в формате одной строки, в так называемом «сканирующем» режиме со скоростью 200 кадров в секунду.

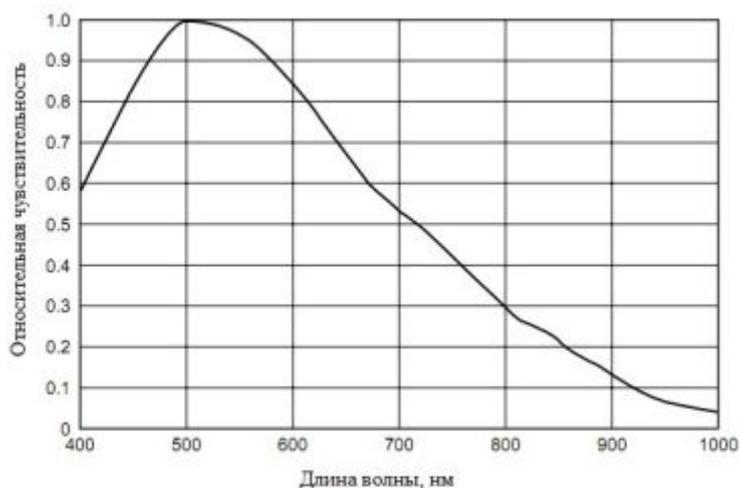


Рис. 2. Спектральная характеристика ПЗС-матрицы SONY ICX415AL

В водной среде распространяются волны, приходящиеся на видимый диапазон излучения, преимущественно длины волн близкие к синему цвету. Выбранная матрица имеет высокую чувствительность на этих длинах волн, что хорошо скажется на качестве получаемого изображения. Также выбранная матрица имеет достаточно большое число эффективных пикселей, что позволит получить высокое разрешение в изображении объектов.

На рис. 3 представлена схема хода лучей в оптической системе, объясняющая принцип расчета параметров для выбора компонентов системы.

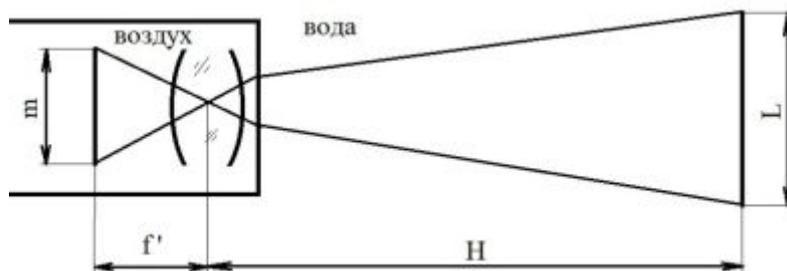


Рис. 3. Определение фокусного расстояния: F – фокусное расстояние; H – расстояние от главной плоскости объектива до объекта разрешения; m – размер элемента ПЗС-матрицы; L – размер элемента разрешения

Для ПЗС-матрицы ICX415AL размер элемента m равен 8,3 мкм, расстояние H выбираем исходя из технического задания – от 4 до 10 м, минимальный объект различения, исходя из технического задания, L равен 0,32 см.

$$F(L) = m \cdot \frac{H}{L}, \quad (1)$$

Фокусное расстояние рассчитывается по формуле (1). Но нужно учесть преломление на границе с водой. Таким образом, предметы, находящиеся в воде, на глубине 10 м будут давать изображение на матрице аналогичное изображению предметов на расстоянии 7,5 м в воздухе, а на глубине 4 м – предметов на расстоянии 3 м.

Исходя из формулы (1) для $H=3$ м получаем $F=7,78$ мм, для $H=7,5$ м – $F=19,45$ мм.

Теперь необходимо выбрать фокусное расстояние объектива такое, при котором размер элемента разрешения будет меньшим, что позволит получить более высокое качество изображения. Если $F=7,78$ мм при $H=7,5$ м, то $L=8$ мм. Если $F=19,45$ мм при $H=3$ м, то $L=1,28$ мм.

Следовательно, при фокусном расстоянии 19,45 мм размер элемента разрешения

меньше. Таким образом, из каталога выбираем объектив с фокусным расстоянием 19,45 мм формата 1/2" и больше.

По описанным выше параметрам подходит объектив «Зенит Мир-47» с фокусным расстоянием $f=20$ мм. Объектив состоит из десяти линз, обладает широким угловым полем, что позволит исследовать большую поверхность морского дна, и вместе с тем не внесет серьезных aberrаций в изображении, так как задействована только центральная строка приемной матрицы.

Заключение

Проведен краткий обзор существующих подводных оптико-электронных комплексов наблюдения, их назначение и классификация. Сформулированы основные технические требования к камере для данных комплексов с учетом особенностей распространения света в воде. Разработана структурная схема камеры. В ее состав вошли: ОС, СГ, ФПУ, БУО, АЦП, ФЦВС, АВЗН, автомат по свету и интерфейс управления. В качестве приемника излучения выбрана ПЗС-матрица SONY ICX415AL, которая обладает следующими параметрами: диагональ 8 мм, 460000 эффективных пикселей, максимальная спектральная чувствительность на длинах волн 500–510 нм, с возможностью производить считывание информации в формате одной строки. Также проведен габаритный расчет, в результате которого выбран объектив «Зенит Мир-47», обладающий следующими параметрами: фокусное расстояние 20 мм, угловое поле зрения 96° , относительное отверстие 1:2,5.

Материалы статьи будут использованы в дальнейшем для работы в следующих областях: проведение светотехнических расчетов, дополнительных расчетов параметров ТВ-камеры и ее компонентов, анализ методов повышения чувствительности подводных ТВ-камер в условиях низкой освещенности, разработка принципиальной схемы и сборочного чертежа установки, практические исследования и испытания.

Литература

1. Бочаров Л. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2009. – № 7. – С. 62–69.
2. АНПА «Alistar 3000» для технического обзора. Инновационный проект «Океан» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oceanmatic.com/index.php/ru/tekhnologii-i-tekhnika/robototekhnika/anpa/alistar-3000>, своб.
3. Беспилотный подводный аппарат «Remus 6000». Бюро научной технической информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5607&tbl=04.21.02>, своб.
4. Назначение автономного обитаемого подводного аппарата (АНПА) «GAVIA» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tetis-pro.ru/catalog/336/985/>, своб.
5. Видимость под водой. Что это такое? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nemoclub.ru/i-visibility.htm>, своб.
6. Свет в воде // Информационный журнал о подводных съемках. Подводное фото и видео [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://issue3.chat.ru/theor.html>, своб.

УДК 338.1

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ
ОАО «КОНДИТЕРСКИЙ КОНЦЕРН БАБАЕВСКИЙ»**

П.А. Шаймарданова

Научный руководитель – д.э.н., доцент Г.П. Петропавлова

В статье раскрываются реализуемые в настоящих условиях, а также возможные в дальнейшем пути инновационного развития предприятий пищевого производства. В качестве объекта исследования выбрано ОАО «Кондитерский концерн Бабаевский». Сделан расчет экономической эффективности конкретного проекта, предлагаемого к реализации на данном предприятии.

Ключевые слова: статьи доходов и расходов организации, оценка финансового состояния, экономический эффект инновационного мероприятия.

Обеспечение эффективного функционирования организации требует экономически грамотного управления, которое во многом определяется умением анализировать результаты ее финансово-хозяйственной деятельности, а также своевременно принимать решения инновационного характера. Пищевая промышленность во всех странах рассматривается как наиболее стабильно функционирующая отрасль, однако, высокий уровень конкуренции здесь требует активного использования инноваций в обеспечении стабильности своего присутствия на рынке.

В качестве объекта исследования выбрано одно из ведущих кондитерских предприятий России – ОАО «Кондитерского концерна Бабаевский». Задачами проводимого исследования стало изучение тенденций развития ОАО «Кондитерского концерна Бабаевский», выявление имеющихся проблем его деятельности и разработка рекомендаций, направленных на устойчивое повышение эффективности в будущем.

«Кондитерский концерн Бабаевский» – старейшее предприятие России, оно было основано в 1804 году как небольшая кондитерская мастерская по производству варенья, мармелада и пастилы.

В 1993 году фабрика стала акционерным обществом. В 1998 году был заключен союз с несколькими кондитерскими фабриками, и общество преобразовано в ОАО «Кондитерский концерн Бабаевский». В концерн входили 4 кондитерских фабрики и более 40 торговых домов во многих регионах России. В настоящее время общество осуществляет хозяйственную деятельность в составе группы кондитерских предприятий, входящих в холдинг «Объединенные кондитеры».

Основной вид деятельности компании – это производство и продажа кондитерских изделий. Миссией концерна является обеспечение потребителей качественной и полезной продукцией. Остановимся на оценке ее реализации.

В табл. 1 представлена информация о динамике финансовых результатов концерна за период с 2009 по 2011 годов. Анализ полученной здесь аналитической информации показал, что чистая прибыль компании за анализируемый период увеличилась на 265898 тыс. руб., что соответствует росту 135%. В расчете на тонну произведенной продукции прирост чистой прибыли составил 4,03 тыс. руб., что соответствует несколько меньшему росту, чем рост чистой прибыли по предприятию – 126%. Однако, необходимо признать, что все эти показатели безусловно свидетельствуют об успешности ведения данного вида бизнеса в нашей стране. И это на фоне постоянно развивающегося роста цен на исходное сырье, что конечно имело свои последствия для предприятия. Так, в 2010 году прибыль от продаж снизилась в результате, а уровень 2009 года был превышен только в 2011 году. Рост объема продаж стал следствием роста цен на продукцию в ноябре 2010 года (в среднем на 4%), а также проведенных структурных сдвигов в производимой продукции (увеличение производства и продаж, в

первую очередь по группе «шоколад»). Эти изменения стали важными решениями на фоне роста себестоимости основного производства вследствие увеличения мировых цен на какао-бобы (они достигли в этот период своего исторического максимума), а также роста цен на сахар.

Таблица 1. Анализ финансовых результатов (тыс. руб.)

Наименование показателя	2009 год	2010 год	2011 год	2011 от 2009 года	
				Абс. откл.	Отн. откл., %
Выручка от продаж	6 768 861	7 414 021	8 324 444	1 555 538	123
Себестоимость продаж	4 765 160	5 610 963	6 259 360	1 494 200	131
Валовая прибыль (убыток)	2 003 701	1 803 058	2 065 084	61 383	103
Коммерческие расходы	265 218	267 994	293 934	28 716	111
Управленческие расходы	410 777	372 208	393 674	17 103	96
Прибыль (убыток) от продаж	1 327 706	1 162 856	1 377 476	49 770	103,7
то же на 1 тонну реализованной продукции	26,70	22,87	25,62	1,08	95,96
Доходы от участия в других организациях	–	43	55	–	–
Проценты к получению	14 017	28 736	64 634	50 617	461
Проценты к уплате	23 535	–	–	–	–
Прочие доходы	502 474	453 393	215 252	–287 222	43
Прочие расходы	789 765	538 112	335 040	–454 725	42
Прибыль (убыток) до налогообложения	1 030 897	1 106 916	1 322 377	291 480	128
то же на 1 тонну реализованной продукции	20,80	21,80	24,60	3,8	118
Текущий налог на прибыль	265 076	234 459	284 765	19 689	107
в т.ч. постоянные налоговые обязательства (активы)	60 968	18 183	20 811	–40 157	34
Изменение отложенных налоговых обязательств	2 074	5 137	509	–1 565	25
Изменение отложенных налоговых активов	3	29	12	9	400
Прочее	7 443	3 398	–	–	–
в том числе:					

Наименование показателя	2009 год	2010 год	2011 год	2011 от 2009 года	
				Абс. откл.	Отн. откл., %
Налог на прибыль прошлых лет	7 443	3 398	–	–	–
Чистая прибыль	771 193	863 951	1 037 091	265 898	135
то же на 1 тонну реализованной продукции	15,26	16,99	19,29	4,03	126

К 2011 году прирост валовой прибыли увеличился на 262 млн. руб. вследствие отставания роста себестоимости 1 т продукции от роста выручки на 6,07 тыс. руб. (произошла стабилизация цен на какао продукты и сахар).

Положительно повлияло на этот рост и сокращение в 2010 году к уровню 2009 года управленческих расходов на 38,6 млн. руб. При этом коммерческие расходы не претерпели существенных изменений.

Оценка финансового состояния компании позволила сделать следующие выводы:

- чистые активы превышают уставный капитал, при этом за 2011 год наблюдалось увеличение чистых активов на 19,1%, что говорит о хорошем финансовом положении организации по данному признаку;
- значение коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами, равное 0,7, является очень хорошим;
- коэффициенты ликвидности соответствуют нормальному значению;
- рентабельность активов составила 14,8% в 2011 году, что выше нормального значения для предприятий данной отрасли 7%;
- коэффициент покрытия инвестиций полностью соответствует норме (доля собственного капитала и долгосрочных обязательств в общей сумме капитала составляет 83%).

В процессе поиска инновационных путей дальнейшего развития «Кондитерского концерна Бабаевский» было установлено, что предприятие эту работу ведет.

Например, раньше на предприятии использовали жесткие автоматические линии для производства своей продукции, стоимость которых составляла несколько миллионов долларов, переналадка с одного вида конфет на другой занимала несколько часов, при этом потери составляли десятки и сотни килограмм продукции. Весь ассортимент продукции такой линии состоял, как правило, из 5–6 наименований. Благодаря появлению гибкой компактной автоматической линии АС 275 «One-Shot» переналадка стала занимать 1 мин, потери при переналадке – 1–2 кг продукции, ассортимент может составлять 30–40 наименований различных типов шоколадных изделий, начиная от конфет до шоколада с орехами или воздушного.

В результате установки данного оборудования экономический эффект должен составить величину, способную позволить окупить затраты на его приобретение за 2 сезона. При производительности 400 кг/час, линия за смену выпускает 2500 кг, что по оптовой цене составляет более 200 тыс. руб. продукции в смену. За зимний сезон (120 дней) выпуск продукции превышает 24 000 тыс. руб. при работе в одну смену. Стоимость линии составляет от этой суммы – 15%. Соответственно срок окупаемости линии составляет два сезона при работе линии в одну смену, или один сезон при работе в две смены. Объем производства и соответственно срок окупаемости линии зависит только от возможности отдела продаж.

Также в концерне в 2011 году осуществлялись работы по разработке и технической реализации автоматизированного учета сырья и готовой продукции «Визит-2». Эффект от данного проекта состоит в сокращении потерь сырья и готовой продукции.

В том же году была переоборудована линия № 10 карамельного цеха под выпуск

карамели «Малютка». В результате этого нововведения линия № 10 с августа по декабрь 2011 года выпустила 797 т «Малюток», что привело к росту объемов производства в 40 раз. До августа линия выпускала всего 21 т карамели «Снежок».

Однако, по мнению автора, у «Кондитерского концерна Бабаевский» есть дополнительные возможности расширения своего присутствия на рынке. Для их поиска был проведен SWOT-анализ, который был оформлен в виде таблицы с классификацией сильных и слабых сторон концерна, выделением благоприятных и неблагоприятных для него факторов внешней среды. В результате сопоставления четырех областей SWOT-анализа образовались пары факторов, влияющих друг на друга и взаимодействующих между собой. Исходя из составленной матрицы, было определено, что наибольшее количество повторяющихся реакций организация имеет от разработки и выпуска нового продукта, увеличения сети торговых домов и фирменных магазинов.

Соответственно для дальнейшего развития концерна, повышения эффективности деятельности «Кондитерского концерна Бабаевский» необходимо придерживаться данных реакций.

Литература

1. Передовые технологии для продукции будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uniconf2.ru/#innovations>, своб.
2. Кондитерский концерн Бабаевский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uniconf.ru/ru/structure/?id=4420>, своб.
3. Кондитерский концерн Бабаевский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://babaev.ru/index.html>, своб.

УДК 621.384.3

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СВЕТОТЕХНИКИ

Р.А. Юрьева

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.К. Мальцева

Высокое число бракованной полупроводниковой светотехники (светодиодов, светодиодных панелей) обуславливается нарушением теплового режима, работой *p-n*-перехода с температурой, близкой к максимальной. Это приводит к уменьшению срока службы светодиода в несколько раз. Существующие методы контроля качества полупроводниковой светотехники (по светотехническим характеристикам) являются не совсем корректными, так как напрямую не зависят от качества изготовления светодиода. Инфракрасные тепловые изображения позволяют быстро выявить состояния, которые практически невозможно обнаружить с помощью любой другой технологии. Незначительные отклонения по температуре, сигнализирующие о пробелах в технологическом процессе, ясно видны в тепловом изображении.

Ключевые слова: полупроводниковая светотехника, светодиоды, контроль качества, полупроводник.

Введение

Контроль выпускаемых светодиодов, чаще всего, проводится для выявления «отказов нулевого часа» и испытания с применением установок на уровне готовых приборов. При этом изделие помещается в специфическую камеру, к нему подключается питание, имитируются входные сигналы и нагрузки. При возникновении отказов приходится решать сложную задачу, связанную с поиском и локализацией дефектного компонента. При сложном дефекте и недостаточной опытности наладчика (а часто и при наличии большого опыта) нередки случаи, когда изделие отбраковывается из-за невозможности определить сбойный компонент. Этот способ требует много времени. Предложенный тепловизионный контроль качества дает

возможность отбраковывать дефектные светодиоды даже на этапах изготовления.

Основной текст

Тепловизионный контроль качества полупроводниковых светодиодов проводится:

- при приемке светодиодов в эксплуатацию с целью обнаружения скрытых дефектов;
- на стадии эксплуатации – контроль надежности.

Теплообмен светодиода с окружающей средой характеризуется несколькими процессами (рис. 1):

- светодиод излучает свет с мощностью $P_{св}$;
- кристалл отдает теплоту в окружающую среду (тепловое сопротивление R_1);
- кристалл отдает теплоту подложке (тепловое R_2);
- подложка отдает теплоту окружающей среде (тепловое сопротивление R_3).

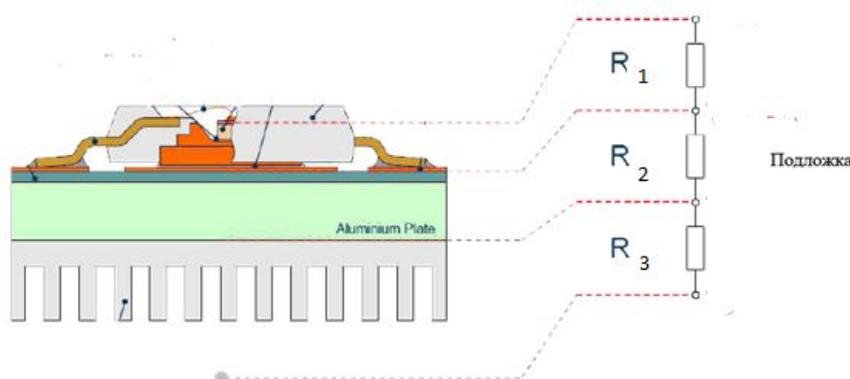


Рис. 1. Тепловое сопротивление светодиода

Тепловой режим светодиодных изделий описывается с помощью математической модели, основанной на уравнениях теплового баланса.

$$\frac{dT_1}{dt} = \frac{1}{C_k} \cdot [P - p_{св} - G_1(T_1 - T_3) - G_2(T_1 - T_2)], \quad (1)$$

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{C_n} \cdot [G_2(T_1 - T_2) - G_3(T_2 - T_3)]. \quad (2)$$

Математическую модель тепловых процессов, которые происходят в измерительной камере, записывают с помощью следующих уравнений:

$$\frac{dT_3}{dt} = \frac{1}{C_B} \cdot [G_3(T_2 - T_3) - G_4(T_3 - T_4)], \quad (3)$$

$$\frac{dT_4}{dt} = \frac{1}{C_u} [P_{св} + G_4(T_3 - T_4) - G_5(T_4 - T_0)], \quad (4)$$

где T_1 , T_2 , T_3 – средние температуры кристалла, подложки и окружающей среды, соответственно; $G_i = 1/R_i$ – коэффициент теплопередачи соответствующего перехода. T_4 – средняя температура стенок камеры; T_0 – температура внешней среды; G_4 – коэффициент теплопередачи между средой камеры и ее стенками; G_5 – коэффициент теплопередачи между стенками камеры и внешней средой [1–4].

На рис. 2 показаны расчетные графики, характеризующие зависимость температуры кристалла и подложки от времени, полученные из интегрирования линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (3) и (4). Обе зависимости имеют одинаковый характер и содержат фазу нарастания температуры и фазу стационарного режима. На нагрев кристалла требуется меньше времени, и его температура выше в стационарном режиме. При варьировании параметров G_1 , G_2 , G_3 и $P_{св}$ тип кривых не меняется. Но меняется резкость нарастания температур и значения

температур в стационарном режиме [2–4].

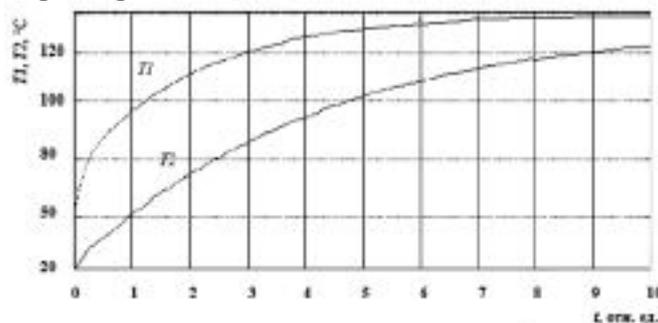


Рис. 2. Зависимость температуры кристалла и подложки от времени

Известно, тепловая мощность, которая отдается светодиодом, распределяется вышеописанным способом.

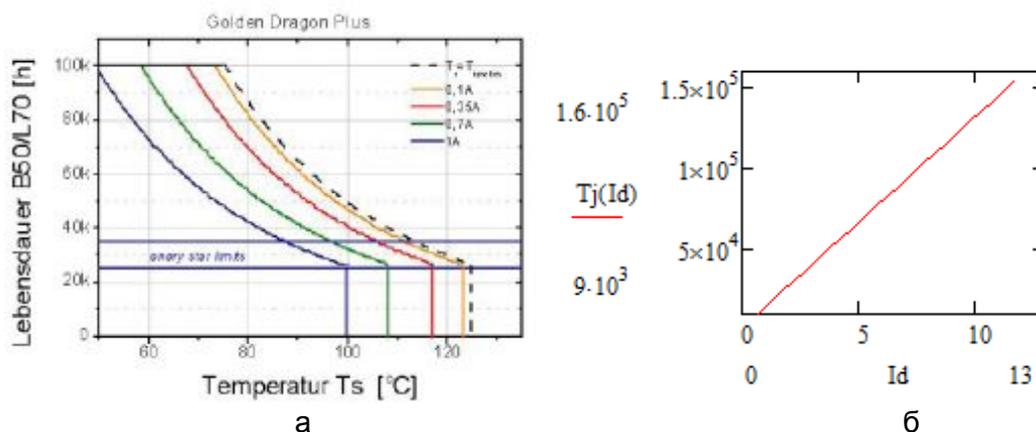


Рис. 3. Зависимости: жизни светодиода от температуры при разном токе (а) и температуры p - n -перехода от рабочего тока (б)

Кристалл отдает 10% тепловой энергии в воздушную среду, а все остальное – в подложку. Кроме этого, следует знать, что срок службы светодиода (и любого полупроводникового прибора) зависит и от проходящего тока (рис. 3, а), как и температура p - n -перехода (рис. 3, б).

Заключение

Полупроводниковая светотехника обладает высокой эффективностью преобразования электрической энергии в световую, поэтому исследования ее энергетических характеристик являются важной задачей. К этим характеристикам относятся световая и тепловая мощности, коэффициент полезного действия и тепловое сопротивление. Другой важной характеристикой светодиодов является их долговечность. Эту качественную характеристику можно определить как зависимость мощности излучения светодиода от времени эксплуатации. Эти характеристики также связаны с тепловой мощностью, выделяемой светодиодом, и тепловым сопротивлением перехода кристалл–подложка.

Литература

1. Пуговкин А.В., Степной В.С., Антонова А.Ю., Еремич М.А. Энергетические характеристики светодиодов и светодиодных ламп // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2(24). – Ч. 1. – С. 164–168.
2. Что означает высокая температура? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bartltd.ru/content/articles/8073/>, своб.

3. Пуговкин А.В., Степной В.С., Антонова А.Ю., Еремич М.А. Энергетические характеристики светодиодов и светодиодных ламп // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2(24). – Ч. 2. – С. 164–168.
4. ГОСТ 19656.15-84. Диоды полупроводниковые СВЧ. Методы измерения теплового сопротивления переход-корпус и импульсного теплового сопротивления. – Введ. 01.01.1986. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1986. – 21 с.

УДК 026.06

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КЛОНИРОВАНИЯ RFID-МЕТОК

Р.А. Юрьева

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Б. Левина

RFID-метки постепенно становятся атрибутом нашей повседневной жизни. Первыми опытными образцами, используемыми в жизни человека, стали RFID-метки, применяемые в библиотеках и прочих магазинах. Сейчас они применяются в пластиковых картах, полностью вытеснив магнитные аналоги, используются в паспортах и для слежения за животными. В статье рассматриваются существующие средства защиты RFID-меток и предложение и обоснование нового метода.

Ключевые слова: RFID-системы, клонирование, защита.

Введение

Доступные методы для защиты RFID-меток от клонирования ограничены. В частности, криптографические подходы, предложенные в литературе, не могут быть использованы наравне с популярными существующими стандартными метками, поскольку они требуют изменений в интегральной схеме чипа и существующие меры детектирования клонирования плохо работают в условиях ограниченной видимости.

Основной текст

Клонирование RFID-меток может привести к огромным денежным убыткам во многих коммерческих и государственных организациях. Производители чипов RFID в настоящее время сосредотачиваются на улучшении модификации меток с тем, чтобы усложнить их клонирование.

Предложенный метод заключается в генерации нового произвольного числа, основанного на теории хаоса и произведенного хаотически, каждый раз, когда метка прочитана. Процессор окончательной обработки данных, который генерирует эти хаотические числа, обнаруживает клонирование метки, как только и подлинная и клонированная метка прочитана. Эта работа описывает хаотический метод и представляет математическое моделирование и вычисление предотвращения и обнаружения клонирования.

Метки содержат уникальный отождествленный номер, так называемый Electronic Product Code, и иногда дополнительный материал, представляющий интерес для изготовителей, организаций здравоохранения, военных организаций, поставщиков логистики, ретейлеров и т.д. Все, содержащееся на метке, как, например, физические измерения, цены или требования стирки, может быть прочитано с помощью беспроводных технологий на высокой скорости и на расстоянии в пару метров.

Есть три основных вопроса, характерные для RFID и требующие защиты конфиденциальной информации:

1. сохранность данных на метке;
2. целостность данных на метке;
3. защита данных, содержащих серийный номер метки, сохраненный в сетевой базе данных.

Предложенный метод представляет собой хаотически синхронизированный метод «секретов» для обнаружения атак на RFID-метки и их клонирования, чтобы точно определить различные теги с тем же ID. Данный метод требует лишь небольшого количества перезаписи памяти для написания случайного числа в теге, но обеспечивает значительное повышение уровня безопасности для систем, которые используют незащищенные теги.

Обозначают это число тайным, так как это тайна от всех, кто не имеет доступа к метке, а также потому, что это число может быть понято как одноразовый пароль. Централизованная серверная система выдает эти «тайные» числа и отслеживает, какие числа, на каких метках поставлены для обнаружения ошибок синхронизации.

В предложенном методе используется хаотическая система, обладающая детерменическими особенностями. Эта хаотическая карта чувствительна к начальным условиям. Логистическая хаотическая карта быстро вычислима, и благодаря этому можно создать последовательность с чрезвычайно большой длиной цикла.

Каждый раз, когда метка «прочитывается», индикатор сначала проверяет статический идентификатор метки. Если это число является верным, индикатор затем сравнивает метку с синхронизированным «тайным» числом, которое хранится для данного тега. Если эти числа совпадают, то тег проходит проверку, в противном случае раздается сигнал тревоги. После проверки индикатор создает новый синхронизированный «секрет».

В дополнение к знанию, что произошло клонирование, процессор окончательной обработки данных может точно определить время и местоположение, где атака произошла. Таким образом, метод усложняет возможность безнаказанно клонировать метки. Это мера безопасности, которая не предоставляет превентивные меры и может поддерживать ответные действия.

Теперь оценим уровень безопасности представленной методики на статистической модели. Возьмем систему, состоящую из нескольких меток, у которых есть статический идентификатор и неизменяемая память для синхронизирования тайного числа. Метки неоднократно просматриваются считывателями, связанными с процессором окончательной обработки данных.

Вероятность, что метка будет иногда считываться в будущем, по крайней мере, еще раз, является постоянной, обозначим ее α , когда метка будет прочитана, ее синхронизированная тайна обновится и на метке, и в процессоре обработки. Время между этими обновлениями для метки обозначим случайной переменной I_{update} . Злоумышленник может скопировать любую метку и ввести ее в систему. Временная задержка от копирования атакующей метки до сканирования этой метки считывателем обозначается случайным числом I_{attack} . Атакующий к тому же может попытаться предположить ценность синхронизированной тайны. В представленной методике с использованием логистической хаотической карты для производства случайных чисел шанс предположения синхронизированной тайны в метке злоумышленником очень мал – и именно из-за нелинейной динамической системы в логистической карте.

Ответы системы могут быть статистически проанализированы. Во-первых, вероятность успешной догадки о синхронизированной тайне подлинной метки $1/2n$, где n обозначает длину синхронизированной тайны в битах. Во-вторых, когда происходит атака на клонирование, возможны три взаимоисключающих результата:

- случай 1 – подлинная метка считана до скопированной метки, и тревога, таким образом, вызвана, когда считана скопированная метка;
- случай 2 – скопированная метка считана перед подлинной меткой, и тревога, таким образом, вызвана, когда подлинная метка прочитана;
- случай 3 – подлинная метка не прочитана вообще, и таким образом не было вызвано тревоги при копировании.

В случае 1, если клонированная метка обнаружена, как только она прочитана один раз, негативный эффект от клонирования может быть предотвращен. В случае 2, если клонированная метка пройдет проверку, не поднимая тревоги, то система обнаружит атаку на клонирование, когда подлинная метка будет прочитана. В случае 3 безопасность терпит неудачу, и атака остается незамеченной. Уровень системы безопасности характеризуется вероятностью случая 1, который демонстрирует, как часто угрозы предотвращены, и вероятностью случаев 1 и 2, которые показывают, как часто обнаружены угрозы.

Обнаружение клонирования подлинной RFID-метки является более привлекательным способом борьбы со злоумышленниками, нацелившимися на клонирование, так как не требует усиления алгоритмов шифрования, а также не влияет на цену продукта. Злоумышленник реального мира, который знает систему, вряд ли будет вести себя, таким образом, как в случаях 1 и 2. На данном этапе удастся защитить систему от долгосрочного использования клонированных меток.

Заключение

Существует множество средств атак на RFID-системы, и, к сожалению, отсутствует универсальная защита. По этому поводу ведется огромное количество дискуссий, ищутся конкретные и технические, и алгоритмические решения. Предложенный метод помогает частично, справится с этой проблемой.

Литература

1. Chakra S.A. Electrical Model Simulation for a UHF RFID System // Hariri Canadian Univ. 2009. – P. 155–159.
2. Carbunar B., Ramanathan M.K., Koyuturk M., Hoffmann C. and Grama A. Redundant reader elimination in RFID systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://compbio.case.edu/koyuturk/publications/rfid_secon05.pdf, своб.
3. Казакевич А., Харни О. Беспроводные устройства ближнего радиуса действия: нелицензируемый диапазон ниже 1 ГГц // Беспроводные технологии. – 2007. – № 1. – С. 50–53.

УДК 621.317

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКАХ ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

М.А. Смоловик, Ф.А. Шуклин, А.Н. Никитенко,

А.С. Алейник, С.М. Аксарин, И.Г. Дейнека

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.К. Мешковский

В статье рассмотрены электрооптические методы, применяемые для измерения высоких напряжений, рассчитан и собран стенд для тестирования выбранной оптической схемы. Продемонстрирован макет высоковольтного волоконно-оптического измерителя напряжения и результаты его испытания.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики, датчик напряжения, высоковольтные системы, эффект Поккельса.

Введение

Для измерения высоких напряжений в настоящее время в нашей стране применяют, в основном, традиционные (неоптические) приборы, такие как электростатические вольтметры, шаровые разрядники, измерительные трансформаторы, омические и емкостные делители. Они имеют ряд недостатков:

большие габариты и массу, отсутствие гальванической развязки, низкую помехозащищенность, высокую взрыво- и пожароопасность и пр. [1]. По сравнению с вышеуказанными приборами оптические средства измерения высоких напряжений имеют такие преимущества, как надежная высоковольтная изоляция, защита от электромагнитных помех, наличие гальванической развязки, отсутствие эффекта насыщения в чувствительном элементе, быстрая реакция на изменение измеряемого напряжения, возможность удаления на значительное расстояние контрольно-измерительной аппаратуры и персонала от зоны измерений (зоны высокого напряжения), пожаро- и взрывобезопасность, малые габариты и вес [5–7]. Поэтому, учитывая данные достоинства оптических систем, а также стремительное развитие волоконно-оптических технологий, на сегодняшний день проявляется большой интерес к созданию волоконно-оптических измерителей напряжения (ВОИН), основанных на электрооптических методах. При создании таких приборов возникает ряд проблем, связанных как с конструкцией измерителя создающей необходимую конфигурацию измеряемого электрического поля в защищенной от различных влияний области, так и непосредственно выбор принципа и оптической схемы для измерения этого поля.

Целью работы является изучение существующих электрооптических методов измерения напряжения, расчет конденсатора для тестирования выбранной оптической схемы, создание макета оптического измерителя напряжения и оценка его основных метрологических характеристик.

Принципиальные электрооптические методы измерения

Принципиально можно выделить несколько основных электрооптических методов измерения электрического напряжения:

1. на эффекте Поккельса [2, 3];
2. на пьезоэлектрическом эффекте [2, 10];
3. гибридный метод [4].

В рамках работы рассмотрим только первый метод, как наиболее привлекательный для данного конкретного применения. Отметим только, что измерители, основанные на пьезоэлектрическом эффекте, отличаются неравномерностью частотной характеристики, вызванной механическими резонансами на частотах от сотен герц до десятков килогерц. Гибридный же метод, имея некоторые преимущества оптических измерителей, все же использует традиционные первичные преобразователи напряжения, сохраняя при этом недостатки таких приборов, описанные выше.

Эффект Поккельса заключается в возникновении двулучепреломления под влиянием внешнего электрического поля, причем разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей пропорциональна первой степени напряженности электрического поля [2]:

$$n'_2 \approx n_0 + \frac{1}{2}n_0^3\gamma_{41}E_3; \quad n'_1 \approx n_0 - \frac{1}{2}n_0^3\gamma_{41}E_3,$$

где n_0 – показатель преломления при отсутствии электрического поля; γ_{41} – электрооптический коэффициент; E_3 – напряженность приложенного поля. Эффект обладает очень малой инерционностью. Оптическая анизотропия следует за изменением напряженности поля с запаздыванием $\sim 10^{-10}$ с.

Различают продольный и поперечный эффекты Поккельса (рис. 1). При продольном эффекте поле должно быть приложено вдоль оптической оси, приложив напряжение к прозрачным электродам или электродам с отверстием для прохода излучения.

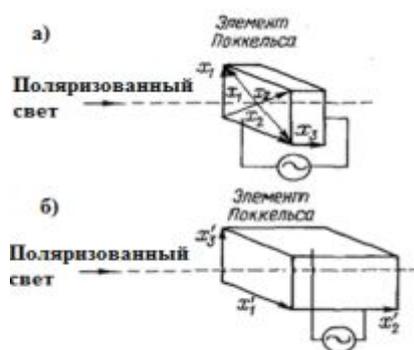


Рис. 1. Эффект Поккельса: продольный (а); поперечный (б)

Чувствительность датчика тем выше, чем больше электрооптический коэффициент материала для элемента Поккельса. Для датчика напряжения в основном используются следующие кристаллы: оксидные монокристаллы тригональной системы (ниобати танталат лития – LiNbO_3 , LiTaO_3) и оксидные монокристаллы кубической системы, так называемые ВГО, ВСО и ВТО кристаллы ($\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ и $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ соответственно). Первые обладают высокой чувствительностью, но из-за температурной зависимости коэффициента естественного двулучепреломления нуждаются в температурной компенсации. Вторые не имеют естественного двулучепреломления, однако у них высокий коэффициент оптической активности, что может вносить дополнительное снижение чувствительности датчика (табл. 1).

Таблица 1. Параметры кристаллов для элемента Поккельса [3]

	LiNbO_3	$\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$	$\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$	$\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$
ЭО коэфф.	γ_{33}	γ_{41}	γ_{41}	γ_{41}
$\cdot 10^{-10}$ см/В	30,8	2,8	3,1	4,35
n_o	2,286	2,67	2,41	2,45
n_e	2,2	–	–	–

Разработка макета ВОИН. Чувствительный элемент

Для разработки данного измерителя был выбран метод измерения на основе эффекта Поккельса. В качестве элемента Поккельса был выбран кристалл ниобата лития (LiNbO_3) с оптическим волноводом в центре. Электрооптические элементы изготовлены и предоставлены Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе, лабораторией А.В. Шамрая. Ниобат лития характеризуется ацентричной кристаллической структурой, высокими значениями пьезоэлектрических, электрооптических и нелинейнооптических коэффициентов, значительным двулучепреломлением, благодаря чему нашел широчайшее применение в современных оптических и электронных технологиях.

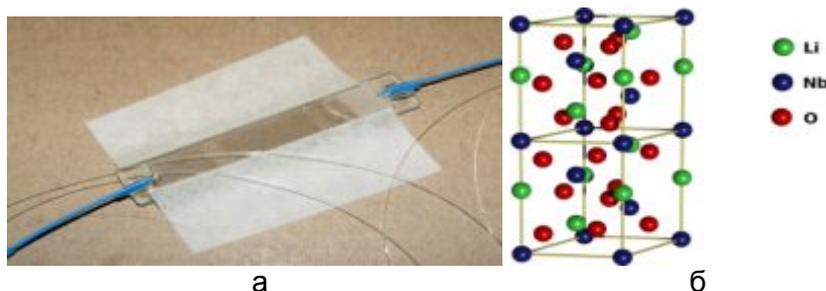


Рис. 5. Фотография кристалла ниобата лития с пристыкованными волноводами (а); кристаллическая структура LiNbO_3 (б)

В работе кристалл ниобата лития используется как элемент, чувствительный к напряженности электрического поля. Формула для расчета максимальной напряженности поля для кристалла ниобата лития:

$$E = \frac{\Delta\varphi \cdot \lambda}{2l \cdot \pi \cdot \Delta r \cdot n^3},$$

где l – длина кристалла ниобата лития; E – напряженность электрического поля; Δr – разность электрооптических коэффициентов; n – показатель преломления; λ – длина волны; $\Delta\varphi$ – разность фаз.

Кроме величины напряженности электрического поля, важным является его направление, так как электрооптические коэффициенты различны для разных осей. Кристалл также обладает анизотропной диэлектрической проницаемостью, что оказывает влияние на распределение электрического поля вокруг чувствительного элемента. Матрица коэффициентов диэлектрических проницаемостей:

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_x & 0 & 0 & 28 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_y & 0 & 0 & 44 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_z & 0 & 0 & 44 \end{pmatrix}.$$

Оптическая схема

Волоконно-оптическая поляризационно-интерферометрическая схема измерения, впервые предложенная, описанная и опробованная в СПбГПУ [8, 9] представлена на рис. 3. Под действием электрического поля ($E(t)$) изменяется показатель преломления кристалла, что приводит к изменению фазы распространяющегося по нему оптического излучения, при этом изменение фазы оптического излучения пропорционально напряженности электрического поля ($E(t)$), в котором находится кристалл LiNbO_3 (ЧЭ). Для необходимой вспомогательной модуляции разности фаз поляризационных мод используется электрооптический модулятор, отличающийся от кристалла ЧЭ только наличием дополнительных электродов вдоль полоскового волновода для подачи модулирующего напряжения $U_m(t)$.

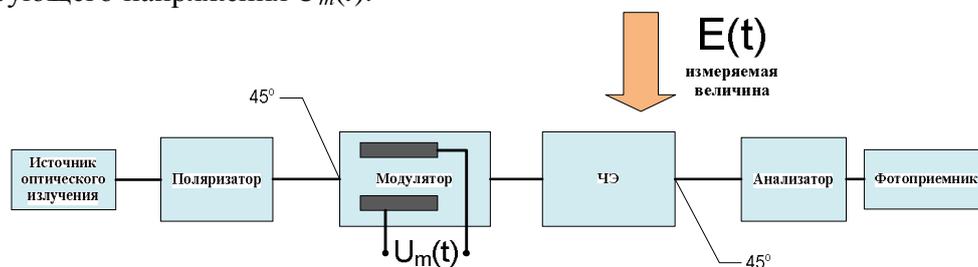


Рис. 6. Принципиальная оптическая схема ВОИН. Модулятор – электрооптический элемент с электродами; ЧЭ – чувствительный элемент (ячейка Поккельса)

Схема состоит из двух поляризаторов: «поляризатор» и «анализатор», ориентированных собственными поляризационными осями под 90° друг к другу. Под действием внешнего (измеряемого) электрического поля $E(t)$ согласно соответствующему электрооптическому коэффициенту кристалла в направлении распространения оптического излучения по полосковому волноводу изменятся показатель преломления. Различие по величине электрооптических коэффициентов в двух ортогональных положениях приводит к возникновению анизотропии. При распространении оптического излучения в анизотропной среде изменяется разность фаз собственных поляризационных мод электрооптического кристалла, что приводит к изменению состояния поляризации на выходе кристалла и соответствующему изменению интенсивности света на выходе анализатора.

Экспериментальная установка

Была построена модель распределения напряженности электрического поля в конденсаторе, с установленным чувствительным элементом (в программе для конечно-элементных расчетов сложных научно-технических задач COMSOL Multiphysics) (рис. 4). На основе модели были подобраны необходимые направление и уровень напряженности электрического поля в точке установки датчика, сконструирован конденсатор для экспериментальной установки.

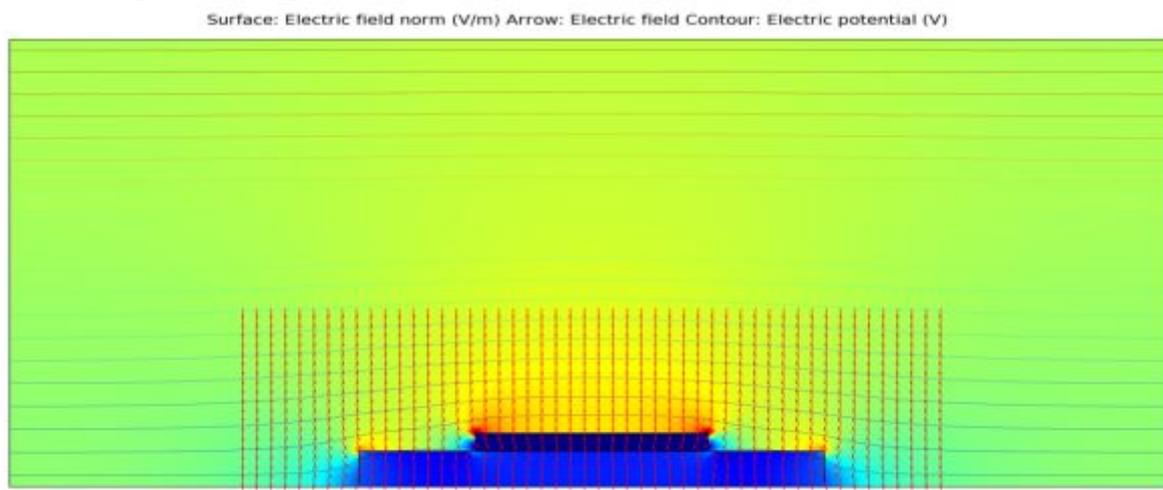


Рис. 7. Модель распределения напряженности электрического поля в конденсаторе, с установленным чувствительным элементом (ниобат лития со стеклянной подложкой)

Лабораторный макет измерителя напряжения был собран в соответствии со схемой на рис. 5, а. Внешний вид экспериментальной установки показан на рис. 5, б.

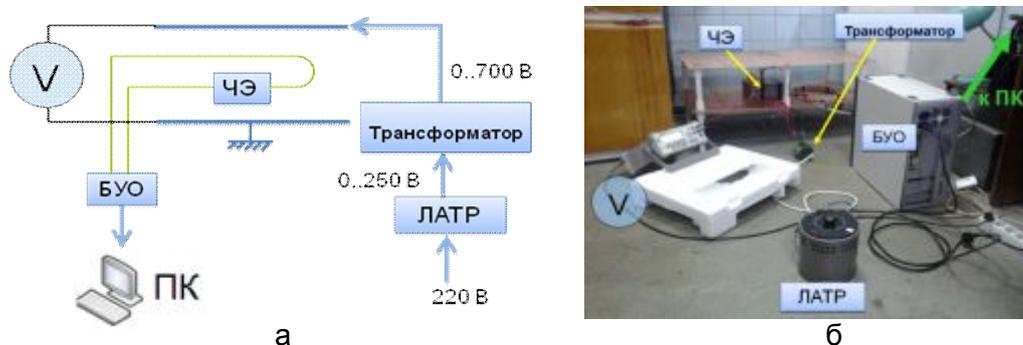


Рис. 8. Экспериментальная установка: ЛАТР – лабораторный автотрансформатор; ЧЭ – чувствительный элемент; БУО – блок управления и обработки; ПК – персональный компьютер; V – вольтметр (до 1000 В) (а); внешний вид экспериментальной установки (б)

На обкладки конденсатора, в поле которого расположен ЧЭ, через управляющий ЛАТР и повышающий трансформатор подается напряжение от 0 до 700 В. Значение этого напряжения показывает вольтметр (V). Расстояние между обкладками конденсатора 10 см. Оптическое излучение от суперлюминесцентного оптического источника модулируется в БУО и передается через подводящее оптическое волокно к ЧЭ, расположенному в поле конденсатора, сохраняя при этом свои оптические параметры. При прохождении через ЧЭ под воздействием внешнего измеряемого электрического поля изменяются оптические параметры распространяющегося излучения. Оптическое излучение по отводящему оптическому волокну достигает схемы детектирования и обработки сигнала в БУО, которая демодулирует сигнал и производит первичную обработку полученных данных. Обработанная информация

через интерфейс RS-485 передается на внешний ПК для оценки величины изменения оптических параметров и вычисления величины напряженности электрического поля. Эта величина пересчитывается исходя из заранее известной картины распределения поля (определяется положением и конструкцией чувствительного элемента) в напряжение. В ходе испытаний на обкладки конденсатора подавались следующие значения напряжений:

Подаваемое напряжение, В													
0	61	160	269	410	500	580	635	697	497	330	146	59	0

Результаты измерений представлены рядом графиков на рис. 6. Как видно из графиков, величина ошибки не превышает $\pm 1\%$ (пики на рис. 6, г обусловлены плавным изменением величины напряжения в эксперименте, в то время как контрольные значения, снятые с вольтметра, в данной модели изменяются резко, без перехода; значения ошибки при напряжении в районе 0 В обусловлены шумами и неточностью автотрансформатора при малых значениях напряжений).

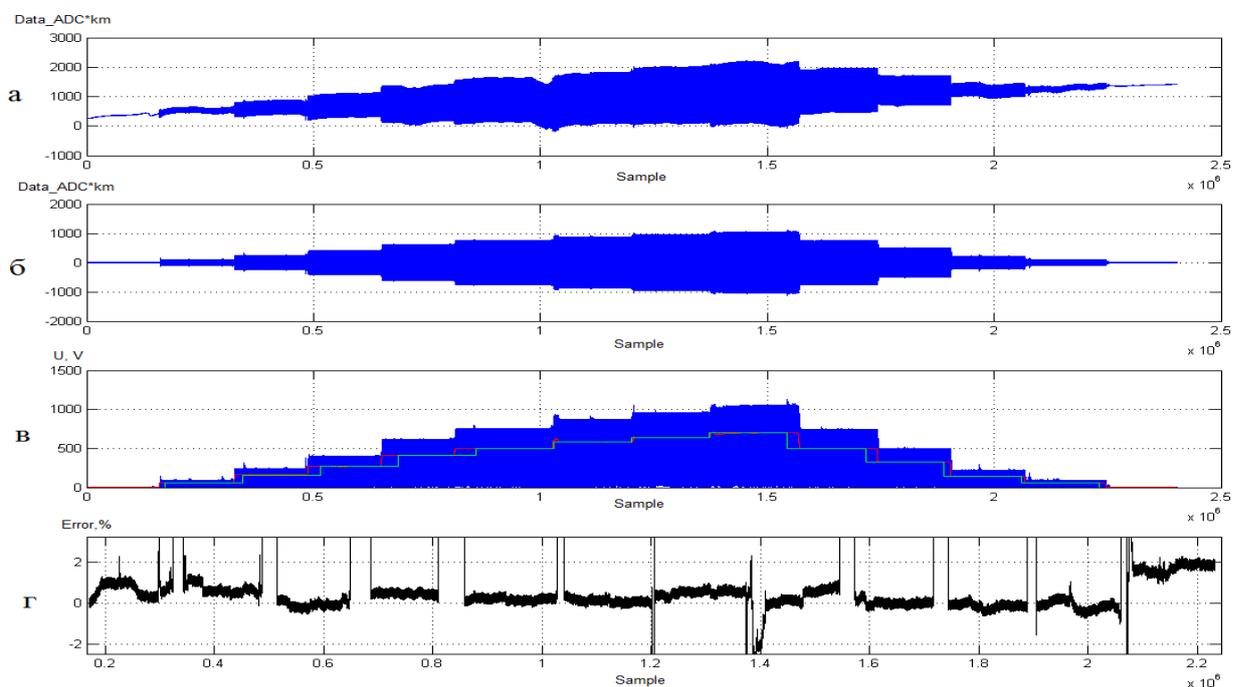


Рис. 9. Данные с АЦП (а); данные с АЦП после фильтрации (б); полученное напряжение, красным цветом – измеренное действующее напряжение, зеленым цветом – действующее напряжение с контрольного вольтметра (в); величина ошибки измерения (г)

В дальнейшем планируется улучшить данный показатель за счет компенсации внешних влияющих факторов, прежде всего температурного влияния, путем оптимизации оптической схемы, а также электронной схемы детектирования и обработки.

Литература

1. Щеглов Н.В. Измерения на высоком напряжении: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 122 с.
2. Красюк Б.А., Семенов О.Г., Шереметьев А.Г и др. Световодные датчики – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
3. Окоси Т. Волоконно-оптические датчики / Пер. с япон. – Л.: Энергоатомиздат Ленингр. отд-ние, 1990. – 256 с.

4. Радиоэлектронная техника: межвузовский сборник научных трудов / под ред. В.А. Сергеева. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – С. 7–12.
5. Абраменкова И., Корнеев И., Троицкий Ю. Оптические датчики тока и напряжения // Компоненты и технологии. – 2010. – № 8. – С. 60–63.
6. Voltage sensor: патент США US № 6,380,725 / Assignee: NxtPhase Corporation, 2002.
7. Fiber-Optic Current and Voltage Sensors for High-Voltage Substations / K. Bohnert, P. Gabus, and H. Brändle, 2003.
8. Ликумович Л.Б., Медведев А.В., Петров В.М. Волоконно-оптическая поляризационно-интерферометрическая схема с двумя электрооптическими модулями для регистрации электрического поля // Материалы выступления на 22 международной конференции «Лазеры. Измерения. Информация», 2012.
9. Петров В.М., Ликумович Л.Б., Медведев А.В., Шамрай А.В., Лебедев В.В. Интегрально-оптический сенсор для бесконтактных измерителей напряженности электрического поля // Сб. докладов 22-й международной конференции «Лазеры. Измерения. Информация». – 2012. – Т. 1. – С. 327–332.
10. Fiber sensor for the simultaneous measurement of current and voltage in a high-voltage system / N. Rajkumar, V. Jagadeesh Kumar, and P. Sankaran, 1993.

СОДЕРЖАНИЕ

Абакумова К.Л., Гордейчик А.А., Нечаев Д.С., Буряк М.А. Стратегии и методы коммерческого применения технологий на примере проекта Qrbus	3
Айрапетян А.В. Перспективы использования шрота расторопши в технологии питания	6
Аксарин С.М., Артеев В.А., Киреенков А.Ю. Уменьшение оптических потерь на сварке анизотропных световодов путем оптимизации ее параметров	11
Астрединова Н.В., Сергеев Д.С. Методика контроля качества паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей с применением метода лазерно-ультразвуковой диагностики	14
Батура В.А. Современные методы маркирования неподвижных изображений в частотной области.....	18
Бутылкина К.Д. Исследование трехзеркальных объективов без промежуточного изображения.....	23
Итин А.Л., Гладков И.Н. Разработка виртуальной лабораторной работы по исследованию алгоритмов определения координат изображения на ПЗС-фотоприемнике.....	25
Glazkova O.R. Drying techniques	31
Грачева А.В. Анализ экономических выгод от слияний и поглощений компаний.....	34
Гусаров В.Г. Выбор элементов оптико-электронной системы с оптической равносигнальной зоной для измерения вертикального градиента температур воздушного тракта.....	38
Доренская А.В., Баринов А.В. Анализ сигналов акустической эмиссии, зарегистрированных в ходе сварки образцов корабельной техники	43
Епинина О.М. Сравнительный анализ технологий термической утилизации отходов и их применение в Российской Федерации.....	47
Капитанюк Ю.А. Разработка системы траекторного управления мобильным роботом с роликонесущими колесами	52
Кедич Н.Б., Копылов М.А. Экологическое воздействие на окружающую среду при производстве соковой продукции	58
Klementjev D.A. Application of antioxidants in food industry	64
Дунаев А.В., Козырева О.Д. Проблемы лазерной терапии: сканирующая лазеротерапия и сканирующие лазерные стимуляторы	66
Коровяковская А.Ю. Использование параллельных вычислений на новом семействе графических процессоров Kepler для решения матричных сетевых уравнений больших размерностей	68
Кочегарова Т.С. Природоохранное нормирование на основе наилучших доступных технологий: новый стимул в инновационном развитии отечественных предприятий	71
Кривых А.В. Комплексированное восстановление непрерывных спектров адаптивным способом псевдообратного оператора	75
Кузнецова Л.М., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф. Исследование технологии инновационных продуктов сложного сырьевого состава на основе люпина	79
Кузнецова О.В. Применение методики 3D-моделирования печатной платы в системе Altium Designer.....	85
Курганова Е.В. Правовые аспекты инновационной деятельности	90
Курганова Е.В. Совершенствование технологии получения соевого сыра с использованием фермента транслутаминаза.....	94

Лабковская Р.Я., Лысов А.Л., Пирожникова О.И. Перспективы использования герконовых измерителей уровня жидкости в датчиках систем управления	98
Манко В.В. Взаимосвязь показателей экономического роста и качества институтов	100
Образцов Е.С. Разработка и внедрение модулей для системы мониторинга состояния сети и сервисов	106
Павлов М.С. Влияние состава и свойств молока-сырья на качество и выход творога. Взаимосвязь между минеральным составом молока и количеством соматических клеток в нем	109
Parkhimovich O.V., Krasheninnikova N.N. Methodology development of open government's budget data ontology.....	111
Пирожникова О.И., Лабковская Р.Я. Системы защиты и сигнализации на основе герконовой элементной базы.....	114
Платунова С.М. Особенности проектирования фрагментов компьютерной сети.....	116
Плотников М.Ю., Дейнека И.Г. Построение схемы цифровой обработки сигналов в волоконно-оптических акустических датчиках на брэгговских решетках	122
Поляков А.А., Ашихин Д.С., Кинжагулов И.Ю. Влияние затухания оптико-акустического сигнала на изменение энергетического параметра при контроле сварки трением с перемешиванием.....	125
Редюк В.А. Выявление наиболее подходящей математической модели для анализа результатов при автоматическом тестировании уровня знаний	131
Савенко В.А. Обеспечение теплового режима мощного радиоэлектронного модуля	137
Савченко В.П. Применение систем виртуального моделирования при проектировании оптических изделий из полимерных материалов	140
Самощенко И.Н. Отраслевые тенденции повышения энергоэффективности на примере хлебопекарных предприятий.....	143
Семенова Е.Е., Шишкин А.Р. Особенности алгоритмов кодирования персонализированной информации, полученной с помощью QR-кодов	146
Семерханов И.А., Варгин Г.В. Интеграция реляционных баз данных с использованием RDF\OWL	148
Сергеев Д.С., Баринов А.В., Астрединова Н.В. Разработка автоматизированного метода контроля качества паяных соединений изделий ракетно-космической техники.....	149
Тарасов М.С., Чемоданов В.О. Построение регулятора для удержания обратного маятника в неустойчивом положении равновесия.....	153
Тимшина И.А. Влияние кислорода на процесс экстрагирования веществ из дубовой стружки яблочными спиртовыми дистиллятами.....	156
Трофимова А.С. Оценка «углеродного следа» в корпоративном учете: возможности управления энергоэффективностью.....	160
Тютрюмова Е.А. Исследование современных уровней потребления ресурсов и экологического воздействия при производстве хлебной продукции.....	164
Чеботарь А.В. Повышение эффективности проведения биотехнологических процессов путем совершенствования машинно-аппаратурной схемы производства этилового спирта.....	168
Шайдеров Д.А. Цифровая телевизионная камера для аппаратуры автономного обитаемого подводного аппарата	174
Шаймарданова П.А. Оценка состояния и инновационные пути развития предприятий пищевой промышленности на примере ОАО «Кондитерский	

концерн Бабаевский»	179
Юрьева Р.А. Контроль качества полупроводниковой светотехники	182
Юрьева Р.А. Методы и средства клонирования RFID-меток	185
Смоловик М.А., Шуклин Ф.А., Никитенко А.Н., Алейник А.С., Аксарин С.М., Дейнека И.Г. Применение электрооптических методов измерений в волоконно-оптических датчиках высоких напряжений.....	187

Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых /
Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. – СПб: НИУ ИТМО, 2013.
– 197 с.

**СБОРНИК ТРУДОВ II ВСЕРОССИЙСКОГО
КОНГРЕССА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Сборник трудов конгресса молодых ученых

Главный редактор
доктор технических наук, профессор
В.О. Никифоров
Дизайн обложки Н.А. Потехина
Редакционно-издательский отдел НИУ ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99.
Подписано в печать 07.08.13
Заказ 3026. Тираж 100 экз.