

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
АССОЦИАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТДЕЛОВ  
ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ СТРАН  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ (АМО)

---

# РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

---

ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

26-27 февраля 2015 г.  
МОСКВА

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

ТОМ  
**3**



МОСКВА

Издательский дом МЭИ

2015

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА:** Двадцать первая Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. В 4 т. Т. 3. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 368 с.

ISBN 978-5-383-00921-5

ISBN 978-5-383-00924-6 (Том 3)

Помещенные в третьем томе сборника тезисы докладов студентов и аспирантов российских и зарубежных вузов освещают основные направления экономики и менеджмента, энергетики и экономики предприятий, ядерной энергетики и теплофизики.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

Тезисы печатаются с авторских оригиналов методом прямого воспроизведения. В отдельных случаях в авторские оригиналы внесены изменения технического характера. Как правило, сохранена авторская редакция.

---

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Н.Д. Роголев** — ректор МЭИ, председатель Оргкомитета

**В.К. Драгунов** — проректор по научной работе, сопредседатель

**Т.А. Степанова** — проректор по учебной работе, сопредседатель

**Е.В. Бычкова** — научный сотрудник кафедры АЭП, ответственный секретарь

**С.А. Цырук** — пом. проректора по научной работе

**А.Е. Тарасов** — начальник УМС

**С.А. Грузков** — директор ИЭТ

**И.Н. Мирошникова** — директор ИРЭ

**А.В. Дедев** — директор ИТАЭ

**П.А. Бутырин** — директор ИЭЭ

**В.П. Лунин** — директор АВТИ

**С.А. Серков** — директор ЭнМИ

**С.В. Захаров** — директор ИПЭЭф

**А.Ю. Невский** — и.о. директора ИнЭИ

**А.С. Федулов** — директор филиала в г. Смоленске

**П.В. Шамигулов** — директор филиала в г. Волжском

**С.А. Абдулкеримов** — директор филиала в г. Душанбе

**Н.И. Файрушин** — директор Энергетического колледжа (филиал МЭИ)

в г. Конаково

**Сакал Петер** — профессор Института организации производства, менеджмента и качества (г. Трнава, Словакия)

ISBN 978-5-383-00921-5

ISBN 978-5-383-00924-6 (Том 3)

© Авторы, 2015

© ЗАО «Издательский дом МЭИ», 2015

**Направление**  
**ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ**

Научный руководитель направления —  
д.э.н., профессор А.И. Самылин



## Секция 30

# **ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Председатель секции — д.э.н., профессор А.И. Самылин*

*Секретарь секции — инженер М.А. Баранова*

*Е.И. Ананьева, студ.; рук. Т.Н. Прудникова, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В последнее время все больший интерес для России представляют международные стандарты аудита (МСА). Продвижение в России МСА напрямую зависит от внедрения и применения в учетной практике МСФО.

МСА регулируют профессиональную деятельность аудиторов и широко признаны во всем мире. Стандарты аудита – это единые базовые принципы, которым должны следовать аудиторы. Итак, необходимо ли внедрение международных подходов к аудиту в России?

С учетом существующей практики и в контексте дальнейшего совершенствования российского аудита в настоящее время подготовлен законопроект, предполагающий внесение изменений в закон «Об аудиторской деятельности», который предусматривает обязательное применение российскими аудиторами МСА и признаваемый в порядке, установленном Правительством РФ с момента утверждения закона. В первом чтении он был принят Государственной Думой РФ 23.10.2013. Данный законопроект подтверждает главную цель внедрения МСА – совершенствование российского аудита.

Следует выделить главную проблему внедрения МСА – это контроль исполнения стандартов аудиторскими фирмами и индивидуальными аудиторами.

Для успешного осуществления данного процесса необходимо наличие двухстороннего контроля – государственных уполномоченных органов и СРО. Проблемы решаются тогда, когда вопросы качества аудита будут урегулированы на законодательном уровне.

В целом переход к работе по МСА связан с рядом трудностей:

- сложное содержание стандартов и их структура;
- трудность использования малыми и средними экономическими субъектами;

- недостаточность знаний у тех, кто должен применять стандарты;
- МСА не привязаны к системе правового регулирования в Российской Федерации;
- работа по МСА приведет к удорожанию аудита и, следовательно, ухудшит позиции аудиторов в конкурентной борьбе за клиентов.

Чтобы перейти российскому аудиту на МСА, необходимо:

- полностью перевести систему российского учета на МСФО;
- внести необходимые изменения в законодательно-правовую базу России;
- повысить квалификацию аудиторского сообщества в части изучения МСА и др.

*О.В. Архипенкова, студ.; рук. О.Н. Космачёва, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ ОРГАНИЗАЦИИ**

Одной из основополагающих подсистем в общей системе управления бизнесом является система эффективного управления прибылью. Та прибыль, которую организация использует на финансирование капитальных вложений, выплату дивидендов, на социальные и другие нужды, – это чистая прибыль, которая появляется после налогообложения.

Вопросы материального стимулирования и мотивации очень важны для сотрудников, но, к сожалению, эти факты не всегда принимаются во внимание собственниками бизнеса. С другой стороны, и интересы собственников не всегда бывают учтены. Допустим, инвестор отдает предпочтение какой-нибудь одной альтернативе использования капитала и тем самым отказывается от других. К тому же доход вложенные средства приносят не сразу. Таким образом, можно говорить об упущенной выгоде инвестора в текущем периоде.

Стоит попытаться осуществить поиск критериев распределения чистой прибыли, которые могут совместить интересы собственников и работников организации, обеспечить оптимальные условия развития бизнеса и эффективную работу компании. Только постоянная реализация общих интересов будет способствовать экономической стабильности и более эффективной системной работе организации.

Увеличение доли распределяемой прибыли в пользу работников компании свидетельствует об углубленной социальной политике. Если прибыль распределяется в основном в пользу инвесторов, значит, увеличиваются их дивиденды и организация имеет другие приоритеты деятельности. Кроме дивидендов, распределение прибыли может быть направлено на капитальные вложение или иные цели [1].

Перемещением границ распределения прибыли в ту или иную сферу можно регулировать такие экономические процессы, как мотивация работников, инвестиции в различные сферы, инновационная деятельность организации.

Собственник компании, исходя из экономической ситуации на рынке, должен принять конкретное решение о критериях распределения чистой прибыли. С помощью одного из механизмов он может оптимизировать систему распределения прибыли, осуществлять более эффективные управленческие решения для достижения поставленных целей.

### **Литература**

1. **Кофорова Н.М.** Распределение чистой прибыли организации // Экономическая среда. 2014. № 5.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ**

В последние годы аудит в РФ развивается довольно противоречиво. В-первых, финансовый аудит постепенно утрачивает доверие пользователей, поскольку на практике встречается большое количество случаев неэффективного проведения аудиторских проверок, когда аудиторы не могли или не хотели предвидеть близкий дефолт клиента [1]. Основные проблемы в развитии аудита на современном этапе можно сформулировать следующим образом.

1. Разные подходы к пониманию сущности аудита и его содержания. Аудит на современном этапе рассматривается как некая общая научная категория и, в более узком направлении, как конкретный вид практической деятельности.

2. Кризис качества аудита и доверия к нему. Проблема связана с восприятием аудита как едва ли не самого надежного метода распознавания мошенничества или приближающегося банкротства. Это ожидание может и не оправдаться, поскольку истории знакомо немало фактов несостоятельности аудиторских проверок, когда аудиторы не смогли или просто не захотели увидеть то, что финансовые отчеты организации вводят в заблуждение пользователей.

3. Привлечение аудита для создания видимой стабильности и надежности. Это связано с тем, что проведение любого аудита создает видимость должного уровня контроля. Такой неэффективный аудит наносит вред не только инвесторам и собственникам, но и работникам и кредиторам, которые могли бы уменьшить свои убытки и потери, если бы получали своевременные предупреждения из отчетов аудиторов.

4. Нарушение основных принципов аудита. В российской практике в некоторых случаях аудиторы могут вообще не появляться на территории клиента. Они предварительно высылают набор рабочих таблиц и форм, которые рекомендуется заполнить клиенту, на основании которых потом составляется отчет аудитора.

В целях предотвращения «серого» и «черного» аудита в аудиторской деятельности необходимо:

- усилить контроль за деятельностью аудиторских организаций и индивидуальных аудиторов со стороны саморегулируемых организаций;
- повысить качество аудита.

### **Литература**

1. **Куницина Т.В.** Проблемы аудита на современном этапе развития // Вопросы экономики. 2014. № 67.

*К.А. Безверхая, студ.; рук. Д.Ю. Шутова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АЛМАЗООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Россия находится на первом месте в мире по разведанным запасам алмазов, имея в своем распоряжении 56 % мировых запасов. Поэтому развитие отрасли алмазообрабатывающей промышленности является одним из важнейших для страны. Это объясняет актуальность выбранной темы. На данный момент положение гранильной промышленности неустойчиво из-за проблемы неясности поставок сырья, а также отсутствия достойных отечественных информационных технологий по его обработке. В связи с этой проблемой главной задачей является разработка новых технологий обработки сырья в России. Вместо того чтобы затрачивать огромные денежные средства с целью приобретения иностранных информационных продуктов, следует вкладывать их в научные исследования, поддержку отечественных специалистов. Создание собственных информационных систем для предприятий АБК [1] помогло бы поднять данную отрасль на новый уровень и в случае необходимости позволило бы самим продавать информационные технологии, результатом чего стали бы дополнительные финансовые средства.

Данная задача может быть решена также при наличии высококвалифицированных специалистов. Становится необходимым усиленное развитие других специальностей, сопутствующих данным в технологической и информационной сферах деятельности, направленной на формирование передовых технологий и научных разработок по обработке алмазов и их применение в промышленности. Кроме того, необходимо формировать и использовать информационные потоки в мировом АБК в России, чтобы достичь повышения эффективности, качества управления и конкурентоспособности АБК России. Результатом такой научно-образовательной деятельности может стать: усовершенствование технологии по обработке алмазов; разработка программ введения инновационных методов в алмазообрабатывающее и ювелирное производство; образование баз данных по передовым технологиям и оборудованию гранильного производства; образование единой информационной базы АБК (научные труды – инновационный проекты – новейшие технологии и т.д.)

### **Литература**

1. **Применение** информационных технологий в ювелирной и алмазообрабатывающей промышленности [Электронный ресурс]. – Электронные данные – М., 2014. Режим доступа URL: <http://www.jfcarat.ru/anons/43/> (Дата обращения: 10.09.14).

*В.В. Боброва, студ.; рук. А.В. Алексеева, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ МОБИЛЬНЫХ И ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОДЕЛЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В2С**

Традиционные способы электронной торговли через интернет-сайты тесно взаимодействуют с развивающимися мобильными технологиями. Наличие у большинства под рукой телефонов или планшетов с доступом в Интернет повышает требования ко многим сервисам, в том числе и к сервисам электронной коммерции. Многие интернет-магазины имеют аналоги в виде мобильных приложений.

Увеличивается число каналов передачи информации о продуктах потребителю, вместе с тем увеличивается количество данных, которых необходимо бережно хранить и быстро анализировать. Обеспечить все требования на высшем уровне при минимальных затратах и с учетом особенностей эффективного использования мобильных технологий помогут облачные сервисы.

Преимущества использования облачных технологий в сфере интернет-коммерции, в частности в моделях бизнеса В2С, заключаются в скорости обработки информации, ее защищенности и отсутствии излишних денежных вложений.

Функционал, предоставляемый облачными сервисами, способен в реальном времени отслеживать статистику посещения и заказов. У сотрудников появляется возможность эффективно и без затруднений работать в любом месте, в любое время с помощью любого устройства по своему выбору и следить за рабочими процессами из любой точки, где есть доступ в Интернет, достаточно лишь пройти авторизацию в облачном сервисе.

Облачные технологии в тесной связи с мобильными приложениями позволяют собирать данные об отправленных пользователям на телефон или планшет уведомлениях о проходящих акциях и о новых поступлениях. Данная возможность реализуется с помощью инструмента PUSH-нотификации, встроенного в приложение.

Кроме того, с помощью подобных уведомлений можно быстро отслеживать статистику кликов на сообщение, что позволит проследить заинтересованность покупателей в данном сообщении и провести анализ активности по временному и географическому признаку.

Таким образом, облачные вычисления и мобильные технологии делают коммуникации унифицированными и ставят их в самый центр нашего внимания, делая их более простыми и доступными для компаний и предоставляя этим компаниям самые современные возможности.

## **ФИНАНСИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПУТЕМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ОБЛИГАЦИОННОГО ЗАЙМА НА ПРИМЕРЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ОАО «МОСЭНЕРГО»**

Электроэнергетика – капиталоемкая отрасль. Инвестиционные проекты в этой сфере характеризуются вложениями в основные фонды в форме создания новых генерирующих мощностей с большими сроками окупаемости. Также значительную часть инвестиционного бюджета компании отрасли выделяют на текущий ремонт и модернизацию основных средств. В этих условиях необходимо планировать инвестиционные программы с учетом их продолжительности, выбирать соответствующие программы финансирования [1].

На данный момент требуются значительные финансовые вложения для модернизации и расширения отрасли. Необходимо привлекать инвестиции в отрасль, развивая преимущества вложений в данный сектор российской экономики. Такими преимуществами являются масштаб и надежность компаний сектора, наличие государственных гарантий, объединение в финансово-промышленные группы. Компании энергетического сектора имеют стабильные доходы, которые формируют регулярные выплаты дивидендов и процентов по долговым обязательствам [3].

Привлечение заемных средств в инвестиционных проектах позволяет добиться большей рентабельности инвестиций собственных средств за счет эффекта финансового рычага, позволяет увеличить масштаб инвестиционных программ [2]. В настоящее время корпорация ОАО «Мосэнерго» использует заемные средства в ограниченном объеме. С учетом опыта эмиссий различных ценных бумаг и надежности эмитента, существует потенциал увеличения долгового портфеля корпорации за счет эмиссии облигаций без риска потери финансовой устойчивости.

### **Литература**

1. **Бланк И.А.** Инвестиционный менеджмент. – М.: Эльга, Ника-Центр, 2001. – 448 с.
2. **Брейли Р., Майерс С.** Принципы корпоративных финансов. – 2-е издание на русском языке перевод с седьмого международного издания: пер. с англ. Н. Барышниковой. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 1008 с.
3. **Шеметов А.В.** Российская биржевая инфраструктура: современное состояние и перспективы развития // РЦБ. 2013. № 9. С. 167–169.

*М.А. Болотова, А.А. Киселева, студенты; рук. Б.В. Окунев, к.т.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ВЫПУСКАЮЩИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ**

В настоящее время производственные предприятия России по разработке и производству газоаналитической техники начинают значительно конкурировать между собой.

Сейчас рынок насыщен газоанализаторами, и масштабы производства увеличиваются с каждым годом. Но в то же время стоит проблема в снижении объема продаж газоаналитической продукции, что связано со значительным ростом их выпуска.

Эффективным инструментом для проведения анализа методов повышения спроса на продукцию производственного предприятия является информационная система для обработки данных маркетинговых исследований. Целями маркетингового исследования могут быть: получение информации о том, какие причины повлияли на то, что наблюдается снижение продаж газоанализаторов; изучение предпочтений потенциальных потребителей; исследование ситуации на рынке и т.д.

Существующие автоматизированные информационные системы маркетинговых исследований, такие как Elank и Merku позволяют осуществлять электронное анкетирование, сохранять все полученные результаты в базе, предоставлять результаты в удобном виде. Однако данные системы ориентированы на сферы применения, такие как рестораны, гостиницы, туристические агентства, аптеки, автосалоны и магазины [1]. Цена данных электронных программных продуктов высока, и не каждое предприятие может позволить себе приобретение таких систем.

Лучшим решением выделенной проблемы будет создание собственного web-приложения для проведения маркетинговых исследований для конкретного предприятия. Это позволит не только экономить денежные средства, но и с помощью опроса выявить, какие критерии для газоанализаторов приветствуются у потребителей, также в этом уникальном web-приложении будет располагаться информация об особенностях конкретного предприятия и его продукции, например характеристики надежности, экологичности, сведения об условиях эксплуатации и т.п. Такое web-приложение позволит разработать новые конкурентоспособные газоаналитические приборы.

### **Литература**

1. **Merku:** Автоматизация маркетинга и анализ рынка [Электронный ресурс]. URL: <http://merku.ru/> (дата обращения 12.10.14).

## ПОНЯТИЕ И ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА

В настоящее время ключевым понятием во всех аспектах управления проектами, с точки зрения осуществления эффективного управления реализации какого-либо проекта, является фундаментальное понятие «жизненный цикл». Необходимо отметить, что данное понятие является актуальным в сфере современного менеджмента ввиду того, что посредством текущей стадией проекта определяются как задачи и процессы подготовки и принятия управленческих решений, так и методики и их инструментальные средства.

Как правило, под термином «жизненный цикл» подразумевают исходное понятие, которое используется при исследовании существующих проблем в сфере финансирования каких-либо работ, относящихся к проекту, и принятии конкретных решений. Необходимо отметить, что главной особенностью жизненных циклов проектов является предметная область и содержание проекта.

Обращаясь к точкам зрения таких исследователей, как И.И. Мазура, М.Л. Разу [1, 2], можно сделать вывод о том, что каждый проект в процессе своей разработки и реализации проходит несколько фаз жизненного цикла. Изобразим их на рис. 1.

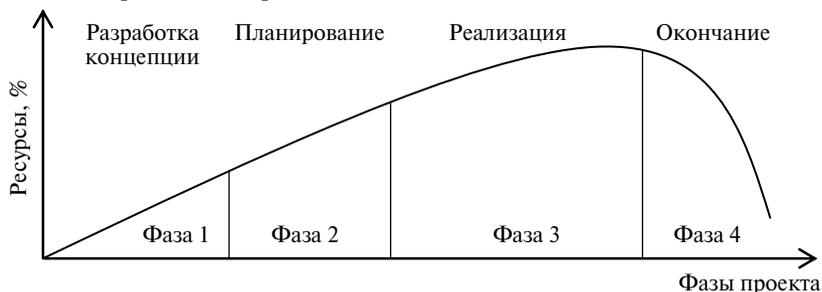


Рис. 1. Структура жизненного цикла

Представленная структура оптимальна для процесса управления проектами и может быть использована на практике в сфере современного менеджмента.

### Литература

1. Мазура А.А. Управление проектами: М.: Издательство «Омега-Л», 2013. 960 с.
2. Разу М.Л. Управление проектом. Основы проектного управления. М.: КНО-РУ, 2012. 760 с.

## **ОСОБЕННОСТИ НАЛОГОВОЙ ПОЛИТИКИ РФ**

Важнейшим элементом эффективной экономической политики России является ее налоговая политика. Посредством данного элемента осуществляется ряд важнейших действий в области обеспечения необходимыми ресурсами государственно-бюджетной деятельности, а также регулирования экономики страны в целом. Необходимо отметить, что как в зарубежной, так и в отечественной литературе упоминается о налоговой сфере как о мощном инструменте государственного воздействия на экономику. Вследствие данного факта целесообразно осуществлять качественное совершенствование данного инструмента посредством углубленного теоретического анализа и исследования его особенностей и широкого круга смежных микро- и макроэкономических проблем.

«Особенностью современной российской налоговой системы является то, что при ее формировании ставилась в первую очередь фискальная задача» [1]. Данное утверждение обусловлено тем, что на первых этапах процесса создания налоговой системы РФ происходило ее развитие в условиях системного экономического кризиса.

Необходимо отметить еще одну важнейшую особенность налоговой политики РФ – «яркий акцент в налоговых изъятиях на обложение хозяйствующих объектов» [2]. Вследствие данной особенности происходят следующие процессы: осуществляется «бегство» капитала за рубеж, исчезает возможность самофинансирования хозяйствующих субъектов, возникает массовое уклонение организаций от уплаты налогов.

Чрезмерно высокая доля (41 %, из них 35,4 % – НДС, 5,6 % – акцизы) косвенных налогов является еще одной особенностью налоговой политики РФ ввиду того, что носителями этих налогов выступают физические лица, поскольку косвенные налоги являются регрессивными, тем самым существенно снижается жизненный уровень малообеспеченных. Вследствие этого осуществляется недостаточная реализация отечественных налогов.

Таким образом, данные особенности налоговой политики РФ являются скорее недостатками, чем ее достоинствами. Соответственно можно сказать, что налоговая политика РФ на сегодняшний день не совершенна и имеется необходимость реализации рационализации налогообложения посредством развития налогового менеджмента на государственном уровне.

### **Литература**

1. **Денисов А.М.** Налоговая политика РФ / А.М. Денисов. М.: Лаборатория книги, 2012. 108 с.
2. **Мозговой Д.В.** Налоговая политика в стимулировании экономической активности предпринимательства / Д.В. Мозговой. М.: Лаборатория книги, 2012. 99 с.

*А.С. Бугаева, Е.В. Коротченкова, студенты;  
рук. И.А. Белалова, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ИНДУСТРИЯ ТУРИЗМА КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ЭКОНОМИКУ СТРАНЫ**

Туризм оказывает большое влияние на экономику страны в условиях современной рыночной ситуации. Его развитие способствует притоку иностранной валюты, а также привлечению инвестиций. Одной из экономических функций туризма является увеличение деловой активности туристических компаний и расширение спектра оказываемых ими услуг. Эта отрасль экономики занимает одну из лидирующих позиций среди всех отраслей народного хозяйства страны.

За последние пять лет существенно возросло значение такого вида туризма, как международный. Туризм в международном масштабе создал положительные условия для развития экономических связей между отдельными странами. Для многих из них международный туризм является:

- одним из основополагающих источников поступлений иностранной валюты;
- одним из факторов, который стимулирует рост платежного баланса страны;
- одним из стимулов развития организаций, занимающихся обслуживанием туристического бизнеса.

Исходя из вышеизложенного туризм оказывает активное влияние на экономику страны, в которой он развивается [1, 2]. Таким образом, можно проследить связь между тенденциями развития отрасли туризма и общим состоянием экономики государства. Состояние экономики (подъем или спад) влияет на динамику путешествий.

Можно отметить, что страны с положительным платежным балансом по поступлениям от туризма часто имеют отрицательный баланс в торговле. К таким странам относятся Испания, Греция, Португалия и США. С другой стороны, страны с отрицательным платежным балансом имеют положительный торговый баланс – это Япония и Германия.

Таким образом, международный туризм имеет тенденцию к продолжению развития, несмотря на риск спада в экономике, только в том случае, если будет совершенствоваться законодательная база в области туристического бизнеса.

### **Литература**

1. **Маклашина Л.Р.** Инновационное развитие индустрии туризма // ПЭО. 2013. № 11.
2. **Тайгибова Т.Т.** Влияние индустрии туризма на экономику страны и социально-культурную сферу // Вопросы экономики. 2014. № 3.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

По мнению многих экспертов, российская экономика имеет достаточный потенциал для последовательного и поступательного развития и интеграции с мировыми экономиками. России принадлежит около 6 % мировых запасов нефти и 25 % мировых запасов газа, около 10 % воды. На территории России проживает порядка 2 % всего мирового населения земли, по размеру внутреннего рынка страна находится на 8-м месте в мире. Однако за всем этим кажущимся внешним благополучием скрываются очень серьезные проблемы, которые формировались в течение десятилетий.

Россия имеет большое количество собственных природных богатств, но последние тенденции показывают, что данное конкурентное преимущество на мировом рынке уже превратилось в своеобразный «тормоз» экономического прогресса, так как был сделан упор на сырьевую ориентацию отечественной экономики. В настоящий момент экспорт из России почти на 75 % обеспечивается и зависит от нефти, угля, газа, металлов. В это же время страна зависит от импорта многих товаров народного потребления, техники, современных видов машин и оборудования. Отечественные предприятия не могут составить конкуренцию на внешних рынках, так как не владеют перспективными инновационными технологиями.

Профицит государственного бюджета и положительное сальдо торгового баланса для России в большой степени зависят от мировых цен на нефть. Если цена упадет ниже 100 долларов за баррель, то сальдо текущих операций будет дефицитным, а если цена упадет до 90 долларов за баррель, то экономика испытает «двойной дефицит». Завершающаяся программа количественного стимулирования экономики в США скорее всего приведет к тому, что нефть подешевеет и цены на нее опустятся.

В настоящее время существуют существенные риски для стабильности курса российского рубля. В ряду причин, которые могут повлечь за собой такую тенденцию, выделяют: замедление темпов экономического роста, сокращение положительного сальдо платежного баланса, уменьшение поступлений в бюджет от налогов.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что выбрать из состояния стагнации российской экономике помогут структурные реформы, которые могут повысить конкурентоспособность экономики и ее производительность, улучшить деловой и инвестиционный климат в государстве, обеспечить приток капитала в страну.

## ПОДХОД К РАССМОТРЕНИЮ ОПЕРАЦИОННОГО ЦИКЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Авторами была модифицирована схема функционирования экономической системы Г. Клейнера [1]. В предлагаемой модели (рис. 1) в качестве объекта выступит сама компания; процесса – процесс закупки материалов и реализации товара; среды – контрагенты; проекта – товар (питьевая вода в нанобутылках).

В ходе разработки модели было установлено, что в треугольнике А-В-С проходят денежные потоки, а в треугольнике А-D-C – товарные. Следовательно, движение денежного потока можно интерпретировать как финансовый цикл, а движение товарного потока как производственный цикл. Эти циклы в совокупности образуют операционный цикл.

В схеме функционирования экономической системы Г. Клейнером не трактуется параметр времени. Авторы дополнили показатель времени предлагаемой модели следующей формулой:

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2, \quad (1)$$

где  $t_{\text{общ}}$  – операционный цикл (дни);  $t_1$  – финансовый цикл (дни);  $t_2$  – производственный цикл (дни).

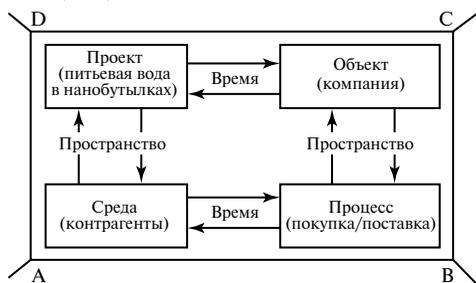


Рис. 1. Модель операционного цикла с применением новой теории экономических систем

Таким образом, взаимосвязи между элементами модели функционируют в пространстве (в котором находится система) и времени, представленном циклами. Предлагаемая модель может быть использована для анализа периода обращения дебиторской задолженности, который заключен в финансовом цикле, а также периода обращения кредиторской задолженности, заключенного в производственном цикле.

### Литература

1. Клейнер Г. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // Вопросы экономики. 2013. № 6.

## **ТЕНДЕНЦИИ ИНФЛЯЦИИ В РОССИИ**

Инфляция – своего рода «болезнь» экономики: она сокращает реальные доходы и сбережения, делает инвестиции рискованными, ведет к росту социального напряжения. Проблема инфляции в России сохраняет актуальность, несмотря на значительное снижение ее темпов с 15,1 % в 2002 г. до 5–8 % в 2014 г.

По данным Росстата потребительские цены в России за март 2014 г. возросли на 1 %, за период с начала года – на 2,3 %. Для сравнения: в 2013 году инфляция в марте была всего 0,3 %, за период с начала года – 1,9 % [3]. Текущий всплеск потребительских цен в России (с 6,1 % в январе 2014 до 7,6 % в июне 2014 г.) рассматривается как временный, вызванный эффектом от падения рубля в первом квартале 2014 года и ростом цен на продовольствие.

Инфляция, вызванная государственными решениями, будет оказывать существенное влияние на конец 2014 года. Рост цен за текущий год не превысил бы 5,4 %, если бы не влияние длительных продуктовых «войн» и введение российского продовольственного эмбарго на импорт. Но несмотря на вышеперечисленные факторы ЦБ рассчитывает на замедление уровня инфляции до 6,4 % к концу 2014 г. и планирует перейти к режиму таргетирования инфляции с 1 января 2015 года, несмотря на геополитические шоки [2]. Аналитики прогнозируют пик инфляции в I квартале 2015 года, так как именно на 2015 г. придется основной эффект от продовольственных антисанкций.

Для сокращения инфляционного риска заслуживает внимания инициатива Минфина России о законодательном ограничении суммы наличных платежей с целью увеличения электронных денежных средств. Применение платежных карт, мобильного банкинга, Интернета позволяет сократить издержки, связанные с наличными платежами и обращением огромной денежной массы [1].

### **Литература**

1. **Красавина Л.Н.** Снижение инфляционных рисков как фактор достижения прогнозируемых показателей инфляции и ценовой стабильности // Точка зрения. 2012. № 12. С. 3–11.
2. **Сбербанк России.** Россия: обуздать инфляцию издержек // Центр макроэкономических исследований Сбербанка России. – 10 июля 2014 года. – С. 1–9.
3. **ИТАР-ТАСС.** Экономика и бизнес [Электронный ресурс] // Росстат: Инфляция в России. URL: <http://itar-tass.com/ekonomika/1098079>

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ MES-СИСТЕМ**

Количество программных продуктов, представленных на рынке MES-систем, постоянно растет. В российской промышленности чаще всего используют такие зарубежные программные решения, как Workstream, Visiprise и многие другие. При этом существующие отечественные MES-разработки не получили должного распространения ввиду недоверия к ним российских промышленников.

Однако российские MES-системы наиболее предпочтительны для отечественных предприятий ввиду следующих особенностей:

- более низкая стоимость по сравнению с зарубежными аналогами;
- легкость при внедрении программных продуктов;
- возможность получения быстрой и квалифицированной поддержки;
- адаптивность;
- русскоязычный интерфейс MES-систем;
- функционал во многом превосходит зарубежные аналоги (наличие различных методов составления производственного расписания).

Среди передовых отечественных решений в области MES-систем можно выделить: ФОБОС, YSB.Enterprise.Mes, PolyPlan [1]. Первая система нацелена на крупные и средние предприятия машиностроительной отрасли. Вторая – на предприятия среднего и ниже среднего размера деревообрабатывающей промышленности. Третья же является системой с оперативно-календарным планированием для гибких автоматизированных систем в машиностроении. Данные системы имеют схожий функционал, однако некоторые отличия существуют. Так, ФОБОС тесно взаимодействует с ERP-системами (BAAN, SAP, 1C), принимая входные и отдавая выходные данные, а также осуществляя внутрицеховое управление и планирование. YSB.Enterprise.Mes, в свою очередь, расширяет свой функционал за счет включения модулей продажи, управления складскими запасами, а также бухгалтерию. PolyPlan кроме традиционных функций MES-систем включает в себя создание расписаний для транспортных систем по осуществлению перевозки деталей между рабочими центрами.

Таким образом, отечественные MES-системы позволяют не только решить стандартные задачи для данной группы систем, но и упростить процесс внедрения, а также снизить его стоимость.

### **Литература**

1. **Промышленные** контроллеры и интеграция: ERP/APS+MES+АСУ ТП (По материалам компании ВСС) // Автоматизация производства. 2009. № 2. С. 50–51.

## **УБЫТОЧНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ: СТЕЧЕНИЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ИЛИ ЗАПЛАНИРОВАННЫЙ ХОД**

Согласно Гражданскому кодексу РФ целью деятельности любой коммерческой организации является получение прибыли. Организации, финансовым результатом которых по итогам года является прибыль, обязаны согласно статье 246 Налогового кодекса РФ (НК РФ) заплатить налог на прибыль организаций, а организациям, получившим убыток, данный налог платить не с чего. Кроме того, согласно статье 283 НК РФ организациям разрешено уменьшать налоговую базу на сумму убытков прошлых лет.

Проанализировав статистику по Смоленской области, можно сделать вывод о том, что с каждым годом в регионе появляется все больше работающих уже долгое время убыточных организаций в различных сферах экономики. Можно предположить, что организации намеренно искажают показатели своей деятельности с целью неуплаты налога и получения льгот в дальнейшем. Существуют различные способы ухода от уплаты налога на прибыль. Рассмотрим наиболее распространенные из них:

- организация может продать свои основные средства подконтрольному ей лицу, а затем взять их у нее в аренду, тем самым списывая в расход сумму арендной платы и уменьшая прибыль;
- учитывать затраты, относящиеся к будущим налоговым периодам, в текущем периоде, тем самым превышая расходы над доходами;
- искусственно завышать цены на материалы в целях увеличения расходов.

Каким бы обманным путем не шла организация, она должна иметь в виду тот факт, что при заявлении убытков на протяжении нескольких лет она автоматически попадает под особое внимание налоговых органов. Вначале они проводят анализ деятельности организации с целью выявления причин превышения расходов над доходами, затем осуществляют камеральную проверку, по результатам которой определяют правомерность неуплаты организацией налога и актуальность убытков. Если по результатам камеральной проверки не удалось доказать неправомочность заявленных убытков, но у налоговых органов по-прежнему остались сомнения, то проводят выездную проверку, которая оказывает решающее воздействие на недобросовестную организацию.

Таким образом, из-за недобросовестных убыточных организаций государство недополучает значительную часть денежных средств в бюджет, что оказывает негативное влияние на социальную поддержку населения и помощь региону.

## **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ И ОЦЕНКЕ РИСКОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА**

Любая сфера деятельности, будь то сельское хозяйство, машиностроение, торговля или банковский сектор, подвергается различным видам риска. Следовательно, одной из наиболее важных проблем является проблема управления этими рисками. Существуют количественные и качественные методы определения степени риска, при помощи которых осуществляется оценивание их уровня.

Качественный анализ направлен на измерение и очерчивание факторов и причин, оказывающих влияние на долю того или иного риска. В рамках качественного анализа могут быть использованы методы экспертных оценок, рейтинговых оценок, контрольные списки источников риска, метод аналогий. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, применяется в строго определенных целях.

Среди методов количественного анализа рисков широко распространены: метод анализа чувствительности, метод имитационного моделирования, теория игр, дерево решений. Несмотря на принадлежность этих методов к количественному анализу, многие из перечисленных легли в основу расчета при формировании информационной базы оценки риска организациями, использующими элементы качественного анализа.

В последнее время все более популярными становятся нетрадиционные методы оценки уровня рисков, широко применяется нечеткая логика, которая позволяет оценивать риск на основе случайных значений, нечетких прогнозов. Возможности нечеткой логики шире классической. Классическая ограничивается двумя суждениями (верно, неверно), а нечеткая включает еще и середину, то есть оценки типа «более или менее» и другие.

Проанализировав каждую методику, делаем вывод о том, что выбор метода для экономического субъекта будет зависеть от влияния большого количества факторов. Для анализа технологических рисков предприятий реального сектора наиболее предпочтительной будет методика дерева решений. Если есть возможность предоставления большого объема информации, то возможно применение методов имитационного моделирования. В противном случае вероятнее всего применение экспертных методов или методов нечеткой логики. Таким образом, очевидным становится решение о формировании комплексного подхода к оценке степени риска, который будет сочетать в себе наиболее подходящие для конкретной ситуации методы оценки, и в результате давать интегрированный результат с многосторонней проработкой существующей проблемы.

*Е.О. Востриков, Д.Д. Домнин, студенты;  
рук. А.И. Самылин, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА РИСКА И ДОХОДНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ КОМПАНИИ**

Для многих компаний реального сектора экономики инвестирование временно свободных денежных средств в ценные бумаги позволяет диверсифицировать предпринимательские риски и получать дополнительные доходы, которые в дальнейшем будут направлены на развитие предприятия. При этом получение доходов от инвестиций должно быть оценено с точки зрения возникающих рисков [1].

Целью исследования является оценка риска и доходности инвестиционного портфеля (ИП), формируемого энергетической компанией. Компания определяет, акции какого предприятия, «А» или «Б», целесообразно включить в свой ИП по информации о их доходности  $r_i$  на бирже за каждый год из четырех анализируемых лет, о средней доходности  $r_c$  и о стандартном отклонении  $\sigma$  [2].

С учетом правила «трех сигм» установлено, что средняя доходность по ценным бумагам предприятия «А» через год составит 7,5 % при уровне риска 17,86 %, а для ценных бумаг предприятия «Б» соответственно 31 % и  $\pm 10,58$  %. С целью минимизации уровня риска целесообразно выбрать для включения в инвестиционный портфель акций предприятие «Б», а с точки зрения доходности – акции предприятия «А».

Стоимость пакета акций компании, составленная из акций предприятия «Б», на начало периода составляла 30 млн руб., а к концу 4-го года планируется довести ее до 55 млн руб. Тогда доходность за период составит 83,33 %, а за год – 16,36 %, что может быть реализовано при приобретении акций предприятия «Б».

В исследовании был рассчитан коэффициент Шарпа (коэффициент доходность-риск) для двух инвестиционных портфелей ИП1 и ИП2, имеющих у компании. Безрисковая ставка доходности за период принята равной 12 %. Для ИП1 средняя доходность принята равной 14 %, а уровень риска 3 %. Средняя доходность для ИП2 составит 16 %, а уровень риска 2 %. Коэффициент Шарпа для ИП2 больше, чем для ИП1, поэтому управление менеджером ИП2 лучше, как и выбранная им стратегия управления. Таким образом, формирование ИП за счет акций предприятия «Б» является предпочтительным вариантом.

### **Литература**

1. **Самылин А.И.** Финансовый менеджмент: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2013.
2. **Самылин А.И.** Корпоративные финансы: учебник.– М.: ИНФРА-М, 2014.

*С.Т. Гаджиев, студ.; рук. Д.Е. Морковкин, к.э.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

Важное место в системе инновационных механизмов развития экономики как на федеральном, так и на региональном уровне занимает государственно-частное партнерство (ГЧП) [1].

Современное состояние и темпы развития отечественного промышленного сектора создают предпосылки для деиндустриализации национальной экономики, что негативно влияет на инновационную активность предприятий. Развитие промышленного сектора экономики России не может быть интенсифицировано исключительно государственными мерами. Оно должно опираться на интеграцию усилий государства и корпоративного сектора, то есть фактически речь идет о том, что государственная власть должна планировать и эффективно координировать взаимодействие бизнеса и власти через реализацию инструментов ГЧП. Тем самым создается дополнительная мотивация для частных отечественных и иностранных инвесторов в организации конкурентоспособного высокотехнологичного производства [2]. Мировая практика свидетельствует, что без ГЧП в научно-технической инновационной сфере стабильное развитие и функционирование современной национальной инновационной системы невозможно.

Итак, в условиях геополитической напряженности и действия экономических санкций против РФ ГЧП в инновационном развитии промышленности играет крайне существенную роль. Инновационная сфера экономики должна представлять собой единство иерархической, функциональной и обеспечивающей структур, а решение сложной задачи инновационного развития должно носить комплексный и систематический характер.

### **Литература**

1. **Морковкин Д.Е.** Инновационные аспекты развития промышленного комплекса региона (на примере г. Санкт-Петербурга) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2011. № 1. С. 48–53.
2. **Морковкин Д.Е.** Промышленный комплекс региона как объект управления // Микроэкономика. 2010. № 5. С. 97–101.

Гурьев А.С, студ.; рук. В.А. Епифанов, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОМПАНИИ «HENKEL»

Структура посреднической сети рассматриваемой компании «Henkel» включает в себя большое количество оптовых и розничных сетей магазинов. При этом в каждом отдельно взятом регионе существуют филиалы завода-производителя, в частности завод по производству ротбандта в городе Красногорск (Московская область). Данный завод имеет договор на поставку сырья с российской добывающей компанией. Все заводы во всех странах мира работают под маркой «Henkel» и имеют своих постоянных розничных и оптовых продавцов и покупателей.

Проблема выбора формы различного рода каналов сбыта будет рассмотрена на примере данной фирмы. Данная компания имеет 5 розничных посредников и одного оптового торговца, при этом необходимо решить, через какого посредника выгоднее будет осуществлять сбыт.

**Исходные данные.** В качестве продукта возьмем строительный материал «ротбандт» (1 мешок весит 50 кг), поставки розничной сети (5 магазинов) осуществляются по 45 000 мешков в месяц, оптовому покупателю по 100 000 мешков в месяц. Цена производителя (1 мешок) – для розничного торговца – 260 руб., для оптовика – 230 руб.

**Решение.** Итак, себестоимость в месяц у розничного торговца – 9 млн руб. ( $200 \cdot 45\,000$ ), у оптового торговца – 20 млн руб. ( $200 \cdot 100\,000$ ). Совокупный доход в месяц – у розничного торговца – 11,7 млн руб. ( $260 \cdot 45\,000$ ), у оптовика – 23 млн руб. ( $230 \cdot 100\,000$ ). Валовый доход – у розничного торговца – 2,7 млн руб. (11,7 млн руб. – 9 млн руб.), у оптового торговца – 3 млн руб. (23 млн руб. – 20 млн руб.).

**Вывод.** Несмотря на меньший объем поставок розничным торговцам (в 2 раза) и меньший совокупный доход, валовый доход при продаже розничной сети всего на 10 % ниже, чем при продаже большей по объему партии товара оптовому продавцу. По причине больших по объему заказов от оптового покупателя, производителю приходится снижать цену на 10–15 %, при этом продавая товар больший по объему, но с меньшей ценой. Таким образом, в данном случае производителю, чтобы добиться того же валового дохода, что и при продаже товара розничной сети, необходимо или повышать отпускную цену, или увеличивать объемы поставок минимум в 2,5 раза.

### Литература

1. **История** компании «Henkel» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.henkel.ru/>
2. **Алешина И.В.** Маркетинг для менеджеров. М.: ФАИР – ПРЕСС, 2003.

*Е.С. Даниленкова, М.В. Черновалова, студенты;  
рук. А.В. Алексеева, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ**

Одной из важнейших проблем формирования инновационной экономики в России является дефицит финансовых ресурсов, который может быть ликвидирован путем более активного использования банковского кредитования экономики.

В ходе анализа тенденции кредитного обеспечения инвестиционно-инновационных процессов было выявлено, что объемы кредитных вложений за период с 2000 по 2013 г. увеличились более чем в 20 раз. Среди наиболее значимых факторов, способствовавших этому, были отмечены появление у банков значительных финансовых ресурсов, развитие государственных гарантий под инвестиционные кредиты, сокращение числа барьеров, связанных с предоставлением кредитов, и приемлемый уровень инфляции при активной политике развития, проводимой государством.

В то же время крупные инновационные разработки на предприятиях продолжают финансироваться в основном за счет собственных средств. Активизации банковского кредитования инновационных проектов препятствуют прежде всего связанные с такими проектами высокие риски.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что кредитный рынок России представлен в основном краткосрочными кредитами, которые направлены на финансирование текущей деятельности организаций. Отечественные банки, несмотря на специальные программы стимулирования инновационного развития, практически не предлагают долгосрочные и относительно недорогие кредиты, которые обеспечивали бы финансовую поддержку инновационных процессов и модернизацию экономики.

В связи с этим целесообразным является разработка комплексной системы мер стратегического характера, направленной на стимулирование банковского кредитования инновационной деятельности. В качестве таких мер можно рассматривать внедрение гибких инвестиционных и кредитных технологий, организацию взаимодействия между банками и их клиентами через специализированные инжиниринговые компании, более широкое использование страхования банковских рисков, развитие инновационной инфраструктуры в регионах и создание региональных фондов технологического развития. Такие меры позволят в максимальной степени активизировать участие коммерческих банков в инновационном развитии экономики нашей страны.

*С.М. Дли, В.Ю. Нестерова, студенты;  
рук. А.В. Алексеева, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИИ**

Инновации в современной организации являются основополагающим стержнем для обеспечения устойчивого положения организации на рынке, характеризующемся жесткой конкуренцией и высокой степенью неопределенности.

При освоении инноваций организация сталкивается с вопросами, когда и какие инновации следует внедрять. При ответе на них целесообразно учитывать жизненный цикл организации. И. Адизес выделял 9 стадий [1], на каждой из которых возможно эффективное применение тех или иных новшеств.

1. Выхаживание – необходимо предусмотреть разработку инноваций, касающихся фундаментальных новшеств.

2. Младенчество – имеет смысл обратить внимание на изменения, предполагающие создание «инновационной среды» в коллективе.

3. Быстрый рост – рекомендуется обратиться к организационным структурам, предусмотреть создание инноваций для реализации системы наиболее эффективного делегирования полномочий.

4. Юность – рекомендуется уделить внимание созданию инновационной системы мотивации.

5. Расцвет – следует постоянно генерировать управленческие инновации всех видов.

6. Стабилизация – рекомендуется произвести коренные изменения в организационной структуре и организации самого процесса управления.

7. Аристократизм – жизненно необходимы инновации, касающиеся организации процесса управления.

8. Ранняя бюрократизация – организации требуются коренные нововведения, затрагивающие организационную структуру.

9. Бюрократизация и смерть – для дальнейшего функционирования необходимо фундаментальное изменение всего хозяйствующего субъекта.

Как представляется, соблюдение вышеуказанных рекомендаций способно предоставить организации возможность повышения конкурентоспособности и выживания в долгосрочной перспективе.

### **Литература**

1. Адизес **Ицхак**. Управление жизненным циклом корпорации. СПб.: Питер, 2011. 384 с.

## **ПРОЦЕСС ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Грамотное инвестирование способно поддерживать устойчивость организации на рынке. Достижение цели инвестирования в значительной степени зависит от результата процесса оценки эффективности инвестиционного проекта, на базе которого принимается решение об инвестировании. Этим определяется актуальность темы.

Рассматривая ситуацию на российском инвестиционном рынке, можно отметить ухудшение инвестиционного климата в стране. Статистика показывает, что уменьшается число инвестиционных проектов, которые начинают реализовываться [1]. Если до 2012 года включительно наблюдался стабильный рост валового накопления, в том числе и основного капитала, то в 2013 году инвестиционная активность в разрезе инвестирования в основной капитал несколько снизилась по отношению к 2011–2012 годам [2]. При этом инвестирование в основной капитал в значительной степени проводится за счет собственных средств (45 %), а также за счет частных инвесторов (около 38 %) [2]. Вследствие сокращения инвестиционных программ некоторых крупных организаций и ухудшения внешнеэкономической конъюнктуры инвестиционного рынка негативные тенденции могут усилиться.

В связи с ситуацией на рынке и тенденцией к снижению числа удачных инвестиционных проектов ужесточаются требования к оценке их эффективности. Таким образом, проблема заключается в том, что для оценки инвестиционного проекта недостаточно использования только математических методов, которые не позволяют дать полную оценку инвестиционному проекту. Необходима комплексная методика оценки, учитывающая не только экономико-математические аспекты.

Для обеспечения достоверной оценки эффективности инвестиционного проекта предлагается процесс, включающий такие этапы, как определение целей и задач инвестирования; проведение перспективного анализа; выбор методов и критериев оценки; оценка привлекательных проектов; выбор наиболее подходящей альтернативы и принятие решения об инвестировании. При этом целесообразно создать отдельную службу или создать совет, состоящий из действующих сотрудников организации, которые систематически будут решать инвестиционные вопросы. В состав такой службы обязательно должны войти инвестиционные менеджеры, риск-менеджеры, аналитики, маркетингологи и финансовые менеджеры.

### **Литература**

1. **Лебедев В.** Есть что заместить // Эксперт. 2014. № 20 (899).
2. **Российский** статистический ежегодник. 2013 // Росстат. М., 2013.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛИЗИНГА В РОССИИ**

В настоящее время лизинг считается одним из наиболее прогрессивных способов финансирования предпринимательской деятельности, обладающим возможностью предоставить организациям доступ к самым передовым технологиям производства и оборудованию. В ведущих странах мира лизинговые операции составляют до трети совокупного объема инвестиций, а их объем каждый год увеличивается в среднем на 10–12 %. Однако в России данный показатель остается крайне небольшим (менее 6 %) [1]. При этом определенные виды лизинговых операций находятся на начальном этапе развития либо не используются в достаточной мере. Для решения существующих проблем, как представляется, целесообразно реализовать следующие мероприятия:

1. Предоставление налоговых льгот лизинговым компаниям, работающим в первую очередь на рынке лизинга высокотехнологического производственного оборудования.

2. Более широкое использование процедуры создания лизинговых компаний непосредственно при организациях, производящих предметы лизинга.

3. Создание эффективной информационной среды, способствующей популяризации и распространению сведений о юридических и финансовых основах различных видов лизинга, включающей единую информационную базу данных об отечественных и зарубежных лизингодателях.

4. Использование указанной информационной системы органами государственного таможенного контроля для повышения прозрачности и оперативности операций, осуществляемых при расторжении договора лизинга.

5. Формирование государственно-частных партнерств, учредителями которых могут выступать производители оборудования и транспортных средств, крупные лизингополучатели и их ассоциации, что позволит обеспечить более широкое участие средств государственного бюджета и снизить риски невозврата инвестиций.

Указанные предложения могут быть реализованы в рамках федеральной программы по развитию лизинговых операций в Российской Федерации, которая позволила бы в значительной степени активизировать процессы обновления основных фондов промышленности и транспорта.

### **Литература**

1. **Федеральная** служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 06.10.2014).

*А.А. Долгова, И.И. Озеранская, А.А. Штефан, студенты;  
рук. А.И. Самылин, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНЫ ЕДИНИЦЫ ПРОДУКЦИИ**

Переход к рыночным отношениям требует радикального переосмысления содержания, методов и инструментария управления производством. Это особенно касается важнейшего звена – энергетических компаний. Рост цены продукции может привести к неконкурентоспособности компании. В условиях олигополистического рынка производители электроэнергии не имеют возможности влиять на уровень цен на свою продукцию. Прогнозирование себестоимости товарной продукции энергетических компаний помогает более эффективно использовать имеющиеся ресурсы, снижать уровень будущих рисков и потерь [1]. Целью исследования является прогнозирование цены единицы продукции и прибыли при выпуске светодиодных энергосберегающих ламп предприятия ОАО «Объединенная энергетическая компания». Для прогнозирования цены единицы продукции были использованы метод переменных затрат, метод валовой прибыли, метод рентабельности производства, метод рентабельности активов [2]. Были использованы следующие данные:

Стоимость имущества предприятия – 1500 тыс. руб. Планируемый объем производства – 60 тыс. шт. продукции. Затраты на единицу продукции составляют: материальные 150 руб., трудовые 60 руб., переменные общепроизводственные 10 руб. Постоянные общепроизводственные расходы составили 85 тыс. руб., общехозяйственные – 40 тыс. руб., расходы вспомогательного производства – 9 тыс. руб. ROA – 0,4. Коммерческие и управленческие расходы – 95 тыс. руб. Прогнозируемая прибыль – 500 тыс. руб. Количество выпускаемой продукции  $K = 6000$  шт.

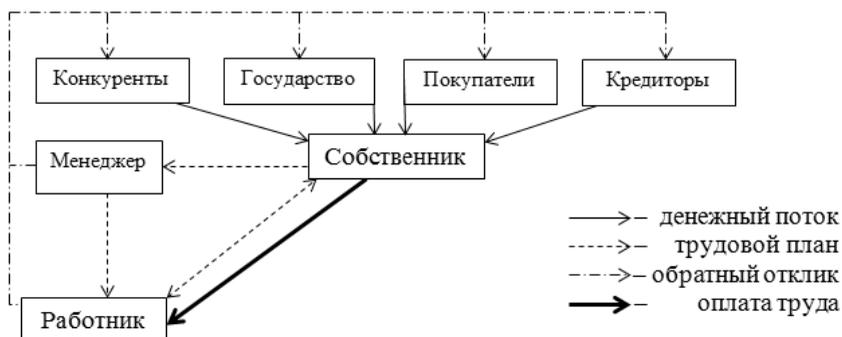
Результаты исследования показали: для достижения желаемой рентабельности активов необходимо установить цену единицы продукции в размере 115 руб.; для получения прибыли от продаж в сумме 500 тыс. руб. предприятию необходимо установить цену на единицу продукции в размере 231,33 руб/шт.; чтобы покрыть все затраты, цена единицы продукции должна составлять 231,27 руб/шт. Полученные результаты подтверждаются выполненными расчетами по четырем указанным методам прогнозирования.

### **Литература**

1. **Самылин А.И.** Корпоративные финансы: учебник. М.: ИНФРА-М, 2014.
2. **Самылин А.И.** Финансовый менеджмент: учебник. М.: ИНФРА-М, 2013.

## ВЛИЯНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ НА ОПЛАТУ ТРУДА

Представлена многоуровневая модель (рис. 1), включающая оплату труда, зависящую от денежных потоков между экономическими субъектами и собственником, и реакции последнего на них трудового плана от собственника через менеджера к работнику, с учетом формирования положительного обратного отклика работника (а также менеджера) во взаимоотношениях с кредиторами, покупателями, государством и конкурентами, а также с учетом возможности оппортунистического поведения каждого из субъектов.



**Рис. 1.** Многоуровневая система иерархических взаимоотношений предприятия между внешними и внутренними экономическими субъектами

Авторами предложен особый вид оппортунистических отношений и выявлена возможность их возникновения в части иерархической системы – «треугольник»: работник, выполнив не весь план от менеджера, может одновременно выполнить план собственника и предоставить его быстрее, чем менеджер. В результате оплата труда работника увеличится, а менеджера – снизится.

Авторы делают акцент в иерархической системе на кредиторов. Между кредитором и собственником в любом случае возникает оппортунизм: при «предательстве» со стороны кредитора, собственник не получает прибыль или же теряет ее, и работник, независимо от выполнения трудового плана, теряет часть своей заработной платы.

Оппортунистическое поведение как часть институциональной теории, к которой также относятся агентские отношения, прослеживается в «треугольнике» (рис. 1).

С.А. Дудкина, Е.Д. Лупенкова, студенты;  
рук. А.И. Самылин, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## ОЦЕНКА СДЕЛКИ LBO ПРИ ПРИВЛЕЧЕНИИ ЗАЕМНЫХ СРЕДСТВ

Одним из направлений расширения и повышения эффективности энергетической компании является поглощение других компаний с привлечением заемных средств – сделки LBO (англ. – Leveraged buy-out) [1]. Эффективность таких сделок определяется умением оценить возможности предприятия-покупателя погасить в срок привлеченный для этой цели кредит. Целью исследования является оценка показателей сделки LBO. Для проведения исследования использовалась финансовая отчетность компании.

Предприятием является энергетическая компания, акции которой в количестве 150 тыс. шт. котируются на организованном рынке, и их часть находится в собственности работников и менеджеров. Для выкупа компании необходимо выкупить все акции по цене 1400 руб/акц. За получение контроля над компанией предприятию-покупателю необходимо уплатить премию в размере 12 % от суммы стоимости всех обыкновенных акций. При расчете суммы чистого долга компания для проведения текущих операций сохраняет денежные средства в сумме 40 млн руб., средства на оплату аудиторских услуг – 5 млн руб. и резерв непредвиденных ситуаций – 30 млн руб. Компания-покупатель определила, что в счет оплаты суммы сделки оно вносит собственные средства в размере 20 % суммы сделки, а недостающую сумму покрывает за счет привлекаемого нового кредита на 4 года под 6 % годовых. В каждом из 4 лет срока проведения сделки темп роста показателей составляет: выручки 27 %, себестоимости продаж 10 %, коммерческих и управленческих расходов 5 %, показателей *CAPEX*, *DEPR*,  $\Delta NWC$ , амортизационных отчислений – 7%. Величина прочих доходов/расходов не изменяется, сумма амортизационных отчислений в первом году прогнозного периода равна 8 млн руб.

Проведенные исследования показали, что стоимость выкупаемых акций составит 210 млн руб., премия за контроль – 25,2 млн руб., сумма чистого и скорректированного долга соответственно 296 млн и 336 млн руб., общая сумма сделки – 606,2 млн руб., используемые собственные средства – 121,24 млн руб. При привлечении кредита в сумме 484,96 млн руб. под 6 % на 4 года: величина *CAPEX* = 7,2 млн руб.,  $\Delta NWC$  = 6,6 млн руб. Компания погасит долг и проценты в течение 3-го года сделки, что определяет целесообразность проведения сделки LBO.

### Литература

1. Самылин А.И. Корпоративные финансы: учебник. М.: ИНФРА-М, 2014.

*Т.Н. Жарикова, студ.; рук. О.В. Кулеш, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **РОЛЬ МОТИВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ**

Проблема эффективного внедрения и управления организационными изменениями становится все более актуальной в современных компаниях.

Изучение процесса управления изменениями позволило установить три основных компонента организационных изменений: навыки, знания и мотивацию [2].

На основе данных научных исследований доказано, что человеческий фактор является ведущим в управлении изменениями. Именно персонал является основным источником сопротивления изменениям, проводимым в организации. Вследствие чего возникает необходимость выявления мотивов сотрудников, влияющих на внедрение изменений, таких как: психологические, социальные, организационные, профессиональные, экономические.

Как показывают данные исследований, зачастую эти мотивы являются препятствующими реализации изменений. Так, например, профессиональный мотив может быть расценен не как возможность карьерного роста, а как страх не справиться с новыми профессиональными обязанностями [1].

И в этом случае важную роль играет мотивация сотрудников при внедрении организационных изменений. В ряде моделей по управлению изменениями основное внимание уделяется управлению поведением сотрудников. Эффективная система мотивации позволяет снизить сопротивление со стороны сотрудников, сделав их союзниками в процессе перехода организации от текущего состояния к целевому.

Одним из приемов мотивации, применимых в организационных изменениях, является коммуникация, которая играет ключевую роль, так как позволяет сотруднику видеть всю картину в целом, осознавать свою роль в процессе и, как следствие, работать более эффективно.

Внимание к данному вопросу помогает оценить готовность организации к внедрению изменений, разработать план, адаптированный к культуре организации, а также реализовать проект в полном объеме без потери производительности организации [3].

### **Литература**

1. **Камерон Э., Грин М.** Управление изменениями. М.: Добрая книга, 2006.
2. **Кови С.** Семь навыков высокоэффективных людей. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
3. **Лисицына А., Харитонова Е.** Корпоративная культура и управление изменениями. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

*И.В. Закроев, студ.; рук. Е.И. Филатова, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ПРОБЛЕМА БЕЗРАБОТИЦЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Безработица характеризуется как потеря заработков по причине невозможности получить подходящую работу в отношении лиц, способных трудиться, готовых трудиться и действительно ищущих работу. К безработным относятся все лица трудоспособного возраста, не участвующие в общественном производстве [1].

Проблема безработицы заключается в уничтожении уверенности человека в себе, в обязательном трудоустройстве. Безработица снижает доход всей семьи, приводит к деградации человека, ухудшает положение в обществе. Анализ статистических данных показывает, что с ростом численности безработных, понижается число зарегистрированных браков. Последствия безработицы могут быть социальным возмущением и даже социальным взрывом. Это возможно, когда ее размеры превзойдут допустимый уровень. В зарубежной литературе критической величиной считается уровень безработицы более 11–13 %.

Решение проблемы безработицы невозможно без принятия оперативных мер. Для этого государство должно осуществлять регулирование занятости и рынка труда экономическими, законодательными и организационными методами. Общими являются такие меры, как выплата пособий по безработице и создание служб занятости (центров занятости населения, местных бюро по трудоустройству), а также усовершенствование системы сбора и предоставления информации о наличии свободных рабочих мест (не только в данном городе, но и других городах и регионах); создание государственных служб и учреждений по переподготовке и переквалификации, так как нехватка квалифицированного персонала является одной из главных особенностей сегодняшнего рынка труда. Также целесообразно проведение политики, направленной на недопущение глубоких спадов производства и, следовательно, массовой безработицы; создание дополнительных рабочих мест в государственном секторе экономики; организацию общественных работ; создание новых рабочих мест на основе развития предпринимательства.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Мамедова О.Ю.** Современная экономика. Ростов н/Д: Феникс, 2010.

*А.В. Зедаина, магистрант; рук. А.В. Виноградова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА КАК РЕШЕНИЕ КАДРОВЫХ ПРОБЛЕМ В ТЭК**

Современное развитие топливно-энергетического комплекса во многом связано с инновационным развитием и более полным использованием человеческого капитала. Общеизвестно, что к основным кадровым проблемам топливно-энергетического комплекса относятся следующие:

- практически полное отсутствие и необъективность прогнозов потребностей рынка труда в конкретных специалистах и вызванное этим отставание системы подготовки кадров не позволяют гибко реагировать на изменение рыночных потребностей;
- постоянное снижение престижа рабочих профессий в последние годы привело к возрастной несбалансированности персонала организаций;
- слабое использование механизмов государственно-частного партнерства существенно снижает возможности использования мотивирующих инструментов.

В рамках модернизации отрасли Минэнерго предполагает увеличение числа ВПРМ, что не только будет способствовать выполнению майских указов, но и должно существенно повысить качество работы в данной отрасли. В настоящее время согласно методике расчета показателя прироста высокопроизводительных рабочих мест, размещенной на сайте Росстата, ВПРМ – это «все замещенные рабочие места предприятия (организации), на котором среднемесячная заработная плата работников (для индивидуальных предпринимателей – средняя выручка) равна или превышает установленную величину критерия (пороговое значение)» [1].

Очевидно, что данное определение является довольно размытым и не дает привязки непосредственно к производительности. Более полно отобразить специфику организаций и, как следствие, найти пути повышения качества труда возможно путем введения неких отраслевых индикаторов. Так, в энергетике дополнительными критериями могут стать показатели энергосбережения и безаварийности, рассчитываемые в зависимости от процента потерь электроэнергии в расчете на одного занятого. Неизбежность подобных потерь может быть вызвана как технологическими особенностями, так и разного рода простоями. Оперирование же подобными данными даст стимул к снижению или даже устранению этих недостатков и даст дополнительный финансовый эффект, что, безусловно, положительно скажется на всей экономике в целом.

### **Литература**

1. **Методика** расчета показателя // Прирост высокопроизводительных рабочих мест. Режим доступа: <http://www.gks.ru/metod/met-vprm.pdf> (дата обращения 11.09.2013).

*Е.В. Иващенко, студ.; рук. Е.А. Александрова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА**

В настоящее время многие экономические субъекты сталкиваются с проблемой своей неплатежеспособности. Им необходимо погашать обязательства перед кредиторами, а зачастую у них нет возможности погасить обязательства перед бюджетом, внебюджетными фондами и даже персоналом. Этим и объясняется актуальность данного вопроса. Проблема неплатежеспособности экономического субъекта требует решения.

К низкой платежеспособности может привести недостаток финансовых ресурсов, нерациональная структура оборотных средств, задержка расчетов с дебиторами и др.

Существуют различные методы, с помощью которых можно обеспечить, повысить или укрепить свою платежеспособность. К основным методам обеспечения платежеспособности относят следующие: повышение доли денежных средств в выручке; ускорение оборачиваемости оборотных активов и их элементов; сохранение значения показателя собственных оборотных средств положительным; поддержание финансовых коэффициентов ликвидности в границах допустимых значений; изучение платежеспособности дебиторов и разработка мер по погашению их задолженности и др.

Для ускорения оборачиваемости необходимо наладить платежную дисциплину в расчетах между экономическим субъектом и контрагентами. Наиболее действенный способ – перевести дебиторов на предоплату, а кредиторов на последующую оплату и тем самым оптимизировать оборачиваемость краткосрочных активов.

Увеличение собственных оборотных средств можно достигнуть путем увеличения прибыли, а следовательно, и собственного капитала, а также ликвидации ненужных внеоборотных активов. К росту прибыли может привести увеличение объемов продаж, наращение деловой активности.

Важно следить за тем, чтобы внеоборотные активы были отражены в отчетности по текущей рыночной стоимости, то есть чтобы производилась переоценка внеоборотных активов. В таком случае в отчетности будет представлена максимально правдивая информация об имуществе экономического субъекта.

Таким образом, руководство каждого экономического субъекта определяет, какие пути повышения платежеспособности являются более эффективными в каждом конкретном случае, и на основании этого принимает важные экономические решения.

*Я.В. Кайманакова, студ.; рук. И.С. Андрюшина, к.э.н., доц.  
(НИУ «МЭИ»)*

## **ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА**

Значимость инвестиционного проектирования как способа привлечения заемного капитала определяется прежде всего необходимостью увеличения инвестиций в новое оборудование и технологии, что впоследствии приведет к экономическому росту и максимизации рыночной стоимости предприятия.

Инвестиционное проектирование – обоснование экономической целесообразности, объемов и сроков проведения капитальных вложений, включая необходимую документацию, разрабатываемую в соответствии с принятыми стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по реализации реальных инвестиций [1]. Предприятие-инвестор, осуществляя реальные инвестиции, увеличивает свой производственный потенциал – основные производственные фонды и необходимые для их функционирования оборотные средства [2].

В российской практике при разработке инвестиционного бюджета используют преимущественно следующие источники финансирования: самофинансирование (внутренние источники предприятия), кредитное финансирование, финансовый лизинг, комбинированное (смешанное) финансирование [1, 2].

До настоящего времени на российском рынке не в полном объеме используются такие инструменты финансирования проектов как корпоративные облигации. Деятельность компании на рынке корпоративных облигаций повышает ее капитализацию и прозрачность.

Вместе с тем независимо от выбранных источников необходимо поддерживать оптимальное для предприятия соотношение между собственным и заемным капиталом. По мере роста доли заемного финансирования, возрастает финансовый риск предприятия. Соответственно растет цена его капитала, и все преимущества заемного финансирования стремятся к нулю. Оптимизация структуры капитала может привести к реальному снижению его цены и росту благосостояния собственников предприятия.

### **Литература**

1. **Леонтьев В.Е., Бочаров В.В., Радковская Н.П.** Корпоративные финансы. М.: Издательство Юрайт, 2014. 349 с.
2. **Подшиваленко Г.П., Лахметкина Н.И.** Инвестиции: учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: КНОРУС, 2009. 200 с.

## **МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ**

Оценка эффективности деятельности организации всегда имела свою актуальность, наиболее остро это проявляется в условиях конкурентной борьбы. Для того чтобы принять экономически целесообразные и своевременные решения в управлении организацией, необходимо знать уровень производственного потенциала.

Таким образом, производственный потенциал представляет определенную величину и эффективность использования всех ресурсов организации. Элементами производственного потенциала являются: основные производственные фонды, персонал организации, материальные и информационные ресурсы, а также техническая база организации. Для наиболее полного представления о том, как эффективно управлять потенциалом организации, необходимо провести подробный анализ каждого элемента. Следовательно, главными проблемами при оценке производственного потенциала являются выбор и разработка методов анализа, а также поиск наиболее значимых показателей для оценки производственного потенциала организации. Анализируя публикации о методах производственного потенциала организации, можно сказать, что их существует большое множество, но ни одна из анализируемых методик не удовлетворяет цели анализа в полном объеме. Наиболее понятной и доступной можно назвать методику АВС-оценки производственного потенциала организации. Достоинством данной методики является ее универсальность, а также четкая структурированность и доступность для понимания, к недостаткам можно отнести возможную субъективность оценки, а также большие трудозатраты при оценке. Данная методика состоит из следующих этапов: определение элементов, определение показателей, подготовительный и затем расчетный этап. Также можно выделить методику оценки показателей загрузки элементов потенциала. Данная методика обладает преимуществом в ее универсальности, а также в подробном изучении основных фондов, а недостаток в ее ограниченности.

В заключение можно сказать, что оценка производственного потенциала организации – это сложный, многоуровневый процесс, который является индивидуальным для каждой организации.

## **ДЕБИТОРСКАЯ И КРЕДИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТИ С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В данной работе авторами была трансформирована схема функционирования экономических систем Г. Клейнера [1]. Эти системы существуют в пространстве и времени, в них проходят денежные потоки.

Для реализации проекта, разработанного компанией, необходимо постоянное снабжение производства ресурсами, которые поступают от поставщиков. Контрагенты дают время компании для осуществления проекта через процесс снабжения ресурсами. Этот процесс, в свою очередь, дает пространство для осуществления производства. Результатом этой конфигурации является возникновение между поставщиками и компанией кредитных отношений, которые приводят к образованию кредиторской задолженности. В данном аспекте кредиторскую задолженность можно представить в виде следующей функции:

$$КЗ = f(P; t), \quad (1)$$

где  $P$  – пространство (условная величина);  $t$  – время (условная величина).

С другой стороны, компания поставляет произведенный товар покупателю. Таким образом, компания дает время покупателю, чтобы выполнить свои обязательства. А покупатели дают пространство для поставки товара. Результатом данной конфигурации является возникновение дебиторской задолженности, которую также можно представить в виде функции, зависящей от пространства и времени:

$$ДЗ = f(t; P), \quad (2)$$

где  $t$  – время (условная величина);  $P$  – пространство (условная величина).

Следовательно, условная величина пространства выражается в денежной либо товарной форме, а условная величина времени – в днях, отведенных на получение (перечисление) денежных средств или товаров.

Таким образом, параметр «время» функции дебиторской задолженности существует во взаимосвязи с параметром «пространство» функции кредиторской задолженности, а параметр «пространство» функции дебиторской задолженности – с параметром «время» функции кредиторской задолженности. Фактически, авторами была выявлена обратная пропорциональная связь.

### **Литература**

1. **Клейнер Г.** Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // Вопросы экономики. 2013. № 6.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТА О ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТАХ И В РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА**

В рыночных отношениях отчет о финансовых результатах играет ключевую роль как для внутренних пользователей, так и для внешних. Так, отчет позволяет внешним пользователям оценить перспективы вложения своих денежных средств и активов, а для внутренних пользователей он отражает финансово-экономический потенциал организации и позволяет найти способы и методы его увеличения. Сравним принципы формирования финансового результата по методологии международных стандартов и российской системы бухгалтерского учета. В международных стандартах финансовой отчетности (МСФО) в отчете о финансовых результатах используются два подхода к группировке статей отчета на подклассы: методы «характер затрат» и «функции затрат». При использовании метода «характер затрат», вначале раскрывается выручка от продажи продукции (товаров, работ, услуг), которая уменьшена на суммы налогов, включенных в цену товара. Затем происходит отражение всех затрат на производство в разрезе экономических элементов: материальные затраты; затраты на оплату труда; амортизационные отчисления и другие суммы, списываемые в погашение стоимости долгосрочно эксплуатируемых активов; прочие эксплуатационные затраты.

Финансовый результат от продаж формируется вычитанием из доходов экономического субъекта сумм расходов за отчетный период, представленных в разрезе экономических элементов и скорректированных на изменения затрат, имеющихся в запасах готовой продукции и незавершенного производства. При использовании метода «функции затрат», отражается информация о выручке от реализации продукции (товаров, работ, услуг) за вычетом из нее налогов, включенных в цену товара. Данная цена сопоставляется с признанными в отчетном периоде расходами, которые классифицируются в соответствии со своими функциями на производственную себестоимость, управленческие и коммерческие расходы. Российский отчет о финансовых результатах, исходя из терминологии МСФО, альтернативно использует функциональный подход к классификации расходов [1]. Все российские экономические субъекты составляют свои отчеты независимо от вида экономической деятельности, особенности ведения бизнеса и других факторов на основе единого подхода.

### **Литература**

1. **26 положений** по бухгалтерскому учету. М.: Проспект, 2012. 240 с.

*А.И. Макарова, студ.; рук. М.И. Ломакин, д.т.н., д.э.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)*

## **ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНЖИНИРИНГОВОЙ ОБЛАСТИ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ**

Инжиниринг – это работы и услуги, включающие: составление технических заданий, составление проектных предложений и технико-экономического обоснования строительства промышленных и других объектов, разработку технических проектов и рабочих чертежей строительства новых и реконструкции действующих промышленных и других объектов [1].

Жизненный цикл инвестиционного проекта включает в себя следующие этапы [2]:

- 1) инициирование проекта;
- 2) прединвестиционный этап;
- 3) инвестиционный этап (включает в себя реализацию проекта);
- 4) постреализационный анализ.

Прединвестиционный этап является одним из важнейших этапов. Он включает в себя обоснование и принятие решения о целесообразности перехода к инвестиционной стадии проекта, разработку пакета документации, необходимой для последующей проектной подготовки строительства.

Сложность данного этапа заключается в прогнозировании издержек на несколько лет вперед. Основной задачей становится повышение качества прогноза за счет корректного учета взаимодействия ряда факторов, например конъюнктуры внутреннего рынка, внешней среды, трендов и ожиданий основных игроков и т.д.

Итогом прединвестиционного этапа является бизнес-проект энергетического объекта, параметры которого служат основой суждения об успешности и реализуемости проекта.

### **Литература**

1. **Мазур И.И., Шапиро В.Д.** Управление инвестиционно-строительными проектами: международный подход / под ред. И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. М.: Омега-Л, 2009. 776 с.
2. **Экономика** строительства: учебник / под общ. ред. И.С. Степанова. – 3-е изд., доп. и перераб. М.: Юрайт-Издат, 2007. – 620 с.

## **РИСКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Без создания инновационных проектов не может существовать ни один экономический субъект, который направлен на долгое и успешное развитие. Но следует учесть, что каждая инновация находится под большим риском, следовательно, управление рисками – это главная задача любого инновационно активного предприятия. Результаты реализации всего инновационного проекта зависят от ее успешности, в пределах правильно выстроенной системы риск-менеджмента.

Под риском инновационной деятельности понимается многообразие ее промежуточных и окончательных результатов, которые имеют разную оценку для инноваторов, инвесторов и прочих участников инновационных процессов [2].

Риск инновационного проекта имеет объективно-субъективную природу. Источники риска – это объективная неполная информация (приводит к проблеме прогнозирования и субъективности восприятия информации) и возможность принятия неверного решения (влечет за собой проблему распознавания).

В силу того что сам проект уникален, его риск в своей основе имеет неопределенность в будущем, а также отсутствие полноценной базы анализа.

Существуют две системы рисков: продуцированная поиском и неправильным выбором самой идеи инновационного проекта и связанная с реализацией проекта в системе производственно-рыночных отношений.

Риск – это неотъемлемая сущность инновационного проекта [1]. Риски инновационного проекта представляют собой вероятность потерь, возникающих при вложении фирмой средств в производство новых товаров и услуг, в разработку новой техники и технологий, которые возможно не найдут ожидаемого спроса на рынке, а также при вложении средств в разработку управленческих инноваций, которые не принесут ожидаемого эффекта.

### **Литература**

1. **Васильев В.А.** Методика управления риском в инновационно-активных компаниях: учеб пособие. М.: ФОРУМ, 2011. 304 с.
2. **Разу М.Л.** Управление проектом: основы проектного управления: учеб. пособие для вузов. М.: КНОРУС, 2012. 760 с.

*Ю.А. Мозгунова, студ.; рук. О.Н. Космачёва, ст. преп.  
(филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Актуальность проблемы устойчивого развития обоснована тем, что существующие методики управления не учитывают специфику бизнеса и посткризисной стабилизации экономики.

Индекс промышленного производства в РФ в период с 1991 по 2011 г. так и не достиг показателя 1990 г., ситуация характеризуется значительным износом основных фондов, а также низким уровнем внедрения инноваций.

SWOT-анализ представляет собой стратегический анализ экономики, который детализирован в концепции PEST+M-анализа. Данный анализ направлен на выявление факторов внешней среды (политические (P), экономические (E), социальные (S), технологические (T), рыночные (M)) [1]. Среди стратегий устойчивого развития предприятий можно выделить общие, такие как стратегии лидера, наращивания инновационной устойчивости, стратегия наращивания финансовой устойчивости и выхода из кризисного состояния, а также функциональные, такие как финансовая, маркетинговая, производственная и инновационная стратегии.

При этом, для того чтобы оценить, приведет ли разработанная стратегия к достижению поставленных целей, необходимо обеспечить согласованность стратегии устойчивого развития с корпоративной стратегией, факторами изменения внешней среды, внутренним потенциалом предприятия и реализуемость данной стратегии.

Для успешной организации и управления стратегией необходимо учитывать масштабы стратегических изменений и обеспечить контроль за выполнением поставленного плана [2].

Несмотря на то что в современной рыночной экономике предприятиям предоставляется свобода действий, отсутствие стратегии развития является признаком незрелого бизнеса. Не применяя инновационные методы повышения устойчивости, предприятие может занять место рыночного аутсайдера. Причина, по которой стратегическое управление не получило широкого развития в деятельности российских предприятий, – экономия на данных мероприятиях.

### **Литература**

1. **Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А.** Системный анализ в управлении: учебное пособие / под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2011.
2. **Вахрушина М.А.** Управленческий анализ: учебное пособие. М.: Омега-Л, 2011.

## **ОСОБЕННОСТИ АУДИТА РАСЧЕТОВ С ВНЕБЮДЖЕТНЫМИ ФОНДАМИ**

В России существует государственная система социальной защиты населения, частью которой является обязательное социальное страхование, средства которого аккумулируются во внебюджетных фондах, а именно:

- в пенсионном фонде;
- в фонде социального страхования;
- в фонде обязательного медицинского страхования и других.

Федеральным законом от 24.07.09 года № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования» определен порядок выплаты страховых взносов [1].

В настоящее время внебюджетные фонды испытывают значительные трудности с их формированием и расходованием.

Этому способствует «черная» зарплата, которая имеет место в тех случаях, когда отношения между работодателем и сотрудниками не оформляются официально: не делается запись в трудовой книжке, не заключается в письменной форме трудовой договор, не сдаются отчеты в налоговую инспекцию и внебюджетные фонды, не уплачиваются налоги и взносы.

С целью ликвидации этих нарушений аудиторам при проверке необходимо:

- уделять особое внимание полноте и правильности начисления зарплаты работникам по всем основаниям;
- тщательно проверять правильность начисления взносов во внебюджетные фонды;
- контролировать обоснованность расходования средств внебюджетных фондов.

Поэтому тема аудита правильности и своевременности уплаты взносов во внебюджетные фонды является актуальной.

### **Литература**

1. **Федеральный** закон от 24 июля 2014 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».

*И.К. Накатов, асп.; М.Б. Кривец, магистрант;  
рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

В Республике Таджикистан (РТ) электроэнергия (э/э) в основном производится на ГЭС (98,2 %). Можно констатировать, что на протяжении последних 20 лет РТ подвержена энергетическому кризису. Несмотря на то, что большинство сельских регионов подключено к централизованной системе энергоснабжения, 73 % населения в зимние месяцы получает э/э от 3 до 7 часов в сутки [1]. На рис. 1 представлены ретроспективные зависимости производства и потребления, экспорта и импорта э/э в РТ в 2013 г. Общее производство э/э в 2013 году составило 17,084 млрд кВт·ч.

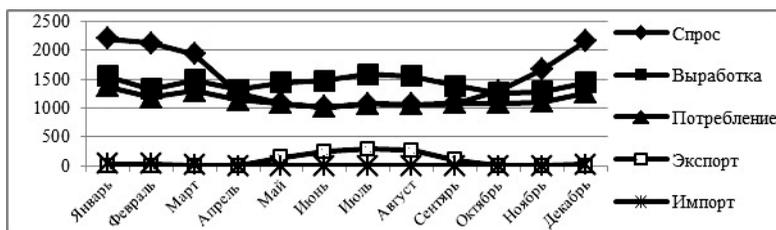


Рис. 1. Производство, потребление, экспорт и импорт э/э в 2013 год (млн кВт·ч)

Из рис. 1 видно, что в течение 6,5 месяцев (с октября до середины апреля) наблюдается нехватка э/э в размере 4,166 млрд кВт·ч с учетом импорта, а в остальное время наблюдается ее избыток в размере 1,2 млрд кВт·ч с учетом экспорта [2].

Экспорт э/э в зимние месяцы производится в размере от 40 до 60 млн кВт·ч, что и обуславливает многолетний кризис. Для исключения сложившейся ситуации необходимо предложить основным поставщикам э/э, Узбекистану и Таджикистану, более выгодные условия. В частности, цена за 1 кВт·ч может быть увеличена с настоящих 5–6 до 8–9 центов. Это заинтересует поставщиков. Средства для закупки недостающей э/э могут быть получены от продажи э/э в летние месяцы, за счет увеличения отчислений из бюджета на социальные программы и за счет увеличения взимаемой платы за э/э с физических лиц, которая в настоящее время не превышает 34,1 % [2].

### Литература

1. **Постановление** Правительства РТ от 03 августа 2002 г. № 318 «Концепция развития отраслей топливно-энергетического комплекса Республики Таджикистан на период 2003–2015 гг.».
2. **Агентство** статистики при Президенте Республики Таджикистан, Таджикистан в цифрах, 2014 г.

*Е.И. Нестерова, студ.; рук. Д.Т. Муборакшоева, к.э.н., главный эксперт Департамента анализа эффективности производства Блока производственной деятельности ОАО «Интер РАО»*

## **РОЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В УПРАВЛЕНИИ ГЕНЕРИРУЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

Система управления производством (СУП) играет важную роль в системе управления предприятием в силу того, что она обеспечивает безопасность функционирования и надежную работу оборудования. Поэтому можно сделать вывод, что внедрение рассматриваемой системы на предприятиях энергетического сектора, а в частности в генерирующих компаниях, особенно актуально, ввиду того, что СУП минимизирует вероятность выхода оборудования из строя, а соответственно, предотвращает аварии на электростанциях.

Цель исследования заключалась в оценке возможности повышения эффективности и безопасности производства в генерирующих компаниях посредством внедрения системы управления производством. СУП представляет собой совокупность бизнес-процессов в области производственной деятельности, управляющих техническим состоянием оборудования, техническим и технологическим развитием производственных активов компании, техническим уровнем эксплуатации, ремонтно-сервисной деятельности и диагностики оборудования [1].

СУП не выделяют как отдельную структуру управления, а лишь рассматривают в рамках системы управления предприятием. Корректно разработанная и внедренная на предприятии СУП дает положительный эффект, к тому же производственный процесс в генерирующих компаниях является основным процессом, создающим добавленную стоимость.

В исследовании предложена методика для разработки СУП, а также описаны основные проблемы, связанные с разработкой. Помимо проблем разработки существуют также сложности, связанные с оценкой эффективности функционирования СУП. В процессе исследования разработан перечень показателей для анализа результата внедрения системы управления производством.

В результате исследования подтвержден положительный эффект от внедрения СУП. Рассматриваемая система улучшила технико-экономические показатели электрической станции, что в свою очередь повлекло за собой повышение эффективности функционирования.

### **Литература**

1. **Трофимов Ю.В.** СО 34.04.181–2003 «Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей» / Ю.В. Трофимов, В.М. Карлинер, И.Г. Барг, и др. М.: РАО «ЕЭС РОССИИ», 2004. 221 с.

## **ВЛИЯНИЕ МСФО НА РАЗРАБОТКУ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ**

Особую актуальность исследования вызывает тема применения международных стандартов финансовой отчетности в условиях глобализации мировой экономики. Присоединение России к ВТО, привлечение иностранных инвестиций в нашу страну – все это диктует необходимостью изучения и использования в экономическом общении универсального и понятного всему миру языка – международных стандартов финансовой отчетности [1].

Инвестиционная деятельность постоянно совершенствуется, наметились определенные тенденции ее развития. Так, общеизвестно, что движение рынка зависит от инвестиционных предпочтений, суть которых в том, чтобы найти объект инвестирования. Каждый инвестор имеет свой стиль инвестирования, а также новые методики, которые позволяют определить потенциальный объект инвестирования.

Цель анализа финансовой отчетности, составленной в соответствии с МСФО и РСБУ, заключается в получении ключевых характеристик финансового состояния и финансовых результатов компании для формирования адекватной оценки достигнутого уровня эффективности бизнеса. Сравнительный анализ по МСФО и РСБУ позволит инвестору разработать новую методику инвестиционной политики [3]. В настоящее время сохраняются существенные различия в раскрытии показателей финансовой отчетности по российским правилам и в соответствии с МСФО, что, безусловно, отразится на результатах анализа и оценки эффективности деятельности хозяйствующих субъектов, а также повлияет на выбор объекта инвестирования [1].

Цель инвестора заключается в получении максимально возможной прибыли от своих капиталовложений. Достигнуть этого можно за счет грамотного выбора инвестиционной политики, которая повлияет на выбор объекта инвестирования. Сравнительный анализ финансовой отчетности по МСФО и РСБУ позволит инвесторам определить потенциальный объект инвестирования [3].

### **Литература**

1. <http://www1.minfin.ru/ru/budget/sfo/>
2. <http://www.finman.ru/articles/2005/3/4308.html>
3. **Палий В.Ф.** Международные стандарты финансовой отчетности. – М.: ИНФРА-М, 2014.

## АНАЛИЗ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Тема является актуальной, так как для достижения приоритетного положения предприятия на рынке, необходима разработка правильной иерархически-конкурентной, иерархически-партнерской, конкуренто-партнерской стратегии управления.

Авторы предлагают стратегию процентного соотношения между эгоистической и партнерской составляющими взаимоотношений, раскрывающую степень движения обеих сторон в направлении достижения общих целей, а также нацеленную на поддержание положительной внутренней и внешней среды предприятия.

Разработана модель взаимоотношений субъектов в системе внешней и внутренней среды предприятия (рис. 1), позволяющая учитывать иерархические, конкурентные и партнерские отношения между работниками, руководителями, партнерами, конкурентами и государством.

Для реализации модели авторы разработали следующие методы анализа внутренней среды: анкетирование работников; исследование документации; SWOT-анализ и др. При проведении анализа предлагается с применением теории игр учитывать конфликтные настроения на предприятии, продумать план их избежания, с применением институциональной теории исследовать наличие и роль оппортунизма и субординации, с использованием методов менеджмента снизить воздействие угрожающих факторов и усилить влияние сильных сторон.

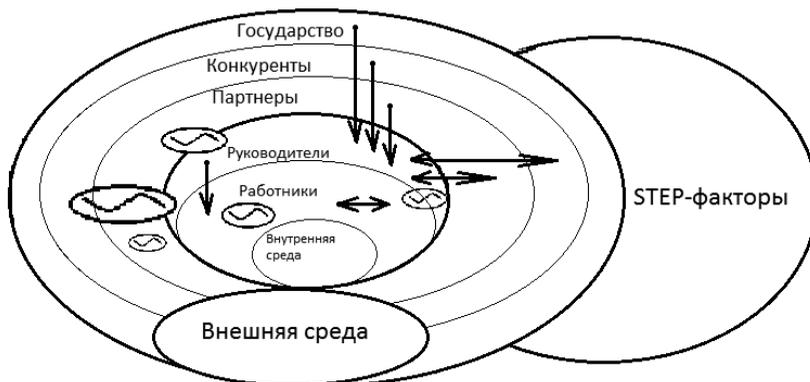


Рис. 1. Модель иерархии, сотрудничества и конкуренции в системе внешней и внутренней среды предприятия

↔ – соперничество; ↓ – иерархия; ~ – сотрудничество

## МЕСТО РЕГУЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

В современном российском менеджменте управление проектами занимает особое место, поскольку именно нетипичная деятельность помогает организациям добиться преимуществ в острой конкурентной борьбе. Таким образом, проектная деятельность осуществляется в каждой организации, желающей удержаться на рынке. И поскольку при осуществлении проекта высока неопределенность и условия его выполнения часто меняются, возникает необходимость регулирования проекта.

В литературе, посвященной вопросу управлению проектами, регулирование проекта рассматривается вместе с контролем проекта, при этом такие авторы, как А.И. Балашов [1], И.И. Мазур [2], М.Л. Разу [3], не определяют самого понятия регулирования. Нами предлагается определение регулирования проекта. Итак, регулирование проекта – процесс управления проектами, осуществляемый на основе результатов контроля проекта и заключающийся в выработке и принятии решений при отклонении проекта от плана.

Поскольку различные авторы представляют процессы управления проектами по-своему, то изобразим процесс регулирования с учетом основных этапов проекта (рис. 1).

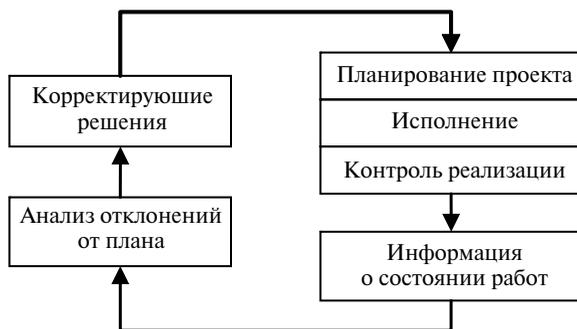


Рис. 1. Процесс регулирования проекта

Полученное определение и схема процесса могут быть использованы при реализации проекта и при дальнейшей проработке темы регулирования проекта.

### Литература

1. Балашов А.И. Управление проектами. М.: Издательство Юрайт, 2013.
2. Мазур И.И. Управление проектами. М.: Омега-Л, 2013.
3. Разу М.Л. Управление проектом. Основы проектного управления. М.: КНО-РУС, 2012.

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ НАЛОГОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА

В современных условиях развития бизнеса налоговый менеджмент становится все более востребованным, позволяя организации законными методами достичь ее финансовых целей. Для этого и необходимо построить систему налогового менеджмента. Однако определение составляющих этой системы – трудная задача для руководителя, поскольку система должна строиться с минимумом затрат и быть максимально эффективной. Итак, определение оптимального набора этих элементов достаточно актуально на сегодняшний день.

Путем сопоставления точек зрения различных авторов [1, 2, 3] на данную проблему, мы установили набор составляющих, который обеспечит устойчивое функционирование системы налогового менеджмента (рис. 1).

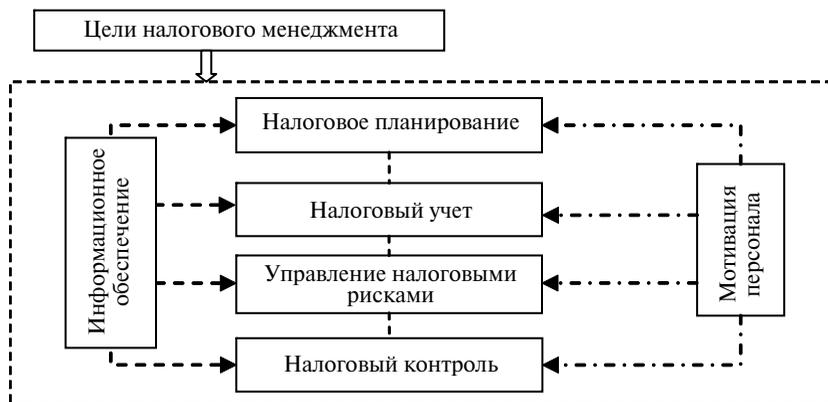


Рис. 1. Система налогового менеджмента

Налоговое планирование, учет и контроль обеспечивают выполнение основных функций налогового менеджмента. Управление налоговыми рисками позволит свести к минимуму возможные финансовые потери. Информационное обеспечение создаст материально-техническую базу системы. Мотивация персонала – для согласования интересов работников и самой организации. Представленная система оптимальна для организации налогового менеджмента и может быть использована на практике.

### Литература

1. Черник Д.Г. Налоговый менеджмент. М.: ИНФРА-М, 2009.
2. Глубокова Н.Ю. Налоговый менеджмент. М.: Изд. центр ЕАОИ, 2011.
3. Барулин С.В. Налоговый менеджмент. М.: Омега, 2009.

*Д.А. Орехова, Д.П. Смирнова, студенты;  
рук. И.А. Белалова, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РЫНКЕ ЧАЯ**

На сегодняшний день рынок чая близок к насыщению, и спрос на данный продукт постепенно сокращается. Это вызвано тем, что большинство потребителей данного напитка воспринимают его как продукт первой необходимости, который должен присутствовать в каждом доме, к тому же среди потребителей доля чайных гурманов не так уж велика, поэтому большинство отдает предпочтение пакетированному чаю. Их привлекает то, что потребление чая в пакетах экономнее, чем весового, а так как стоимость значительно ниже, его могут позволить себе граждане, имеющие средний заработок. Все это говорит о том, что производителям чая приходится бороться за своих клиентов путем внедрения новых производственных и маркетинговых технологий.

К ним можно отнести производство чая с добавлением натуральных ягод, фруктов и даже специй, появление новых экзотических сортов (пуэр, лапсанг, оолонг и др.), усовершенствование в области пакетирования чая, создание оригинальных подарочных упаковок, к примеру жестяные коробки в виде часов, домика или книги. Однако в настоящее время удивить покупателей очень трудно, поэтому требуется большая работа в сфере инноваций.

В частности, одним из таких новшеств стала расфасовка чая в пакетики-пирамидки, это позволило потребителям рассмотреть содержимое пирамидок, которые, в свою очередь, наполнялись не только чайными листочками, но также и кусочками фруктов, что придавало им привлекательный вид по сравнению с обычным пакетированным чаем. Первооткрывателем в этой области стала торговая марка «Lipton» компании Unilever.

Нужно отметить, что в летний период объем продаж всех видов чая падает. В связи с этим альтернативным вариантом в жаркий сезон являются охлаждающие напитки на основе чая, т. е. холодный чай.

Инновационным решением в развитии холодного чая явилось предложение немецких разработчиков, которые представили новинку – чай, который не требует заварки. Чайный пакетик достаточно опустить в холодную воду и оставить на 8 мин. Кроме того, что данный напиток освежает и тонизирует в жару, он не содержит искусственных подсластителей, тем самым привлекает потребителей своими полезными свойствами.

Таким образом, в настоящее время многие производители чая делают попытки внедрения новых технологий и принятия инновационных решений, способствующих развитию чайного рынка в мире.

*Д.А. Орехова, Д.П. Смирнова, студенты;  
рук. И.А. Белалова, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ПРОДУКТОВЫЕ КАРТЫ КАК МЕРА СТИМУЛИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И СОЦИАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ГРАЖДАН**

В связи с динамичным ростом цен на продукты питания, а также в результате ввода санкций в отношении России в правительстве задумались о поддержке малоимущих слоев населения. В целях решения данного вопроса Министерство промышленности и торговли выдвинуло предложение ввести социальные продуктовые карты, для этого была разработана программа продовольственной помощи малоимущим. Данное решение призвано оказать финансовую помощь гражданам и одновременно поддержать отечественных производителей, в частности аграриев. Россиянам с низким уровнем дохода государство будет предоставлять специальные банковские карты, на которые регулярно будут поступать денежные средства в виде субсидий из бюджета. Деньги с данных карт могут быть потрачены только на продукты питания, причем имеют место следующие ограничения:

- перечень продуктов является закрытым (нельзя покупать алкогольную и табачную продукцию, деликатесы);
- покупка должна осуществляться в специализированных магазинах.

За снятие наличных средств для нецелевого использования банки будут взимать высокий процент. Также необходимо обеспечить выдачу карт людям, действительно в них нуждающимся, что должно быть подтверждено соответствующими документами. Эта мера может стать достаточно эффективной в части поддержки малообеспеченных россиян. Кроме того, она позволит косвенно субсидировать российских продовольственных производителей, а также стимулировать спрос на внутреннем рынке. Данную программу планируют провести лишь в отдельных регионах, граждане которых в большей мере нуждаются в помощи. К примеру похожий проект уже реализуется в Кирове с 2013 года. Он направлен на оказание адресной поддержки многодетным семьям, имеющим удостоверение многодетной малообеспеченной семьи Кировской области. Принятие проекта в том или ином субъекте РФ во многом зависит от того, сколько на него будет выделено средств из регионального бюджета. Таким образом, в связи со сложившейся ситуацией программа продовольственных карт может стать действенным инструментом регулирования внутреннего потребления продуктов питания, способствовать улучшению уровня жизни населения РФ и тем самым создавать благоприятные условия для стабилизации экономической ситуации в стране.

## **К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ТАРИФНО-ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Экономические отношения в условиях рынка предполагают прежде всего свободу для хозяйствующих субъектов в части формирования цен на их продукцию, работы, услуги. Не являются исключением и автотранспортные предприятия. Несмотря на то что общий контроль государства за ценообразованием на предприятиях транспорта продолжает существовать, сфера его значительно сузилась.

Для эффективной деятельности автотранспортным предприятиям необходимо иметь сбалансированную тарифную политику, причем тарифы следует периодически корректировать в связи с тем, что условия рынка постоянно меняются. При формировании тарифа автомобильный перевозчик должен принимать во внимание не только технологические требования к перевозке, размер отправки и прочие подобные факторы, но и рассматривать отправку с коммерческой точки зрения, то есть учитывать текущую цену товара, конъюнктуру рынка, на котором он реализуется и т.д. Все это нужно учитывать, так как рост или снижение уровня тарифа перевозок непосредственно влияет на рыночное положение потребителя услуг автотранспортной организации через цену реализации перевозимого груза.

Цена, которую устанавливает перевозчик, двояко воздействует на предприятие, в частности, на его конкурентоспособность. С одной стороны, рост цены на единицу оказываемых услуг ведет к увеличению объема дохода предприятия при условии неизменного объема деятельности. С другой стороны, при наличии конкурентов рост цен на услуги данного предприятия является негативным явлением, так как сокращается количество потребителей, следовательно, уменьшается объем реализации услуг, что приводит к сокращению объема прибыли предприятия. Для того чтобы сформировать рациональную ценовую политику, автотранспортному предприятию необходимо учесть оба варианта влияния цены и найти компромисс между ними, который будет наиболее выгодным.

Таким образом, на любом автотранспортном предприятии должны выработываться и реализовываться такие элементы тарифно-ценовой политики, как разработка общего стиля предприятия по установлению тарифов, выбор подходов и методик для расчета тарифных ставок, разработка тарифных схем, обучение персонала в сфере тарифно-ценовой работы. Для осуществления этих функций на предприятиях создаются специальные отделы по ценовой политике.

*Е.С. Орлова, студ.; рук. Самылин А.И., д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА СТОИМОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

В настоящее время одна из наиболее важных задач современности – это достижение и поддержание высокого уровня энергоэффективности производства в стране. Однако помимо своих прямых функций экономии ресурсов, повышения производительности промышленности и конкурентоспособности продукции, а также снижения затрат на топливо, повышение энергоэффективности благоприятно воздействует на экологию за счет ограничения выброса парниковых газов в атмосферу [1]. Но, помимо всего вышесказанного, не стоит забывать о положительных результатах и для населения.

Обычно, говоря об энергоэффективности, часто упоминают о благоприятном влиянии на экономику страны в целом, а также о снижении издержек производства и увеличении прибыли отдельных хозяйствующих субъектов. Однако снижение издержек производства также напрямую влияет на себестоимость выпускаемой продукции и в конечном счете на ее стоимость. Особенный интерес представляет влияние энергоэффективности на стоимость продукции в отрасли электроэнергетики, так как объемы потребления энергетической продукции ежегодно увеличиваются в среднем на 1,5 % и составляют значительную долю стоимости любой продукции, производимой на территории страны [2].

Работа посвящена определению влияния энергоэффективности на стоимость энергетической продукции. Основное внимание уделяется роли энергоэффективности и энергопотребления в развитии электроэнергетики, методике расчета и анализа энергоэффективности выбранной отрасли и рекомендательным мероприятиям по повышению энергоэффективности.

Полученные результаты могут быть использованы в области управления электроэнергетикой, так как позволяют уточнить набор «инструментов» воздействия на стоимость энергетической продукции.

### **Литература**

1. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш. Экономика и управление. М., 2005.
2. **Энергоэффективность** в России: скрытый резерв: Отчет группы Всемирного банка и Центра энергоэффективности. 2009. 162 с.

А.С. Павлова, С.К. Романюк, студенты;  
рук. А.И. Самылин, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## ОЦЕНКА СТОИМОСТИ БИЗНЕСА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

По величине стоимости компании можно судить о величине ее денежных потоков, а эффективное управление инвестиционным проектом ИП обеспечивает приращение стоимости бизнеса [1].

Целью работы является оценка стоимости бизнеса в результате реализации инвестиционного проекта ОАО «Региональная энергетическая компания». Основные параметры проекта: срок реализации 3 года, шаг расчетного периода 1 год. ИП финансируется за счет собственных средств и кредита банка. Кредит привлекается под 14 % годовых на 2 года. Рассчитанная кумулятивным методом ставка дисконтирования равна  $r = 24,13 \%$ . Для расчета показателей оценки ИП принято: инвестиции по годам реализации – 1100 тыс. руб. на 0-м шаге и 5200 тыс. руб. на 1-м шаге; платежи – 150 тыс. руб. на 1-м шаге, 200 тыс. руб. на 2-м шаге, 250 тыс. руб. на 3-м шаге; ожидаемые поступления – 3800 тыс. руб. на 1-м шаге, 4600 тыс. руб. на 2-м шаге и 17 700 тыс. руб. на 3-м шаге. В результате анализа было установлено: величина чистой приведенной стоимости  $NPV = 9628,397$  тыс. руб.; индекс прибыльности  $PI \approx 2,698$ ; дисконтированный срок окупаемости проекта  $DPBP \approx 1,79$  лет; внутренняя норма доходности  $IRR \approx 167 \%$ . Полученные результаты подтверждают целесообразность реализации проекта.

Выполнен анализ стоимости бизнеса путем расчета денежных потоков на основе показателей  $DFCF$ ,  $SVA$  и  $EVA$  [2]. Прогнозный период составляет 4 года, ставка налога на прибыль организаций – 20%. На первом шаге прогнозного периода выручка составляет 15 298,9 тыс. руб., себестоимость продаж – 381,3 тыс. руб., коммерческие и управленческие расходы – 70 тыс. руб., инвестированный капитал – 5289,2 тыс. руб. Темп изменения выручки, себестоимости продаж, коммерческих и управленческих расходов, инвестированного капитала по шагам ИП равен соответственно 20, 15, 3 и 7 %. Установлено, что величина стоимости бизнеса, рассчитанная с помощью трех показателей  $DFCF$ ,  $SVA$  и  $EVA$  практически совпадает. Таким образом, реализация ИП позволит увеличить стоимость бизнеса, которая составит 71 775 тыс. руб.

### Литература

1. Самылин А.И. Корпоративные финансы: учебник. М.: ИНФРА-М, 2014.
2. Самылин А.И. Финансовый менеджмент: учебник. М.: ИНФРА-М, 2013.

*Ю.А. Петрова, студ.; рук. Е.А. Александрова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **РУБЛЬ – КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ВАЛЮТА ПРИ РАСЧЕТАХ НА ВНЕШНЕМ РЫНКЕ**

Курс национальной валюты является одним из важнейших показателей финансового положения и стабильности страны. Чем выше курс собственной валюты по отношению к иностранной, тем более устойчива валютная система данной страны.

Актуальность данной проблемы обусловлена тенденцией стабильного роста курса доллара по отношению к российскому рублю в сложившейся экономической ситуации в России. Как показывает внешнеэкономическая практика, национальная и иностранная валюты находятся в обратно пропорциональной зависимости, т.е. рост курса национальной валюты (рубля) и снижение курса иностранной валюты (доллара) обуславливает удешевление импорта и удорожание экспорта и наоборот.

Рассмотрим, чем в настоящее время обеспечивается национальная валюта – рубль. Если во времена Советского Союза в основе обеспечения рубля было золотое содержание и его курс был устойчив, то на данный момент обеспечение рубля связано с нефтедолларом и колеблется от изменений спроса и цены на нефть. Для России это является негативным фактором, особенно в сложившейся ситуации, связанной с введением экономических санкций.

Для выхода из данной экономической ситуации, а именно укрепления рубля и ослабления зависимости от нефтедоллара, можно предложить следующие направления внешней экономической политики России:

- 1) поиск новых рынков сбыта энергоресурсов;
- 2) переход от доллара к рублю при расчете за энергоресурсы;
- 3) снижение импорта за счет развития собственного реального сектора.

Применение первого направления можно уже наблюдать на примере консолидирования России и Китая во внешнеэкономическом сотрудничестве. Однако последние два направления остаются по-прежнему актуальными на настоящий момент времени.

### **Литература**

1. **Нефтедоллар** в опасности [Электронный ресурс]. URL: <http://mixednews.ru/archives/51262>

## АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫБОРА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

Актуальность темы обуславливается тем, что недостаточно проработан пространственно-временной подход к анализу инновационного проекта. В литературе (Г. Клейнер) введена классификация экономических систем, но она не применена к инновационным проектам. Кроме того, необходимо учитывать новые факторы (тенденции экологической безопасности и др.).

Авторами предлагается расширенная классификация экономических систем (рис. 1) в направлении расширения экономического пространства и времени, что позволило выделить новые типы инновационных проектов и объектов (предприятий, их коалиций).

Детализировано понятие «пространство», что позволило выделить для анализа размерность ограниченного пространства: широкое и узкое.

Авторами конкретизировано понятие системного времени для предприятия – это доход (денежный, социальный, экологический) за единицу времени, получаемый объектом от проекта, удовлетворяющего требованию большей доходности и реализуемого по итогам отбора из альтернативных проектов.

Характеристики систем		Время неограниченное	Время ограниченное (max NPV)	Время ограниченное (max NPV + Эффект <sub>соц.</sub> + Эффект <sub>экол.</sub> )
Пространство ограниченное	широкое	Объект индивидуальный	Проект коалиционный*	Проект коалиционный (общественные блага)*
	узкое	Объект в коалиции*	Проект индивидуальный	Проект индивидуальный (общественные блага)*
Пространство неограниченное		Среда	Процесс	

\* вклад авторов.

Рис. 1. Расширенная классификация экономических систем

Можно сделать вывод, что при выборе инновационного проекта стоит рассматривать не только срок окупаемости проекта, так как он является

частью более широкого понятия «экономическое время», а анализировать соответствие с элементами концепции устойчивого развития.

Рациональней будет выбрать проект, удовлетворяющий концепции устойчивого развития, так как он будет доходным в долгосрочной перспективе. Если инновационный проект не будет удовлетворять данной концепции, то повышается риск неполучения дохода. Выявленный авторами риск учтен в методике расчета NPV.

## **РАЗВИТИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИКЕ**

Малый бизнес – основополагающий элемент рыночной экономики, без которого не может гармонично развиваться государство. Развитие малого бизнеса отвечает общемировым тенденциям к формированию гибкой смешанной экономики, сочетанию разных форм собственности и адекватной модели хозяйства.

Становление малого предпринимательства в Российской Федерации протекает в жестокое противостояние бюрократическим структурам, в преодолении установившейся структуры экономики, особенностью которой является преобладание крупных предприятий. Значимость малых предприятий в инновационном предпринимательстве велика. В России к началу 2013 г. было зарегистрировано 1997 тыс. малых предприятий, что больше на 8,72 % по сравнению с 2012 г. Число предприятий в расчете на 100 тыс. жителей составило 1395,91 ед. на 2013 год, для сравнения: в 2012 году данный показатель был 1285,41 ед., что меньше на 110,5 ед. [2].

К 2030 г. за счет господдержки малого бизнеса прогнозируется достижение нижеперечисленных показателей, отвечающих инновационному варианту развития российской экономики, до следующих уровней: доля среднесписочной численности рабочих, занятых на предприятиях и у ИП в общей численности занятого населения – 32,3%; плотность малых предприятий в расчете на 1 тыс. человек населения РФ (без учета ИП) – 15,7 единиц; число зарегистрированных ИП в расчете на 1 тыс. человек населения РФ – 38,1 единиц. Прогноз подразумевает рост количества субъектов предприятий к 2030 году в 1,3 раза до 7,7 млн субъектов, в том числе 5,3 млн ИП. Такой прирост должен быть обеспечен системной поддержкой данных предприятий со стороны государства, развитием инфраструктуры [1].

Деятельность малых предприятий показывает хорошую адаптацию к воздействию внешних факторов, своим развитием укрепляет рыночные отношения. Становление малого бизнеса создает благоприятные условия для оздоровления экономики, способствует выработыванию конкурентной среды, происходит создание дополнительных рабочих мест и увеличение потребительского сектора.

### **Литература**

1. **Ресурсный** центр малого предпринимательства [Электронный ресурс] // Библиотека «Малый бизнес России»: Состояние и прогноз развития сектора МСП в России. URL: <http://rcsme.ru/library>
2. **ТПП-Информ**. Информационное агентство [Электронный ресурс] // Число малых предприятий в РФ. URL: <http://tpp-inform.ru/news/10335.html>

## **ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА УТИЛИЗАЦИЮ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Ежегодно каждый городской житель производит 200–300 кг твердых бытовых отходов (ТБО), образующих городской мусор, а также отходы предприятий торговли, бытового обслуживания. Стеклотара, жестяные консервные банки, бумага – наиболее распространенные компоненты ТБО. Промедление с его ликвидацией недопустимо, так как может привести к глобальным эпидемиям, к серьезному загрязнению окружающей среды. Целью исследования является поиск решения проблемы сокращения затрат на утилизацию ТБО в городах.

В связи с увеличением количества ТБО, в настоящее время потребителям предлагается обширное количество способов утилизации отходов. Основными методами переработки отходов являются: сортировка, система сбора и промежуточного хранения, компостирование, мусоросжигание, вторичная переработка, брикетирование, захоронение.

В России нет целостной системы организации сбора и утилизации упаковочных отходов, что является одной из основных причин общих ресурсопотерь. Переработка бытовых отходов позволяет сохранить природные ресурсы, сократить площади, отчуждаемые для строительства полигонов для захоронения отходов. Основная проблема рециклинга ТБО – отсутствие раздельного сбора. Как показывает опыт южноуральских муниципалитетов, система селективного сбора мусора вполне реальна, если создавать ее постепенно. Начинать следует с отдельных видов отходов: батареек, стеклянной и ПЭТ-тары.

Проведенные исследования показали, что наиболее рациональным путем сокращения затрат на утилизацию ТБО является их переработка с максимальным сокращением «вторичных» отходов. Решение этой проблемы требует проведения целенаправленной государственной политики с разработкой комплекса законодательных мер, мер экономической поддержки. На наш взгляд, следует наложить запрет на сжигание ТБО в непригодных условиях и захоронение несортированных ТБО. Необходимо разрабатывать схемы санитарной очистки территории не только для крупных городов, но и для регионов в целом. При этом должны создаваться комплексы, объединяющие полигоны, сортировочные станции, мусоросжигающие заводы. Совместно с планами развития регионов целесообразно составлять генеральные схемы санитарной очистки территории. Для этого необходима поддержка государства производителям продукции из вторичного сырья.

*Е.Д. Рябченкова, студ.; рук. И.А. Белалова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **РАЗВИТИЕ ФАКТОРИНГА ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В СМОЛЕНСКЕ**

Обычно слово «долг» в предпринимательской среде вызывает негативные ассоциации, однако умение правильно работать с долгами может принести выгоду и выигрыш. Сегодня работа на долговом рынке получает все большее распространение и популярность, а такой финансовый инструмент, как факторинг, набирает обороты.

Актуальность данной тематики заключается в развитии такого финансового инструмента, как факторинг, на Смоленском рынке.

Анализ рынка Смоленска показал, что данный финансовый инструмент не развит в нашей области. При наличии большого количества банков в Смоленске ни в одном из них нет такого структурного подразделения, как факторинговая компания.

Преимуществом факторинга для Смоленского рынка является то, что предприятия, имеющие дебиторскую задолженность, способны воспользоваться ей как залогом, могут быть профинансированы, не отдавая при этом своего оборудования, недвижимости и товаров, которые находятся в обороте. Весь механизм факторинга способствует увеличению оборачиваемости товаров конкретного предприятия на рынке, следовательно, происходит увеличение выручки предприятия без ожидания оплаты от покупателя. Скорость принятия решения по факторингу намного быстрее, чем по краткосрочным кредитам. По своей сути факторинг похож на кредит в банке, но отличает его то, что при кредитовании клиент получает нужную ему сумму единовременно, когда факторинг позволяет воспользоваться денежными средствами в нужный период времени. Немаловажно, что факторинг не позволяет неоправданно рисковать. Так как финансирование поступает пропорционально продажам, фирма не может выйти за рамки своих реальных возможностей. Кредит не дает гарантии, что фирма сможет осуществить задуманные планы и расплатиться в срок.

Таким образом, развитие факторинга в Смоленске является достаточно перспективным и рентабельным при условиях, что цены на услуги факторинга будут доступными для фирм. Данный финансовый инструмент более удобен и эффективен для малого и среднего бизнеса, чем кредит.

### **Литература**

1. **Новикова В.** У рынка факторинга хорошие перспективы в России // Аналитический банковский журнал. 2013. № 5.

## ФРАНЧАЙЗИНГ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Актуальность данной темы заключается в том, что франчайзинг – это специфическая форма ведения бизнеса, применяемая во всех странах с развитой рыночной экономикой [1, 3].

Привлекательность франчайзинга – реальная возможность организовать собственное дело, так как в распоряжение предоставляется стабильный доходный бизнес; расширить и упрочить свои позиции на рынке; приобрести эффективный инструмент поддержки предпринимательства [2].

Анализ экономической литературы позволяет сделать вывод, что многие аспекты франчайзинга пока остаются недостаточно изученными. Система франчайзинга действует во многих секторах российской экономики, используются различные модели сотрудничества. Все это определяет актуальность и практическую значимость выбранной темы.

Основным направлением исследования является анализ особенностей российского франчайзинга и определение теоретических и практических рекомендаций, а также представление концепции развития франчайзинговых отношений в России на основе системного анализа мирового опыта. Научная новизна исследования отражает особенности механизма франчайзинга в России со свойственными ему противоречиями и рассматривает риски, характерные для франчайзингового бизнеса, а также новые тенденции в развитии франчайзинга, в частности рост его удельного веса в сфере производства. В результате исследования дана оценка эффективности франчайзинга, а также представлена методика расчета этой эффективности с учетом присущих франчайзингу рисков [1, 3].

Как показало проведенное исследование, в настоящее время в развитии франчайзингового бизнеса наблюдается тенденция к увеличению доли самофинансирования при относительном уменьшении привлеченного капитала, что свидетельствует о перспективности этой формы развития предпринимательства в российской экономике.

### Литература

1. **Ватугин С., Тришин М.** Клонирование бизнеса. Франчайзинг и другие модели быстрого роста. СПб.: ПИТЕР, 2013. 192 с.
2. **Меркулов А., Фокин В., Ватугин С.** Франчайзинг от А до Я. М.: ФЕНИКС, 2013. 160 с.
3. **Джесси Р.** Франчайзинг. М.: Книга по требованию, 2012. 114 с.

*О.К. Сидоренкова, студ.; рук. А.В. Алексеева, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНЕТ-БАНКИНГА В СМОЛЕНСКЕ И СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Интернет-банкинг в России находится на стадии своего становления. В связи с интенсивным ростом онлайн-продаж, а также общим развитием интернет-технологий такой вид банкинга набирает все большую популярность и приобретает все большее количество последователей. Опрос Национального агентства финансовых исследований показал, что 64 % активных интернет-пользователей осуществляли банковские услуги вне стационарных отделений, то есть дистанционно. Однако на сегодняшний день интернет-банкинг развит недостаточно.

При анализе банков города Смоленска было выяснено, что большинство из них предоставляют своим клиентам услугу интернет-банкинга «Личный кабинет» (Сбербанк, Россельхозбанк, ВТБ24, Райффайзенбанк и др.). Она дает возможность осуществления стандартных операций: перевода денег с карты на карту, оплаты связи и услуг и т. д. Большая часть кредитных организаций предоставляет данную услугу бесплатно (Сбербанк), что не только увеличивает лояльность клиента, но и снижает себестоимость банковских продуктов. Тем не менее есть банки, в которых стоимость подключения составляет порядка 1500 руб., а абонентская плата 600 руб. в месяц. При этом базовый пакет услуг (оплата связи и коммунальных платежей), как правило, бесплатный. Стоимость же других услуг варьируется в зависимости от банка и вида операции.

В некоторых банках управление счетом осуществляется с помощью системы «Клиент-банк», требующей установки специального ПО, модема и подключения выделенной телефонной линии.

Еще одной распространенной услугой является «Мобильный банк». Она носит информативный характер. При осуществлении операции со счетом клиенту приходит SMS-сообщение с информацией об осуществленных операциях. Данная услуга чаще всего предоставляется на платной основе, а средняя ее стоимость составляет 60 руб. в месяц.

В 2014 году кредитные организации Смоленска отмечают увеличение интереса на услуги интернет-банкинга, что объясняется закрытием в 2013 году двух банков, которые осуществляли большое количество банковских операций (прежде всего, оплату коммунальных платежей без комиссии), и образованием огромных очередей. Разгрузка отделений банка и снижение себестоимости банковских услуг легко решается внедрением системы интернет-банкинга, а также применением инновационных платежных инструментов.

## **ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА**

В процессе оценки финансовой устойчивости экономических субъектов возникает ряд существенных проблем. Среди них выделяют следующие:

1. Бухгалтерская отчетность организации характеризуется некоторыми особенностями. В балансе увязка показателей проводится лишь в итоговой строке, поэтому пользователи не могут увидеть связи между отдельными статьями и определить, какое имущество сформировано за счет собственного капитала, а в какое вложены заемные средства.

2. Существуют различные подходы к определению термина «капитал», в результате при проведении анализа и оценки финансовой устойчивости можно столкнуться с проблемой разных мнений о рассмотрении капитала как всего имущества или как собственного имущества [1].

3. Многие методики оценки устойчивости предполагают только расчет абсолютных и относительных показателей и при этом не учитывают составляющие внешней среды, в итоге получают неполные выводы.

4. Не все предложенные методики анализа и оценки финансовой устойчивости учитывают отраслевую специфику организаций, что сказывается на различных пропорциях бухгалтерского баланса.

5. Все многообразие методов оценки устойчивости экономических субъектов имеет важный недостаток, а именно: или отсутствие нормативов коэффициентов, с которыми нужно проводить сравнение достигнутых показателей, или слабую обоснованность установленных значений.

6. При диагностике устойчивости с помощью коэффициентов в некоторых моделях принимаются в расчет достигнутые результаты деятельности хозяйствующих субъектов. Такие методики оценивают текущее состояние компаний и не учитывают динамику их развития.

7. Существует некоторая неопределенность в понятийном аппарате, т. е. разные авторы по-разному называют один и тот же показатель финансовой устойчивости. Иногда различаются и способы его расчета, т. е. одно и то же название используется для разных алгоритмов вычисления.

Таким образом, в настоящее время проблемы диагностики финансовой устойчивости экономических субъектов являются актуальными, а причина их существования в том, что российскими специалистами до сих пор не разработан единый подход к осуществлению оценки.

### **Литература**

1. Данилова Н.Л. Сущность и проблемы анализа финансовой устойчивости коммерческого предприятия // Концепт. 2014. № 2.

*Р.А. Сопенко, асп.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ**

Перед отечественными электрическими сетями стоят серьезные задачи, которые были обозначены Правительством РФ в Стратегии развития [1]. К основному целевому ориентиру Стратегии относится снижение инвестиционных расходов (ИР) на 30 % к 2017 году с учетом инфляции относительно 2012 года.

В рамках работы Экспертного совета при Правительстве РФ, для повышения эффективности инвестиционной деятельности ЭК и достижения поставленных задач, обсуждается реализация следующих мероприятий: реновация основных средств (выявление необходимости реконструкции) по фактическому состоянию оборудования, а не по нормативным срокам службы; замещение комплексной реконструкции объектов (подстанции, линии электропередачи) ремонтом либо реконструкцией отдельных элементов; повышение качества прогнозов потребления электроэнергии при планировании инвестиционных проектов.

К сожалению, рассмотренные выше мероприятия и методики их оценки не позволяют спрогнозировать величину снижения ИР.

В работе разработаны методические рекомендации, позволяющие количественно спрогнозировать снижения ИР. Рекомендации базируются на следующих основных принципах: разработке критериев отбора инвестиционных проектов с учетом ограничения объемов финансирования, снижении удельных показателей стоимости строительства электросетевых объектов за счет оптимизации технических решений и импортозамещения и использовании финансово-экономического анализа при обосновании включения инвестиционных проектов.

Разработанные рекомендации были использованы при расчете прогнозируемого сокращения ИР по проектам, реализуемым ОАО «ФСК ЕЭС» в Московском регионе в 2014–2016 гг. Снижение ИР на единицу вводимой мощности к 2016 году по отношению к 2012 году составило – 10 % для подстанций и 8 % для линий электропередач.

### **Литература**

1. **Стратегия** развития электросетевого комплекса Российской Федерации (утв. Распоряжением Правительства РФ от 03.04.2013 № 511-р).

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА**

В настоящий момент наиболее актуальны проблемы формирования и эффективности использования оборотных средств. Оборотные средства – это часть имущества организации. Они являются источником осуществления всех его производственных затрат и административных расходов [2].

Целесообразная стратегия формирования оборотных средств оказывает существенное воздействие на скорость их оборота и эффективность использования. Вместе с тем финансовое состояние организации зависит от того, насколько правильно реализуется финансовая политика относительно источников формирования оборотного капитала [1].

Вопрос об источниках формирования оборотных средств существует еще в одном отношении. Конъюнктура рынка непрерывно колеблется, поэтому необходимость экономического субъекта в оборотных средствах нестабильна. Покрыть эти потребности только за счет собственных источников оказывается фактически невозможно. Ввиду этого ведущей функцией регулирования процессом формирования оборотных средств является залог эффективности привлечения заемных средств.

В качестве заемных средств выступают в основном кредиты банка и займы, благодаря которым удовлетворяется краткосрочная необходимость в оборотных средствах.

Грамотно сформированные оборотные средства позволяют, с одной стороны, обеспечить их требуемую величину и застраховаться от убытков, связанных с дефицитом оборотных средств, а с другой – уменьшить затраты на их привлечение. Излишек оборотных средств говорит о том, что доля капитала организации простаивает и не приносит экономической выгоды. Вместе с тем нехватка оборотного капитала будет сдерживать производственный процесс, затягивая скорость хозяйственного оборота средств экономического субъекта.

Таким образом, для эффективного осуществления работы организации нужно рассчитывать нормативную потребность в оборотных средствах. Наличие нормативов увеличивает эффективность анализа и научную обоснованность его результатов.

### **Литература**

1. **Васильева Л.С., Петровская М.В.** Финансовый анализ. М.: КНОРУС, 2010.
2. **Ковалев В.В.** Финансовый анализ. М.: Финансы и статистика, 2011.

## МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАСОВ

Разработана модель формирования и использования запасов в зависимости от общеэкономических функций, показанная на рис. 1.

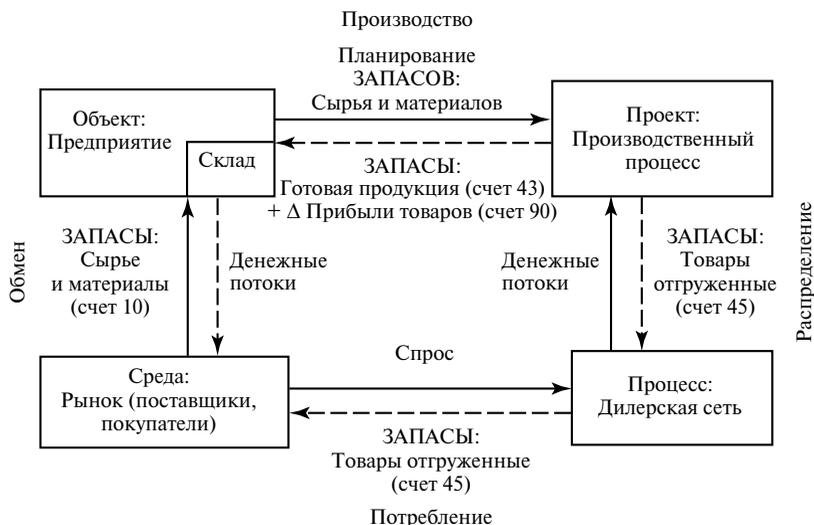


Рис. 1. Модель формирования и использования запасов

Авторами предлагаются четыре формы взаимодействия систем через запасы, которые сопоставлены с четырьмя экономическими функциями, что отражено на рис. 1:

- 1) экономической интерпретацией функции обмена является получение предприятием запасов (сырья и материалов) от контрагентов;
- 2) экономической интерпретацией функции распределения – продажа запасов (товаров отгруженных) в результате осуществления производственных процессов;
- 3) интерпретацией функции производства является планирование использования предприятием запасов (сырья и материалов);
- 4) интерпретацией функции потребления является продажа запасов (товаров отгруженных).

### Литература

1. Клейнер Г.Б. Ресурсная теория системной организации экономики // Российский журнал менеджмента. 2011. Т. 9. № 3.

*Е.А. Степченкова, Н.А. Дорофеева, студенты;  
рук. И.А. Белалова, к.э.н., доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Потребительский кредит является одним из самых распространенных видов банковских операций в России. Актуальность потребительского кредитования для банков сегодня очевидна, так как, с одной стороны, кредитование населения – наиболее активно развивающаяся банковская операция и самая доходная статья банковского бизнеса, с другой – важное условие повышения качества жизни граждан.

Цель данной работы – выявить особенности потребительского кредитования в РФ и определить его роль в повышении благосостояния населения РФ. Для достижения цели были использованы методы экономико-математического моделирования.

Год от года объем выданных потребительских кредитов в России растет, что подтверждают статистические данные. В целом за 2012–2013 годы отмечался общий рост в объемах выдаваемых потребительских кредитов населению. Первое место по объемам выданных потребительских кредитов занимает Сбербанк России. На втором месте по объемам потребительского кредитования находится банк ВТБ24, на третьем – Росбанк. По темпам роста и темпам прироста лидирует Россельхозбанк. Таким образом, банки с низкой процентной ставкой, такие как Сбербанк (15,3–20 %), ВТБ24 (21–26 %), Росбанк (20,4–24,4 %), имеют самые большие объемы выданных потребительских кредитов.

Авторами рассмотрены программы и условия кредитования в разных банках. На основании чего сделан вывод о том, что российские банки осуществляют выдачу кредита в основном на срок от 3 до 60 месяцев гражданам РФ в возрасте от 21 года до 60 лет с постоянной регистрацией в регионе оформления кредита и доходом больше чем 10 000 рублей. Наибольшую заинтересованность для банков представляют наименее обеспеченные слои населения, так как сумма расходов на кредитование коррелирует с суммами доходов населения. Мы считаем, что очевидна зависимость доходов населения от объема выданных кредитов. Также проанализирован «Закон о потребительском кредите (займе)».

Таким образом, потребительское кредитование имеет высокий потенциал, поэтому необходимо его дальнейшее развитие и совершенствование.

### **Литература**

1. **Федеральный** закон «О потребительском кредите (займе)» от 21 декабря 2013 г. № 353-ФЗ (ред. от 21.07.2014).

*Е.А. Степченкова, студ.; рук. Е.Г. Карпова, к.э.н., ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОТРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕАЛИЗАЦИИ ТОВАРОВ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ И СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Предложено рассматривать бухгалтерский учет как экономическую среду, имеющую свое выражение на макро- и микроуровнях, а также во внутренней среде предприятия. На макроуровне бухгалтерский учет – система государственных законов, актов и нормативных документов. На микроуровне – система учета товарных операций, организационных действий и товарных потоков в первичном звене цепочки – предприятии.

Авторами применена сбалансированная система показателей (ССП) для учета и анализа финансовых и нефинансовых показателей при реализации товаров в оптово-розничной торговле и предложена стратегическая цель в «процессной» составляющей ССП для отражения процесса реализации товаров (табл. 1).

Таблица 1

**Стратегические цели ССП в оптово-розничной торговле**

Составляющая ССП	Примеры стратегических целей
Финансы	Рост прибыли Повышение рентабельности товаров
Потребители	Повышение степени удовлетворения потребителей Расширение круга потребителей Увеличение ассортимента товаров
Процессы	Позиционирование компании для заинтересованных пользователей бухгалтерской отчетности путем организации качественного бухгалтерского учета* Получение конкурентных преимуществ за счет достоверности и своевременности бухгалтерского учета*
Развитие	Повышение квалификации и удержание сотрудников

Авторами разработаны ключевые показатели «процессной» составляющей ССП для целей бухгалтерского учета (табл. 2).

**Показатели модели бухгалтерского учета «процессной»  
составляющей ССП**

Составляющая ССП	Ключевые показатели; система расчета	Мероприятия, обеспечивающие достижение целей
Процессы	Расходы на автоматизацию бухгалтерского учета*: $P_{\text{факт}}^A / P_{\text{факт}}^A$	Внедрение автоматизированных систем бухгалтерского учета
	Расходы на совершенствование бухгалтерского учета*: $P_{\text{факт}}^C / P_{\text{пл}}^C$	Применение унифицированных форм бухгалтерской отчетности
	Своевременность подачи бухгалтерских отчетов: $T_{\text{факт}}^C / T_{\text{пл}}^C$	Соблюдение сроков подачи бухгалтерских отчетов

\* вклад авторов.

## **ВОЗМОЖНОСТИ МИНИМИЗАЦИИ ИЗДЕРЖЕК ОБРАЩЕНИЯ**

Издержки обращения в торговле – это такие затраты, которые связаны с доведением товаров от производителя до конечного потребителя и выражаются в денежной форме. Издержки обращения существуют и занимают большую долю текущих затрат в любом экономическом субъекте, занимающемся торговой деятельностью.

Приведем возможные пути минимизации различных видов издержек обращения.

Расходы продавца на маркетинговые исследования необходимы до тех пор, пока они нужны, чтобы произвести и продать товар, соответствующий запросам общества. Считается, что бессмысленными с точки зрения процесса обращения являются исследования, ничего не добавляющие к имеющейся информации, поэтому эти затраты можно исключить.

Транспортировка товара является очень важным моментом в процессе реализации продукции. Но можно ли однозначно сказать, что, являясь важными, они неснижаемы? Нет, минимизация издержек в ряде случаев может быть проведена вполне безболезненно. Прежде всего могут быть сокращены затраты на бесполезное перемещение товара в пространстве, когда они вызваны просчетами в планировании или излишним количеством перепродаж.

Расходы на безопасность, как и все прочие, можно смело оптимизировать, но избежать их вовсе, пожалуй, не удастся.

Множество непроизводительных функций предприятия являются необходимыми для обращения товара. И со стороны продавца, и со стороны покупателя возникают расходы на бухгалтерию, администрирование, информационную поддержку, работу отдела продаж и т.д. Без них невозможно обращение товаров на современном рынке.

В заключение стоит отметить, что размер издержек обращения отражает качество работы торговых организаций. Относительное снижение издержек обращения наряду с уменьшением себестоимости продукции является экономическим условием снижения розничных цен, роста чистого дохода торговли, укрепления финансового состояния торговых организаций.

### **Литература**

1. **Войтова Т.Л.** Учет издержек обращения в организациях торговли // Бухгалтерский учет и налоги в торговле и общественном питании. 2011. № 3.

*А.В. Тимонин, студ.; О.Н. Космачёва, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕАЛЬНОСТЬ, БУДУЩЕЕ**

В связи с введенными санкциями США и странами ЕС против России, остро стал вопрос о модернизации сельского хозяйства экономических субъектов РФ [2].

Проанализируем изменения, которые произошли в животноводстве Смоленской области, в частности с поголовьем крупного рогатого скота за последние 25 лет. Ежегодный ввоз говядины в Россию занимает 35 % в импорте сельскохозяйственной продукции. Стоит отметить, что с 1990 по 2008 г. поголовье крупного рогатого скота (КРС) по Смоленской области уменьшилось в 5,9 раза. За 18 лет регион сократил поголовье КРС на 564,2 тыс. голов. Производственные мощности АПК после 1990 г. не обновлялись. Обновление помещений для КРС последний раз было проведено в 2001 г. В то время это составило 0,5 скотомест, что ниже данных 1990 г. в 32 раза. Степень износа производственных сооружений по области в 2008 г. составила 56,1 %.

В настоящее время трудовые затраты на производство одного центнера молока составляют 8,5 чел.-ч. В США данный показатель равен 0,4 чел.-ч.

Росстатом опубликованы данные за период 2008–2013 гг. о поголовье скота по муниципальным районам Смоленской области в хозяйствах всех категорий. В Глинковском районе поголовье увеличилось на 76 %. В Темкинском районе поголовье КРС уменьшилось на 54 % [1].

Наибольший удельный вес в структуре поголовья КРС за анализируемый период имеет Смоленский район: в 2008 г. удельный вес КРС составлял 9,74 %, в 2013 г. уже 11,46 %, хотя исследуемый признак за 6 лет увеличился всего лишь на 1,4 %. Это говорит о том, что Смоленский район является потенциальным поставщиком мясомолочной продукции в случае возникновения дефицита импорта сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, сельское хозяйство Смоленской области пока не готово к удовлетворению потребностей в сельскохозяйственной продукции, а именно в мясомолочной.

### **Литература**

1. **Департамент** государственной службы занятости населения Смоленской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sml.gks.ru/html>, вход свободный.
2. **РИА Новости** [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ria.ru/>, вход свободный.

*А.В. Тулушев, студ.; рук. И.Л. Юрзинова, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ В УСЛОВИЯХ АВИАЦИОННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Актуальностью исследования в области авиационного комплекса является восстановление независимости России в области разработки и производства транспортных самолетов; полное обеспечение потребности Вооруженных сил РФ и широкое продвижение России на мировые рынки транспортной авиации [1].

Под инвестициями понимаются денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта [2].

Инвестиции в основные средства включают:

- Приобретение (или изготовление) нового оборудования, включая затраты на его доставку, установку и пуск.
- Модернизацию действующего оборудования.
- Строительство и реконструкцию зданий и сооружений.
- Технологические устройства, обеспечивающие работу оборудования.
- Новую технологическую оснастку и модернизацию имеющегося оборудования.

Инвестиции в оборотные средства предполагают обеспечение:

- Новых и дополнительных запасов основных и вспомогательных материалов.
- Новых и дополнительных запасов готовой продукции.
- Увеличение счетов дебиторов [2].

Особенностью развития авиации является историческое распределение конструкторских и производственных мощностей вне пределов Российской Федерации. Интеграция и формирование стратегических альянсов поставщиками самолетов данного сегмента позволят расширить рыночные возможности и оптимизировать производственные ресурсы [1].

### **Литература**

1. <http://www.uacrussia.ru/ru/>
2. **Горбунов С.В., Никифоров А.Н.** Инвестиционный анализ: учебное пособие. 2-е изд. Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2005.

*А.В. Тулушев, студ.; рук. И.Л. Юрзинова, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА РФ**

Актуальностью исследования является наиболее перспективные области экономики, куда следует вкладывать огромные средства для ее успешного дальнейшего развития. Несмотря на все произошедшие кризисы в мировой экономике, которые нанесли значительный ущерб для данной отрасли, авиация, имея колоссальный опыт развития новых направлений в технологиях и технологических процессов, способна совершить скачок и вывести нашу страну в лидеры в данном направлении [2].

Инновационный проект – проект, содержащий технико-экономическое, правовое и организационное обоснование конечной инновационной деятельности [1].

Итогом разработки инновационного проекта служит документ, включающий в себя подробное описание инновационного продукта, обоснование его жизнеспособности, необходимость, возможность и формы привлечения инвестиций, сведения о сроках исполнения, исполнителях и учитывающий организационно-правовые моменты его продвижения [1].

Реализация инновационного проекта – процесс по созданию и выведению на рынок инновационного продукта [2].

Цель инновационного проекта – создание новых или изменение существующих систем (технической, технологической, информационной, социальной, экономической, организационной) и достижение в результате снижения затрат ресурсов (производственных, финансовых, человеческих) коренного улучшения качества продукции, услуги и высокого коммерческого эффекта [1].

### **Литература**

1. **Аншин В.М., Дагаев А.А.** Инновационный менеджмент: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб., доп. М.: Дело, 2007.
2. **Бабаскин С.Я.** Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков: учеб. пособие. М.: Дело АНХ, 2009.

*А.В. Фанибарова, студ.; рук. О.Н. Космачёва, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **АНАЛИЗ ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОЦЕНКАХ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

В настоящее время в сфере бизнеса актуальным остается определение финансовой устойчивости любой организации. Именно эта экономическая категория является тем основополагающим моментом, на основании которого, определяется способность конкретного субъекта успешно функционировать, развиваться, прогрессировать, а также сохранять равновесие своих активов и пассивов в изменяющихся временных условиях.

Но проблема заключается в том, что порой, даже при хорошем финансовом результате, организация может столкнуться с трудностями по причине нерационального использования имеющихся финансовых ресурсов, поэтому этот момент должен тщательно контролироваться [1]. Стоит отметить, что положительный фактор в данном вопросе – наличие источников формирования запасов, а отрицательный – величина запасов.

В качестве путей решения этой проблемы можно рассматривать пополнение источников по формированию запасов, увеличение собственных средств организации и оптимизацию их структуры, а также обоснованное снижение уровня самих запасов. Разумеется, для обеспечения финансовой устойчивости организации в условиях конкурентоспособности и деловой привлекательности требуется стабильное получение выручки, и причем в достаточном размере, для того чтобы в идеале не сталкиваться с финансовыми трудностями.

В данном аспекте важно также отметить, что именно показатели прибыли и рентабельности помогают в полной мере понять финансовые результаты деятельности экономического субъекта. Чем эти показатели относительно своих критериев лучше, тем эффективнее бизнес, а следовательно, выше показатель финансовой устойчивости. Анализ прибыли и рентабельности проводится для поиска информации, которая в дальнейшем служит основой для принятия экономически грамотных и обоснованных управленческих решений, которые ведут организацию к росту показателей финансовой устойчивости [2].

### **Литература**

1. **Ковалев В.В.** Анализ хозяйственной деятельности предприятия. М.: ТК Велби, 2010.
2. **Станиславчик Е.П.** Анализ и моделирование рентабельности // Фин. газ. 2011. № 10.

*Е.С. Федотова, О.А. Сорокина, студенты;  
рук. А.И. Самылин, д.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА СТОИМОСТИ НОВОЙ КОМПАНИИ ПРИ СДЕЛКЕ M&A**

Сделки M&A (слияние и поглощение) являются одной из форм реорганизации энергетических компаний. При этом возникает синергия как взаимное влияние определенного количества факторов, сил в одном направлении. Эффект синергии – добавленная стоимость интегрированной системы, возникающая вследствие более эффективного использования факторов производства, позволяющего получить преимущества, достижение которых было невозможно при разрозненном функционировании бизнес-единиц [2]. Целью исследования была оценка стоимости новой компании при слиянии двух энергетических компаний.

Рассматривается слияние двух компаний – «А» и «Б» – в новую компанию «С» [1]. Имеются следующие данные: синергия 1 – увеличение выручки, 600 тыс. руб.; синергия 2 – снижение затрат по доставке сырья, 80 тыс. руб.; синергия 3 – снижение управленческих расходов, 100 тыс. руб. Темп роста компаний в будущем: «А» и «Б» – 12 %; рыночная стоимость собственного капитала: «А» – 1950 тыс. руб., «Б» – 4350 тыс. руб.; рыночная стоимость заемного капитала для компаний: «А» – 390 тыс. руб., «Б» – 490 тыс. руб.; ставка привлечения заемного капитала без учета эффекта «налоговой защиты» до объединения: «А» – 10% годовых, «Б» – 7,5 % годовых. Капитальные вложения: «А» – 40 тыс. руб., «Б» – 50 тыс. руб.; потребность в оборотном капитале «А» и «Б» при отдельной деятельности в процентах от выручки: «А» – 6 %, «Б» – 7 %. Компания «С» будет привлекать собственный и заемный капитал по ставкам компании «Б». Ставка налогов  $CT = 0,20$ . В результате исследования установлено, что средневзвешенная стоимость капитала составит: для компании «А» – 14,67 %, «Б» – 13,19 %, «С» – 13,24 %. Приведенная стоимость синергетического эффекта составит 56 417 тыс. руб. Стоимость новой компании «С» будет равна 86 202 тыс. руб., что больше стоимости двух отдельных компаний, и это свидетельствует об эффективности сделки.

### **Литература**

1. **Самылин А.И.** Корпоративные финансы: учебник. М.: ИНФРА-М, 2014.
2. **Тихомиров Д.В.** Оценка стоимости компании при слияниях и поглощениях: учебное пособие. СПб.: СПбГУЭФ, 2009.

*К.А. Хвостова, студ.; рук. Д.Е. Морковкин, к.э.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ МАРКЕТИНГОМ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ**

Основные направления маркетинговой деятельности организаций в современных экономических условиях сочетают в себе черты экономической, финансовой, плановой, производственной, сбытовой и исследовательской работы [1]. В целях управления маркетингом организации целесообразно предложить следующий перечень выполняемых мероприятий [2]: подбор и подготовку персонала организации, владеющего принципами и методами маркетинговых исследований; анализ сложившейся номенклатуры выпускаемой продукции и ее классификацию по уровню текущей и перспективной прибыльности для организации; формирование и освоение номенклатуры перспективных для организации новых изделий; комплексный анализ рынков сбыта продукции предприятия; определение конкурентоспособности выпускаемой продукции на действующих и перспективных рынках; планирование и прогнозирование товарной политики организации; планирование и прогнозирование ценовой политики организации; выбор каналов товародвижения, сбыта выпускаемой продукции; планирование и организацию необходимых мероприятий ФОССТИС по мере развития внутреннего рынка страны; планирование и учет затрат на маркетинг организации, оценку эффективности их использования и другие.

Проведение комплексных маркетинговых исследований по выделенным направлениям позволит корпоративному сектору провести постепенную плановую модернизацию производственных мощностей, наиболее эффективно использовать собственный, акционерный и инвестиционный капитал, разработать обоснованную инновационную политику, повысить эффективность использования располагаемых ресурсов, получить конкурентные преимущества на отраслевом рынке.

### **Литература**

1. **Морковкин Д.Е.** Организационное проектирование системы управления знаниями // Образовательные ресурсы и технологии. 2013. № 2 (3). С. 74–80.
2. **Морковкин Д.Е.** Совершенствование системы маркетинговой деятельности организации в условиях развития инновационной экономики // Инновационное развитие общества: условия, противоречия, приоритеты: Материалы X международной научной конференции: в 3 ч / под ред. А.В. Семенова; Ю.С. Руденко. – М.: ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2014. С. 99–100.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАЛОГА НА ДОБАВЛЕННУЮ СТОИМОСТЬ**

В процессе формирования федерального бюджета налог на добавленную стоимость (НДС) играет важнейшую роль. Однако он является самым сложным и проблемным налогом в налоговой системе Российской Федерации. Большие затраты государства и бизнеса, которые связаны с администрированием НДС, и проблемы, возникающие при его возмещении из бюджета, являются значительными вопросами, которые связаны с реформированием и совершенствованием данного налога.

За последние годы произошли положительные изменения по НДС, которые смягчили отрицательные результаты первых лет взывания НДС:

- исчисление НДС приведено к стандартам, которые применяются в европейских странах;
- внесены изменения в законодательстве по отношению к объектам обложения;
- снижена ставка НДС до 18 %;
- в практику введены встречные налоговые проверки;
- принята и усовершенствована документация.

Наряду с положительными изменениями, НДС доставляет множество проблем фирмам и контролерам. Одни ощущают трудности с зачетом налога, а другие – с его администрированием. Поэтому многие депутаты Государственной Думы РФ нередко рекомендовали упростить процедуру взимания НДС, а некоторые настаивают на его отмене. НДС планируют заменить на налог с продаж или оборота (НсП).

По мнению некоторых влиятельных чиновников, замена НДС налогом с продаж вполне возможна, так как это поспособствует решению проблем с администрированием. Для того чтобы перейти на новый налог с минимальными потерями для бюджета, ставка налога должна составлять 14 %.

Основными достоинствами этого перехода являются:

- простота исчисления;
- меньшие расходы в администрировании и др.

Рассмотрев все изменения, можно прийти к выводу, что администрирование НДС является трудоемкой задачей, которую необходимо решать взвешенным образом, чтобы не оказать отрицательного воздействия на экономику страны и повысить производительность труда и рост валового внутреннего продукта.

### **Литература**

1. **Рыжов И.А.** Раздельный учет НДС // Специализированный методический журнал «Российский налоговый курьер». 2013. № 17.

*Д.А. Шкляев, магистрант; рук-ли С.И. Хренов, к.т.н., доц.;  
С.В. Белоусов, к.т.н. (НИУ «МЭИ»); А.С. Витер (ОАО «Россети»)*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОБЩЕСТВЕННОЙ АККРЕДИТАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

В связи с принятием нового ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» профессионально-общественная аккредитация образовательных программ становится все более актуальной.

Необходимость в такой форме оценки возникла в связи с тем, что за последние 20 лет высшее образование стало гораздо более востребованным и общедоступным. Это привело к появлению недобросовестно работающих вузов, реализации образовательных программ низкого качества, неконкурентоспособности и невостребованности выпускников таких программ. Абитуриенты, работодатели, академическая общественность нуждаются в объективной информации о качестве отдельных образовательных программ, а не вуза в целом. Профессионально-общественная аккредитация в большей степени ориентирована на детальное рассмотрение и оценку программ, использование экспертного мнения, подготовку высококвалифицированных специалистов на базе эффективного контроля оценки качества образования [1, 2].

В России имеется определенный опыт по проведению процедур аккредитации инженерных образовательных программ в области техники и технологии. На сегодняшний день на рынке уже сложились различные объединения работодателей, которые все чаще обращаются с просьбами подготовить специалистов с определенными компетенциями [3]. При организации профессионально-общественной аккредитации образовательных программ в области электроэнергетики необходим анализ, выявление отличительных особенностей и разработка процедуры аккредитации.

Аккредитация программ поможет убедить работодателей в качестве подготовки выпускников, а абитуриентов – в актуальности и востребованности этих направлений и определенных гарантиях трудоустройства.

### **Литература**

1. **Федеральный** закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. **Указ** Президента РФ от 26 мая 2009 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».
3. **Электронный** журнал об образовании. – Режим доступа: [http://www.akvobr.ru/ chto\\_sderzhivaet\\_razvitie.html](http://www.akvobr.ru/ chto_sderzhivaet_razvitie.html).

**Направление**  
**ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА**  
**ПРЕДПРИЯТИЙ**

Научный руководитель направления —  
директор ИПЭЭф,  
к.т.н., доцент С.В. Захаров



## Секция 31

# ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

*Председатель секции — зав. каф. ЭПП,  
к.т.н., профессор С.А. Цырук  
Секретарь секции — аспирант М.С. Казанов*

*С.В. Бойко, студ.; рук. А.В. Рагуткин, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В настоящее время в России, как и во всем мире, большое внимание уделяется разработке и внедрению энергосберегающих технологий. Одной из таких технологий является утилизация низкопотенциальной теплоты уходящих дымовых газов за счет использования конденсерной технологии. Уже сейчас данная технология широко применяется в странах Евросоюза. На некоторых ТЭЦ и котельных соответствующие установки успешно функционируют уже около 20 лет [1].

Внедрение конденсерной установки не требует перерыва в работе станции, а подключение возможно во время плановой остановки работы объекта. Однако внедрение дополнительных электроприемников может привести к увеличению потребляемой мощности и реконструкции существующей системы электроснабжения. Как показывает опыт проектирования конденсерных установок в России, один из основных вопросов, возникающих при реконструкции системы электроснабжения, – выбор рационального напряжения для основных электроприемников. В практике проектирования некоторых энергетических компаний России принято применение уровня напряжения 10 кВ в случае, если установленная мощность электроприемника превышает 250 кВт, что приводит к значительному удорожанию частотно-регулируемого привода, необходимого для автоматизированного управления и регулирования тепломассообменных процессов в установке.

Целью представленной работы является разработка программно-аппаратного комплекса, предназначенного для выбора оптимальных параметров системы электроснабжения конденсерной установки.

### **Литература**

1. Лунинг Б., Ионкин И.Л., Рагуткин А.В., Сверчков П.М. Использование конденсерной технологии для повышения эффективности использования топлива на паровых и водогрейных котлах // Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических систем – ЭНЕРГО-2012: Труды Второй Всероссийской научно-практической конференции. М.: Издательский дом МЭИ, 2012.

*Е.А. Бородич, асп.; рук. А.В. Рагуткин, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИЗМЕНЕНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ПАРАМЕТРАМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В последнее десятилетие наблюдается значительное увеличение доли электрических нагрузок, чувствительных к качеству электроэнергии (КЭ).

Международная электротехническая комиссия опубликовала новые стандарты, относящиеся к показателям, методам и средствам измерения КЭ. В последнее время были проведены испытания электрической энергии в распределительных сетях практически по всей России, результаты которых выявили недостатки ГОСТ 13109–97, в частности неучет отличий требований к КЭ в локальных изолированных системах электроснабжения (ЭС) общего назначения от требований к КЭ в системах ЭС общего назначения, присоединенных к ЕЭС, ответственности потребителей за обеспечение КЭ, сложности обеспечения нормативных требований к отклонениям напряжения на зажимах конечных электроприемников.

В последние 25 лет осуществлен переход к рыночным отношениям. Принят ряд законодательных и нормативно-правовых актов, в том числе Федеральный закон (ФЗ) «Об электроэнергетике» от 26.03.2003, ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» от 26.03.2003, Постановления Правительства РФ от 27.12.2004 № 861 и от 31.08.2006 № 530, в которых установлена необходимость обеспечения КЭ субъектами электроэнергетики в рамках своей ответственности. Часть положений ранее принятого ГОСТ 13109–97 не соответствовала ГОСТ Р 51317.4.30–2008 [1].

По совокупности причин возникла необходимость разработки нового стандарта КЭ и новых форм отчета, согласованных с принятыми в России ГОСТ Р 51317.4.30–2008 и ГОСТ Р 51317.4.7–2008.

Новый стандарт КЭ ГОСТ Р 54149–2010 был разработан с учетом положений принятых стандартов ГОСТ Р 51317.4.30–2008, ГОСТ Р 51317.4.7–2008 и европейского стандарта EN50160, а также специфических требований к электрическим сетям в России, введен в действие с 01.01.2013 и включен в программу национальной стандартизации РФ для переоформления его в межгосударственный стандарт организации ЕврАзЭС [2].

### **Литература**

1. **Никифоров В.В.** Новый стандарт по качеству электрической энергии // Сайт sonel.ru.
2. **Зисман М.Л., Кац М.М., Кричевский М.Я.** Анализ нового стандарта качества электрической энергии // Сайт satec-global.ru.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПОДАВЛЕНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Исследования позволили выявить и отделить от перенапряжений при дуговых замыканиях на землю более опасные феррорезонансные перенапряжения (ФПП) [1, 2].

Задача обнаружения и подавления феррорезонанса в распределительных сетях может быть решена с помощью анализа фазовых траекторий тока и напряжения и подключения в нейтраль управляемого сопротивления.

Режим феррорезонанса существенно отличается от других режимов возникновением случайных изменений магнитного потока насыщающихся сердечников, что отражается на напряжении сети.

Когда система находится в штатном режиме, график ток–напряжение на фазовой плоскости имеет форму правильного повернутого эллипса, а при возникновении ФПП фазовый портрет резко искажается.

Устройство, показанное на рис. 1, состоит из блоков 1 и 2 получения первичной информации, резистора переменного сопротивления 3, микропроцессорного устройства (программируемый микроконтроллер) 4, которое способно симулировать параметрическое представление переходного процесса. При обнаружении феррорезонанса, микроконтроллер подаст сигнал на ключ SA, подключающий резистор к нейтрали с выдержкой времени, одновременно подается управляющий импульс, определяющий значение сопротивления, необходимое для подавления ФПП. Через некоторое время устройство разомкнет ключ SA и отключит резистор от нейтрали. Если феррорезонанс был проходящим, то после отключения устройства система возвращается в штатное состояние, в противном случае устройство включается снова и подает сигнал диспетчеру.

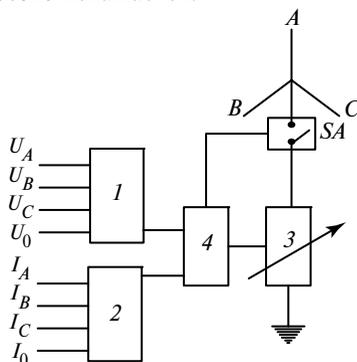


Рис. 1. Устройство подавления ФПП

### Литература

1. Евдокунин Г.А. Внутренние перенапряжения в сетях 6–35 кВ. СПб.: Терция, 2004.
2. Селиванов В.Н. Исследование феррорезонансных колебаний в воздушных сетях 35 кВ с изолированной нейтралью и электромагнитными трансформаторами напряжения: дис. ... канд. тех. наук. СПб.: ГПУ, 2004.

## МЕТОДИКА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ОСВЕЩЕНИЯ И ДАТЧИКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Современные светильники и датчики позволяют снизить эксплуатационные затраты (преимущественно – на электроэнергию), однако, требуют высоких капитальных вложений. В связи с этим встает вопрос о целесообразности их совместного использования.

Для ответа на него необходим технико-экономический расчет. Если объект находится на стадии проектирования, то найти потребление электроэнергии можно лишь приближенно:

$$W = k \left[ \frac{(k_{\text{б}}^3 + k_{\text{б}}^{\text{д}})}{2} \alpha_{\text{б}} + \frac{(k_{\text{в}}^3 + k_{\text{в}}^{\text{д}})}{2} \alpha_{\text{в}} \right] P_{\Sigma} T_{\text{год}} + N_{\text{д}} P_{\text{д}} T_{\text{год}}, \quad (1)$$

где  $W$  – потребление электроэнергии за год, кВт·ч/год;  $P_{\Sigma}$  – суммарная мощность, потребляемая осветительными установками;  $T_{\text{год}}$  – число часов в году;  $k$  – коэффициент, учитывающий снижение электропотребления за счет использования датчиков освещенности (ДО), движения (ДД) или присутствия (ДП);  $\alpha_{\text{б}}$  – доля будних дней в году;  $\alpha_{\text{в}}$  – доля выходных дней в году;  $k_{\text{б}}^3$ ,  $k_{\text{б}}^{\text{д}}$ ,  $k_{\text{в}}^3$ ,  $k_{\text{в}}^{\text{д}}$  – коэффициенты, учитывающие неравномерность использования светового потока в течение суток;  $N_{\text{д}}$  – число датчиков;  $P_{\text{д}}$  – мощность потребления датчика.

Для упрощения принимаем, что световой поток при восходе солнца растет линейно и в своем максимуме дает освещенность, достаточную для освещения помещения без применения искусственного света.

Для оценки варианта можно воспользоваться диаграммами затрат, по оси  $X$  которых откладываем эксплуатационные затраты за 5 лет, а по оси  $Y$  – капитальные затраты. Сравнивая расстояния от центра координат для различных вариантов, делаем вывод об обоснованности выбора того или иного решения.

Описанная методика представляет собой простой алгоритм, который может быть реализован при помощи программно-вычислительных средств.

*О.С. Завьялова, студ.; рук. Г.Ф. Быстрицкий, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ ДОПУСТИМЫХ ПЕРЕГРУЗОК ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Воздушные и кабельные линии электропередачи в системе электро-снабжения промышленного предприятия должны обеспечивать безаварийную подачу электрической энергии потребителям.

Для каждой кабельной линии при вводе в эксплуатацию устанавливаются максимальные токовые нагрузки в зависимости от допустимых температур в соответствии с ПУЭ. В процессе эксплуатации кабелей производится проверка температуры нагрева жил измерением температуры их металлических оболочек. Согласно полученной температуре нагрева жил, току нагрузки и температуре окружающей среды допустимая нагрузка на кабель может быть пересчитана для действительных эксплуатационных условий.

В свою очередь и при работе воздушных линий возникают состояния, зависящие от условий работы самого провода и состояния окружающей среды. Согласно ПУЭ температура проводов  $t_{\text{пр}}$  ВЛ при эксплуатации не должна превышать  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; увеличение температуры сверх допустимого значения приводит к росту сопротивления линии. В то же время процесс теплоотвода в большой степени определяется климатическими условиями, т.е. температурой окружающего воздуха и скоростью ветра. Исследования, проведенные в России и ряде зарубежных стран, показывают, что предельно допустимая температура неизолированных проводов, принятая в России ( $t_{\text{пр}} \leq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), несколько занижена [1].

По результатам проведенных тепловых балансов тепловыделения и теплоотвода различных марок проводов ВЛ были составлены расчетные номограммы по определению возможной перегрузки проводов воздушных линий. Анализ теплового баланса проводов воздушных линий позволил установить, что допускается перегрузка воздушных линий на 30–40 %.

Таким образом, учет внешних факторов при определении допустимой токовой нагрузки позволяет увеличить резервы и повысить надежность электроснабжения.

### **Литература**

1. **Быстрицкий Г.Ф.** Определение допустимой перегрузки воздушных и кабельных линий электропередачи // Главный энергетик. М., 2005. № 12.

## **ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕТЯХ НИЖЕ 1 кВ**

Основными элементами систем электроснабжения являются электрические сети, а также различные трансформаторные и преобразовательные подстанции. Выбор этих элементов проводится по расчетным электрическим нагрузкам. Занижение расчетных нагрузок приводит к перегревам элементов систем электроснабжения и ускоренному их износу, завышению расчетных нагрузок, приводит к излишним капиталовложениям и затратам на системы электроснабжения. Из сказанного ясно, какое большое значение имеют разработка и внедрение в практику проектирования систем электроснабжения научно обоснованных и достаточно точных методов расчета электрических нагрузок. Проблема определения расчетных электрических нагрузок возникает при числе электроприемников более трех. Для ответвлений от магистралей или распределительных пунктов к отдельным электроприемникам единственным параметром для расчета их по нагреву является номинальный ток этих электроприемников. Встречающиеся на практике промышленные графики электрических нагрузок чрезвычайно разнообразны, и вопрос определения расчетных нагрузок для групп электроприемников в общем случае представляет собой достаточно сложную задачу [1].

Существует также предложение при определении электрических нагрузок вести расчет по установленной мощности без учета возможности фактической загрузки электрооборудования. Это в разы завышает сечения кабелей, а при дальнейшей унификации выбранных таким образом сечений приводит к реальным коэффициентам загрузки проводников в среднем ниже 20 %. Конечно, при этом снижаются потери в кабелях, но следует осознавать, что решение этой проблемы должно быть оптимизационным, то есть необходимо определить целесообразность завышения сечений по технико-экономическим показателям, чтобы определить цену такого упущенного подхода [2].

Точность определения электрических нагрузок в значительной степени определяет объемы капитальных вложений на сооружение системы электроснабжения (СЭС) строящегося или реконструируемого предприятия.

### **Литература**

1. **Федоров А.А.** Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1999.
2. **Шеховцов В.П.** Расчет и проектирование систем электроснабжения. М.: Форум: Инфра-М, 2010.

*М.С. Казанов, асп.; рук. А.В. Кондратьев, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ И ТОЧКИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

Выбор номинальных параметров энергоблоков распределенной генерации и ресурсов (ЭБ РГиР), а также рациональной точки их подключения в многоуровневых разветвленных системах внутреннего электроснабжения (СВЭС) объектов представляет собой не только задачу выбора оптимальных характеристик установок для обеспечения надежного электроснабжения в заданных режимах (будь то программируемая компенсация пиковых нагрузок или постоянная работа параллельно с энергосистемой). Снижение капитальных и эксплуатационных затрат, повышение рентабельности и технической эффективности внедрения собственных объектов генерации в СВЭС являются важными факторами, отличающими подход к планированию РГиР с точки зрения потребителя. Актуальными критериями являются снижение потерь при передаче и распределении и потерь от невыпуска электроэнергии. С учетом эффектов внедрения ЭБ РГиР в СВЭС и параметров режимов электроснабжения, важными факторами выбора являются уменьшение затрат на реконструкцию и развитие СВЭС, оптимизация показателей эффекта внедрения.

Выбор мощности и точки подключения ЭБ РГиР, применительно к потребителю электроэнергии, сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации, которая в общем виде формулируется следующим образом:

$$\min_{x_i \in X} \{Z_{\text{РГ}}(x_i), Z_{\text{С}}(x_i), \Delta W_i(x_i), \Delta U_i(x_i), I_{\text{авар}}(x_i)\}, \quad (1)$$

где  $x_i$  – вариант решения;  $Z_{\text{РГ}}(x_i)$  – приведенные затраты на реализацию объекта РГиР;  $Z_{\text{С}}(x_i)$  – приведенные затраты на модернизацию СВЭС;  $\Delta W_i(x_i)$  – потери электроэнергии в СВЭС;  $\Delta U_i(x_i)$  – потери напряжения в СВЭС;  $I_{\text{авар}}(x_i)$  – токи аварийных режимов при изменении конфигурации СВЭС с РГиР.

Таким образом, целью является нахождение парето-оптимального решения из выбранных по расчетным нагрузкам и операционным режимам вариантов. При этом необходима реализация динамической модели, учитывающей режимы и графики нагрузки исследуемого объекта, специфику объекта генерации, а также развитие СВЭС и структуры электропотребления.

Для решения задачи планирования применимы как оптимизационные, так и эвристические методы.

М.Н. Киселев, А.Ю. Козырьков, студенты; рук-ли И.Г. Буре, к.т.н., доц.;  
И.М. Хевсуриани, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ГИБРИДНЫХ ФИЛЬТРОВ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ (АКТИВНОЙ ЧАСТИ)

В условиях развития современных технологий и появления большого количества новых устройств, имеющих все более сложные характеристики и принципы работы, вопрос качества электроэнергии в распределительных сетях является очень важным и актуальным.

Одной из проблем качества электроэнергии является наличие высших гармоник в системах электроснабжения и, как следствие, несинусоидальность кривой напряжения [1]. Разделяют два принципиальных подхода к снижению влияния высших гармоник – применение схемных решений и установка специального оборудования для подавления высших гармоник. Одним из видов такого оборудования являются фильтрокомпенсирующие устройства.

Разработаны несколько разновидностей: пассивные фильтры, активные фильтры, гибридные фильтры (совокупность активного и пассивного фильтра)

Эффективность использования гибридных фильтров для подавления высших гармоник существенно зависит от мощности активной части. Это можно сделать двумя путями:

Подбор оптимальных значений индуктивности и емкости  $LC$ -контуров гибридного фильтра.

Установка фильтра, настроенного на частоту 50 Гц на входе усилителя активной части.

Для оценки эффективности работы фильтра и рассмотрения различных вариантов его включения в сеть была создана виртуальная модель при помощи программы LabView посредством теории функции комплексной переменной [2]. Разработанная модель гибридного фильтра позволяет исследовать его работу при разной схемной реализации как пассивной части фильтра (при разном числе  $LC$ -контуров и разном составе высших гармоник, то есть для разных видов нелинейных потребителей), так и активной его части.

### Литература

1. **Жежеленко И.В.** Высшие гармоники в системах электроснабжения предприятий. М.: Энергоатомиздат, 2000.
2. **Высшая** математика. Специальные разделы / В.И. Афанасьев и др.; под ред. А.И. Кириллова. – 2-е изд., стер. М.: Физматлит, 2006.

## **О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

В настоящее время в энергосистемах России частично внедрены принципы «активно-адаптивных систем» (Smart Grid). По одному из распространенных определений (Евросоюз), Smart Grid – электрические сети, удовлетворяющие требованиям энергоэффективного и экономичного функционирования энергосистемы за счет скоординированного управления, а также при помощи двусторонних коммуникаций между элементами электросети, электростанциями, аккумулирующими источниками и потребителями.

Принципы Smart Grid положили начало развитию нового направления организации активно-адаптивных систем освещения (Light Grid).

Наиболее распространенным методом светотехнического проектирования в России является расчет по таблицам. Метод не учитывает реальных характеристик светильников, что приводит к применению нерационального количества световых приборов, перерасходу электроэнергии, увеличению стоимости монтажных работ и материалов, удорожанию эксплуатационных расходов.

Построение активно-адаптивной осветительной системы выводит освещение объектов на новый уровень технических возможностей:

- геопозиционирование GPS/ГЛОНАСС;
- запрограммированный режим в случае отключения от сети;
- минимизация дополнительной электроники, внешние соединения узлов только с источниками электропитания;
- централизованный удаленный контроль и управление;
- автоматическое подключение устройств к общей сети информационного обмена.

Необходимо отметить, что в РФ не существует сетей освещения, полностью отвечающих всем принципам Light Grid, однако при внедрении отдельных указанных технологий получены следующие результаты:

- эффективность энергопотребления возрастает до 2 раз;
- снижается расчётное время обслуживания в 2-3 раза;
- погрешность измерения энергопотребления не более 2 %;
- разработан алгоритм адаптивного изменения характеристик освещенности объектов в зависимости от показаний датчиков.

В качестве дальнейшей работы предполагается на основе накопленных данных выявить наиболее эффективные решения, повышающие эффективность работы осветительных систем в целом.

*А.С. Князев, студ.; рук. А.В. Рагуткин, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ МОСКВЫ**

Москва имеет уникальную энергосистему. На относительно небольшой площади сосредоточено энергопотребление, которое в период максимумов нагрузки превышает выработку ЭЭ собственными электростанциями. Как следствие, наблюдается дефицит энергетических мощностей. В такой ситуации объектам энергетики следует уделять особое внимание, так как перерывы в электроснабжении могут привести к тяжелым последствиям. Один из путей повышения надежности ЭС объектов теплоэнергетики – это четкое следование требованиям нормативной базы.

В частности, действующий Федеральный закон «Об электроэнергетике» рассматривает не только вопросы обеспечения надежности энергосистемы, но и ответственность за внешнее снабжение потребителей электроэнергии [1]. Получается, что при полном исполнении всех мер, предписанных законом, должна быть обеспечена требуемая надежность электроснабжения в соответствии с категориями надежности, изложенными в ПУЭ [2].

Также существует специальный технический регламент «О безопасности при нарушении электроснабжения» [3]. В нем говорится, что, при прекращении внешнего снабжения от электрической сети, системы теплоснабжения должны продолжать функционирование или безопасное прекращение технологического процесса.

Согласно ПУЭ, РТС должны быть обеспечены по I категории надежности. На деле в Москве встречаются РТС со снабжением и по III категории надежности [4]. То есть при нарушении электроснабжения останова станции не только подвергнет большому риску тепловую сеть района, но и не обеспечит теплоснабжение районных больниц, школ и жилых домов.

Необходимо выделить электроприемники, требующие электроснабжения по I категории надежности, а также разработать ряд типовых мероприятий, направленных на повышение надежности электроснабжения электроприемников среднего и низкого напряжения.

### **Литература**

1. **Федеральный** закон от 26.03.2003 №35-ФЗ «Об электроэнергетике».
2. **Правила** устройства электроустановок. 7-е изд.
3. **Специальный** технический регламент «О безопасности при нарушении электроснабжения».
4. **Гавриленко Ю.Д.** Безопасность и надежность электроснабжения промышленных объектов и социального комплекса Москвы // Энергосбережение. 2007. № 1.

*Н.М. Крюков, студ.; рук. И.М. Хевсуриани, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Кризисные явления в мировой экономике, развивающиеся в последние годы, привели к обострению негативных тенденций в развитии промышленности, для преодоления которых требуется решение крупных задач, связанных в первую очередь с эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Около 40 % ТЭР расходуется без отдачи.

Среди первоочередных мер важное место занимают разработка и внедрения комплекса документов на межведомственном уровне. К основным организационно-методическим материалам, которые необходимы для первоочередного внедрения на предприятиях, можно отнести программу энергосбережения [1, 2].

Цель программы: реализация организационных, правовых, экономических, научно-технических и технологических условий, обеспечивающих рост энергоэффективности предприятия «НПЦ газотурбостроения «Салют» за счет реализации потенциала энергосбережения.

Мероприятия по снижению потребления электрической энергии:

1) пересмотр договорных значений потерь электроэнергии от границ балансовой принадлежности до места установки приборов учета электроэнергии;

2) модернизация трансформаторного оборудования;

3) замена морально устаревших приводов вентиляционных установок на современные энергоэффективные асинхронные электропривода;

4) снижение расхода электроэнергии за счет замены ламп накаливания на люминесцентные в цехах и на площадке соцкультбыта;

5) снижение потребления электроэнергии за счет отключения энергоемкого оборудования согласно спискам каждого цеха;

6) модернизация приточных отопительных систем с целью снижения потерь электроэнергии и тепла с установкой более экономичных двигателей.

Срок и этапы реализации программы – 5 лет. Важнейшим целевым показателем является сокращение расхода ТЭР на 15 %.

Проведенный энергоаудит позволил выявить основные направления энергосбережения и выполнить оценку возможного финансового эффекта от реализации мероприятий.

### **Литература**

1. **Федеральный** закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г.

2. **Приказ** Министерства промышленности и энергетики РФ № 141 от 04.07.06 г.

## ВЛИЯНИЕ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НА ОПН ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫХ ТУРБИН

Энергия ветра – это преобразованная энергия солнечного излучения. Соответственно, сколь долго будет существовать Солнце, будут существовать и ветра.

В работе рассмотрены следующие вопросы:

- процессы, протекающие в электрической части ветрогенераторной установки при импульсе ударного тока со стороны сети;
- обоснование необходимости защитных мероприятий для установки и их выбор;
- проверка функционирования предложенного варианта защиты установки;
- проверка корректности совместной работы действующей системы защиты от внешних коротких замыканий со стороны сети и предложенного варианта защиты установки.

В работе взят за основу классический тип ветрогенераторной установки (рис. 1, [1]).

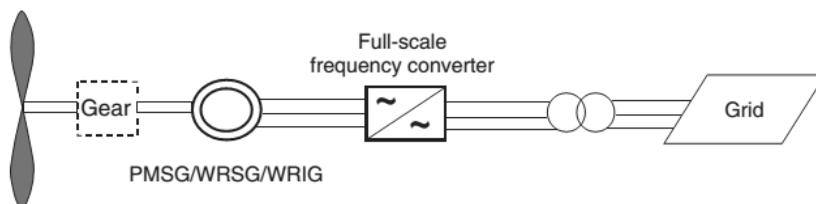


Рис. 1. Типичная конфигурация ветровой турбины:

WRIG – асинхронный генератор с фазным ротором; PMSG – постоянный магнитсинхронный генератор; WRSG – синхронный генератор с фазным ротором; пунктирная линия вокруг редуктора (Gear) указывает, что его наличие в схеме опционально [1]

На схеме показана турбина с полной регулировкой скорости вращения, подключенная к сети через частотный преобразователь.

Предложенный в работе вариант защиты ветрогенераторной установки от грозовых перенапряжений основан на применении металлооксидных варисторов во внутренней электрической части перед защитными мероприятиями от аварийных режимов со стороны сети.

### Литература

1. Ackermann T. Wind Power in Power Systems. England: John Wiley & Sons, 2005.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ФЛИКЕРА

При моделировании процессов в системах электроснабжения часто возникает задача вычисления показателей качества электроэнергии. Из них наиболее трудным для вычисления является доза фликера.

С начала 2013 года введен в действие новый ГОСТ [1], который более подробно описывает требования к реальным приборам. В моделях вычисления проводятся в строгом соответствии с ним. После изменения стандарта проводилась повторная проверка соответствия модельных вычислений его требованиям.

Наибольший интерес вызывает выходной блок схемы фликерметра, вычисляющий непосредственно кратковременную дозу фликера. Но в связи с изменением форматов данных в моделях и необходимости проведения множества расчетов этот метод является крайне неудобным. К тому же в стандарте указано, что статистический анализ проводится в реальном времени.

Для решения этой проблемы в настоящее время проводится разработка соответствующего блока модели. В первую очередь для получения результата необходимо вычислить перцентили – уровни фликера, значения которых были превышены в течение определенного времени (%) работы измерителя. Они определяются в реальном времени с учетом всех предыдущих данных.

Простыми математическими и логическими операциями не представляется возможным получить эти значения. Поэтому изначально задаются уровни фликера, с которыми на каждом шаге расчета производится сравнение исходного графика. Количество этих уровней принимается весьма большим (порядка 1000) и зависит от максимального диапазона значений. Для каждого уровня определяется процент времени, в течение которого значение фликера его превышает. На этом этапе проводится очень большое количество вычислений, поэтому периодичность расчета фликера принимается меньше основного шага дискретизации модели. По полученным данным выбирается первый из уровней, отвечающий требованиям для искомой перцентили. Из этих величин и формируется конечный результат.

На данный момент ведется отладка модели, определение ее точности и выбор наиболее подходящей дискретности задания исходных уровней.

### Литература

1. ГОСТ Р 51317.4.15-2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования. М: Стандартинформ, 2012.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

В настоящей работе рассматриваются особенности выбора взрывозащищенных источников света при проектировании вновь создаваемых объектов.

Актуальность данной темы вызвана тем, что в большинстве подобных работ описываются преимущества лишь светодиодных ИС и не затрагиваются вопросы выбора взрывозащищенных светильников.

Особенностями взрывозащищенных ИС является высокая стоимость их взрывонепроницаемой оболочки и повышенная стоимость замены ламп, связанная с трудоемкостью разборки и сборки оболочки.

В работе проводится расчет капитальных затрат и затрат на эксплуатацию осветительной установки (стоимость ЭЭ и обслуживания за расчетный срок 5 лет) приведенных к условному ИС со световым потоком 1000 лм (далее – условные затраты). В расчет включены светильники со светодиодными, индукционными и люминесцентными лампами и типом взрывозащиты «взрывобезопасное оборудование».

Для всех типов светильников характерно снижение приведенных затрат с увеличением единичной мощности светильника, связанное как с особенностями производственного процесса, так и с высокой стоимостью взрывозащищенной оболочки, что позволяет рекомендовать ИС максимальной допустимой мощности по условиям неравномерности освещения.

При сравнении светильников с близкими световыми потоками и одинаковой областью применения (цеховые помещения) выявлено, что наиболее экономичными ИС являются светильники с люминесцентными лампами, приведенные расходы которых составили 2000 руб. на 1000 лм за 5 лет, для индукционных и светодиодных светильников данная величина составила соответственно 2400 и 3100 руб. Кроме того, индукционные светильники характеризуются низким падением светового потока (15 % после 60 000 ч работы) и длительным ресурсом работы лампы до 100 000 ч, что позволяет отказаться от дорогостоящей операции замены ламп.

Светодиодные и индукционные светильники имеют много преимуществ перед другими типами ИС, такие как отсутствие мерцания, широкий диапазон температур и длительный срок службы, но для их конкурентоспособности в широкой области применения требуется значительное снижение цены.

Несмотря на то что исследование проводилось на конкретных типах светильников, общие выводы справедливы для многих ИС других типов.

*Р.О. Примасюк, соиск.; А.В. Татуев, студ.;  
рук. А.В. Рагуткин, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СООТВЕТСТВИИ С НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗОЙ**

Центр обработки данных (ЦОД) представляет собой технологическое помещение, содержащее в себе различное «активное» комплектующее оборудование. Самой важной частью работоспособности ЦОД, от которой зависит функционирование всей информационной системы в целом, является обеспечение функционирования технологического оборудования: системы электроснабжения, вентиляции и кондиционирования. Основным показателем работы ЦОД является их отказоустойчивость, а также энергоэффективность, не менее важны стоимость эксплуатации и регулирования температурного режима [1].

На данный момент при проектировании ЦОД, инженеры опираются на зарубежные методики и нормативные документы: ТИА/ЕИА-942, СН 512–78 и СТБ П 2227–2011. Наибольшее предпочтение из них получил ТИА/ЕИА-942:

**Tier 1 (n)** – отказы оборудования или проведение ремонтных работ приводят к остановке работы всего дата-центра;

**Tier 2 (N + 1)** – имеется небольшой уровень резервирования;

**Tier 3 (2N)** – имеется возможность проведения ремонтных работ (включая замену компонентов системы, добавление и удаление вышедшего из строя оборудования) без остановки работы дата-центра;

**Tier 4 (2(N + 1))** – имеется возможность проведения любых работ без остановки работы дата-центра.

Для описания схематических конфигураций ИБП в их названиях часто используется как показатель расчета буква «N». Иными словами, это мощность, необходимая для питания защищенного оборудования [2, 3].

### **Литература**

1. **Воробьёв А.Ю.** Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем. М.: Эко-Трендз, 2002.
2. **Рагуткин А.В.** Разработка методики проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении в электроустановках до 1 кВ при электроснабжении от источников бесперебойного питания статического типа: дис. ... канд. техн. наук. М.: МЭИ, 2009.
3. **Саженикова Н.В.** Разработка методики проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении в электроустановках до 1 кВ на этапе проектирования систем электроснабжения: дис. ... канд. техн. наук. М.: МЭИ, 2006.

А.Н. Ридзель, асп.; рук. И.М. Хевсуриани, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

До сих пор кислотным аккумуляторным батареям и дизель-генераторам (устройствам, гарантирующим постоянную подачу электроэнергии при сбоях и отказах питания) никаких альтернатив в области источников бесперебойного питания (ИБП) не было. Но постепенно в этот сегмент проникает технология топливных элементов (ТЭ) [1]. Против использования дизель-генераторов говорят, в первую очередь, выбросы отработанных газов и шумов, причем в будущем нормативы могут стать еще более жесткими. Показатели ДГУ/ТЭ по выбросу в атмосферу приведены в табл. 1.

Таблица 1

Воздействие электроустановок на окружающую среду

	Выброс SO <sub>2</sub> , г/(кВт·ч)	Выброс NO <sub>x</sub> , г/(кВт·ч)	Выброс C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> , г/(кВт·ч)	Выброс CO <sub>2</sub> , г/(кВт·ч)
ДГУ	2–4	1–8	2–4	1–5
ТЭ	0,0001–0,01	0,03–0,1	0,01–0,1	0,1

К тому же удельный расход топлива (в пересчете на удельное топливо) у ТЭ в 2–3 раза меньше чем у ДГУ. ТЭ в отличие от дизель-генераторов не обладают подвижными частями. Благодаря этому они работают практически бесшумно, без вибрации. Водородные баллоны систем ТЭ вырабатывают в пять раз больше энергии, чем ДГУ, которая занимала бы то же пространство [2]. Единственными «отходами» ТЭ являются вода и тепло. Представленные выше показатели говорят о конкурентоспособности ТЭ. По прогнозам специалистов, они выйдут на массовый рынок в ближайшие годы. Для введения ТЭ в повседневную жизнь необходимо удешевление компонентов, в частности применение наноматериалов и нанотехнологии.

### Литература

1. Ридзель А.Н., Хевсуриани И.М. Топливные элементы для электроснабжения // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2012. № 4.
2. Perry M.L., Kotso S.A. Back-Up Power Solution with no Batteries. INTELEC 2004.

## АКТИВНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ В СИСТЕМЕ SMART GRID

В настоящее время одной из ключевых тенденций в развитии электроэнергетики в мире является переход к инновационному преобразованию отрасли на основе новой концепции, получившей название Smart Grid. Одним из базовых подходов концепции Smart Grid является клиентоориентированность [1]. В рамках концепции потребитель приобретает свойство «активного» участника рынка электроэнергии и самостоятельно формирует требования к объему получаемой электроэнергии, качеству и характеру ее потребительских свойств и энергетических услуг.

«Активный» потребитель – участник электроэнергетического рынка, обладающий технологической возможностью по маневрированию своим энергопотреблением и готовностью к участию в программах по управлению спросом [2].

Энергосистема на базе концепции Smart Grid предоставит большие возможности по выходу на рынок как потребителям, так и производителям за счет увеличения пропускной способности магистральных сетей, проведения инициатив по коллективному управлению потреблением, расположению распределенных источников энергии в распределительных сетях ближе к потребителям. При этом изменение статуса потребителя как участника рыночных отношений, обусловленное возможностью создания им собственных источников электроснабжения, направлено на развитие в электроэнергетике конкурентной среды, стимулирование предприятий отрасли к изменению подходов и бизнес-моделей, длительное время применяемых ими, но недостаточно эффективных в современных условиях [3].

Реализация концепции «активного» потребителя предьявляет ряд технологических, экономических и организационных требований к развитию энергосистемы.

### Литература

1. **Smart Power Grids – Talking about a Revolution** // IEEE Emerging Technology Portal. 2009.
2. **Дорофеев В.В.** Развитие электроэнергетической системы России с использованием принципов активно-адаптивной сети // Материалы Международного форума «Энергетика будущего». 16 ноября 2010 г., Москва.
3. **Кобец Б.Б., Волкова И.О.** Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID. М.: ИАЦ Энергия, 2010.

*М.В. Скородумова, асп.; рук. Т.В. Анчарова, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СИЛОВОЙ И ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ**

Осветительные сети являются фрагментом системы электроснабжения любого объекта. Специфика осветительных установок предъявляет определенные требования к их электроснабжению.

Осветительные сети имеют принципиальные отличия от силовых сетей. Это сети с более низким напряжением – 380 и 220 В, протяженные, разветвленные, а главное, имеющие на всем протяжении от источника питания до источника света различное число проводов. В связи с этим методика выбора сечений осветительных сетей принципиально отличается от расчета силовых сетей. Кроме того, в отличие от силовых сетей осветительные сети жестко регламентированы по числу присоединений светильников на одну фазу, а следовательно, и по мощности каждого присоединения в соответствии с ПУЭ [1].

Как правило, для силовой сети наибольшим получается сечение, выбранное по расчетному току нагрузки, а вблизи трансформаторной подстанции – по термической стойкости к токам короткого замыкания. Вследствие особенности осветительных сетей наибольшим, как правило, является сечение, выбранное по потере напряжения. Поэтому целесообразно выбор сечения начинать именно с этого показателя. Более того, сечение, выбранное по методике, используемой при проектировании осветительной сети, – на минимум проводникового материала – часто отличается от сечения, рассчитываемого по потере напряжения для силовой сети. Особенно это различие проявляется при большой протяженности групповых сетей освещения [2]. В проектной практике часто не делается различий при проектировании силовых и осветительных сетей. При небольших длинах групповых осветительных сетей это не имеет значения, поскольку наибольшими получаются сечения, выбранные по току нагрузки. Однако при увеличении длин групповых сетей начинает проявляться разница в результатах выбора сечений, причем ошибка может достигать более 10 %, что создает повышенные потери напряжения, особенно на удаленных участках сети, или вызывает перерасход цветного металла (медь), используемого для выполнения осветительных сетей.

### **Литература**

1. **Правила устройства** электроустановок. – 7-е изд. СПб.: ДЕАН, 2010.
2. **Анчарова Т.В.** Осветительные сети систем электроснабжения: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

## БОРЬБА С КОММЕРЧЕСКИМИ ПОТЕРЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Фактические потери электроэнергии (ЭЭ) в электрических сетях можно условно разделить на две составляющие: технологические и коммерческие. Технологические потери ЭЭ обусловлены затратами на её транспорт по электрическим сетям и ее учет. К коммерческим относятся потери, обусловленные хищениями ЭЭ и ее недоучётом.

Одной из наиболее весомых составляющих коммерческих потерь являются хищения электрической энергии. Основными способами хищения ЭЭ являются: подключение нагрузки к безучетным питающим электросетям и занижение показаний электрических счетчиков [1].

В работе предложена методика контроля расхода ЭЭ, которая может позволить определить несанкционированный отбор ЭЭ. Суть методики заключается в измерении с помощью токовых клещей значений потоков мощности в трёх точках (№ 1, 2 и 3 на рис. 1) магистральной линии, к которой подключен потребитель. А именно: в точке магистральной линии непосредственно перед отходящим фидером, в точке между счетчиком электрической энергии и местом присоединения фидера к питающей линии и точке, расположенной после подключения фидера [2].

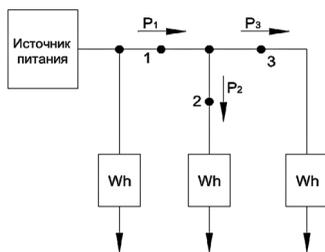


Рис. 1. Принципиальная схема

При отсутствии нарушений в поставке ЭЭ для каждого отдельного узла нагрузки должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{i=1}^n P_i = 0 \quad (1)$$

Если имеет место хищение электроэнергии в виде подключения нагрузки в обход счетчика, то данное условие невыполнимо.

Предложенный способ вычисления точек несанкционированного отбора электрической энергии может быть удобен для инспекторов и контролеров энергосбытовых организаций ввиду его относительной простоты, надёжности и удобства использования.

### Литература

1. Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии / В.В. Красник (серия «Рынок электроэнергии»). М.: НЦ ЭНАС, 2010.
2. Добровольская Л.А., Черевко Е.А. К вопросу автоматизированного контроля потерь электроэнергии в распределительных сетях 0,4 кВ // Вестник Приазовского государственного технического университета. 2009. № 19.

## Секция 32

### **ЭНЕРГЕТИКА ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ**

*Председатель секции — первый проректор НИУ «МЭИ»,  
к.т.н., профессор Т.А. Степанова  
Секретарь секции — ассистент С.Н. Гимаева*

*И.Р. Абдулгужина, студ.; С.В. Матвеев, асп.; рук. С.В. Картавцев,  
д.т.н., проф. (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ СТАЛИ В ЗОНЕ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В настоящее время в мире 98 % всей стали (порядка 1,4 млрд т) разливается в машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). В пределах МНЛЗ отводится около 850 МДж тепловой энергии с каждой тонны разливаемой стали. При этом 70 % отводится в зоне вторичного охлаждения (ЗВО). Отвод тепловой энергии осуществляется технической водой и воздухом на температурном уровне, не превышающем 100 °С, и вся эта энергия рассеивается в окружающей среде.

Для отведения тепловой энергии стали в пределах МНЛЗ затрачивается внешняя энергия. Так, для разливки и формообразования 1 т стали в МНЛЗ из внешних сетей потребляется около 2 кВт·ч электроэнергии. Чаще всего потребляемая электроэнергия поступает от внешних энергоисточников (ТЭС, ГРЭС и т.д.) со значительными потерями в сетях, что повышает ее стоимость.

В данной работе рассматривается возможность полезного использования теплоты стали в ЗВО МНЛЗ для генерации электроэнергии.

В настоящее время генерация осуществляется в основном в ПТУ, ГТУ и ПГУ, параметры рабочего тела которых превышают параметры окружающей среды (1 атм). В связи с этим существующее охлаждение стали технической водой и воздухом является не лучшим вариантом использования теплоты стали для генерации электроэнергии. Возникает необходимость замены водовоздушной смеси на теплоноситель с более широким рабочим интервалом температур. Наибольший интерес вызывают высокотемпературные (жидкометаллические) теплоносители, применяемые в

атомной энергетике для генерации насыщенного и перегретого пара. Наличие стандартного оборудования (парогенераторов, насосов, трубопроводов) открывает возможность использования теплоты стали в ЗВО МНЛЗ, путем замены теплоносителя, для генерации электроэнергии. С учетом КПД паротурбинного цикла 40 % можно сгенерировать около 65 кВт·ч электроэнергии с каждой тонны разливаемой стали в МНЛЗ, что может позволить осуществить полное обеспечение МНЛЗ собственной электроэнергией.

*Х.Н. Аловадинова, студ.; рук. С.В. Картавец, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ЖИДКОЙ СТАЛИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МНЛЗ**

В мире 96 % стали разливается в машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) [1]. Анализ тепловой работы МНЛЗ показал, что тепловыделение в кристаллизаторе составляет около 16 % общего потока отводимой теплоты. Вся теплота жидкой стали преобразуется в низкопотенциальную теплоту охлаждающей воды и сбрасывается. Для использования этой теплоты необходимо нагревать охлаждающий теплоноситель до более высокой температуры. Предлагается замена охлаждающей воды на иной теплоноситель, с более широким температурным диапазоном применения. Отбраны теплоносители с температурой кипения не ниже 420 °С (температура рекристаллизации медно-серебряной стенки кристаллизатора) [2].

Наиболее подходящими являются жидкометаллические теплоносители (ЖМТ) Na-K, Li, Na, Pb-Bi. Так, для Na-K в атомной промышленности существуют парогенераторы (ПГ), входящие в состав ядерных энергетических установок (табл. 1) [3].

Таблица 1

**Типовые парогенераторы, работающие на ЖМТ**

Параметры	БН-600	СВБР-10	ПГН-200М
Паропроизводительность, кг/с	181,5	56	660
Давление пара, МПа	14	4,2	14
Температура теплоносителя на входе, °С	550	480	520
Температура теплоносителя на выходе, °С	380	320	320

Таким образом, использование теплоты жидкой стали в кристаллизаторе МНЛЗ позволит генерировать до 14 кВт·ч электроэнергии на тонну разливаемой стали, что позволит покрыть собственные нужды МНЛЗ.

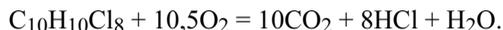
### **Литература**

1. **Смирнов Н.А.** О перспективных направлениях технологического развития металлургии // *Электрометаллургия*. 2011. № 12.
2. **Аловадинова Х.Н., Матвеев С.В., Нешпоренко Е.Г., Картавец С.В.** Влияние замены теплоносителя на тепловой режим стенки кристаллизатора МНЛЗ // *Радиоэлектр., электротехн. и энерг.: XX Междунар. науч.-техн. конф. студ. и асп.: Тез. докл.: В 4 т. М.: Издательский дом МЭИ, 2014. Т. 3.*
3. **Клименко А.В., Зорин В.М.** Тепловые и атомные электростанции: Справочник. Кн. 3. – 4-е изд., стер. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

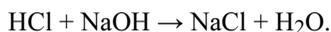
## ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПРИШЕДШИХ В НЕГОДНОСТЬ ЖИДКИХ ПЕСТИЦИДОВ

Пестициды – токсичные химические вещества, применяемые в основном в сельском хозяйстве для защиты продовольствия, а также древесины и других природных продуктов. Из-за широкого применения пестицидов многие страны так или иначе сталкиваются с проблемой их утилизации. Существуют различные способы утилизации пестицидов, среди которых можно выделить термические, химические и биологические. Для обезвреживания имеющихся отходов было предложено их сжигание в циклонной печи, так как специфические аэродинамические особенности данного метода обеспечивают высокую интенсивность процесса с малыми тепловыми потерями.

Обезвреживанию подлежат несколько видов пестицидов, находящихся на территории Российской Федерации. Для проведения расчетов выбрано одно из наиболее токсичных хлорсодержащих веществ –  $C_{10}H_{10}Cl_8$  (токсафен). Изучена химическая структура и свойства отхода, горение которого проходит по следующей реакции:



В связи с тем, что токсафен является хлорсодержащим пестицидом, в процессе его сжигания образуется газообразный хлористый водород, который нейтрализуется в объеме циклонного реактора за счет впрыскивания раствора щелочного реагента NaOH:



Для утилизации выбранного отхода предложена структурная схема, включающая в себя циклонный реактор с агрегатной нагрузкой 1000 кг/ч, газоход, две ступени рекуператора для предварительного подогрева воздуха, использующие теплоту отходящих газов, испарительный скруббер, каплеуловитель, фильтр и аппарат адсорбционной доочистки.

Для выбранной схемы были проведены расчеты материальных и тепловых балансов циклонного реактора. На основании расчетов определено необходимое для нейтрализации образовавшегося HCl количество щелочного реагента NaOH. Рассчитаны элементы тепловой схемы и определены параметры высокотемпературного обезвреживания пестицидов, выбраны эффективные фильтр для улавливания пыли нетоксичных минеральных солей и аппарат адсорбционной доочистки для очистки газов от вредных веществ.

Особенностью выбранной схемы является сокращение выбросов токсичных веществ в окружающую среду до нормативных значений и полезное использование теплоты отходящих газов.

*Н.С. Григорьев, М.Р. Степанушкина, студенты;  
рук. С.К. Попов, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА**

Высокотемпературные теплотехнологические системы промышленно-сти строительных материалов характеризуются значительной энергоемкостью. Например, в производстве цемента и керамического кирпича ежегодно расходуется свыше 40 500 тыс. т условного топлива. Вместе с тем указанные системы обладают существенным потенциалом энергосбережения. Анализ направлений реализации этого потенциала выполнен для действующей крупнотоннажной системы производства керамического строительного кирпича.

Выполнен численный анализ процесса прогрева и охлаждения вагонетки, движущейся в туннельной проходной печи для обжига кирпича [1, 2]. На этой основе выявлено распределение по длине печи плотности теплового потока, отводимого в вентилируемое подвагонеточное пространство. Установлено, что соответствующий тепловой поток, составляющий для печи в целом 814 кВт, соизмерим с другими статьями теплового баланса печи. Учет данного теплового потока приблизил расчетную величину удельного расхода топлива к измеренному значению 75 кг у.т./т.

В туннельной печи осуществляется отбор воздуха из зоны охлаждения с температурой 540 °С. Значительная часть соответствующего теплового потока выбрасывается в атмосферу.

Рассмотрены варианты технологического и энергетического использования теплового потока отбора, включая организацию термодинамических циклов Ренкина и Калины. Полученные результаты расчетного исследования, выполненного в средах MathCAD и Aspen Plus, подтверждают энергетическую эффективность применения органического цикла Ренкина для утилизации теплоты отбора.

### **Литература**

1. **Попов С.К.** Решение задач высокотемпературной теплотехнологии в среде MathCAD / С.К. Попов, В.А. Ипполитов. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. **Попов С.К.** Теплотехнические расчеты туннельных печей / С.К. Попов, П.А. Стогов. М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

*А.С. Дроздова, студ.; рук. В.Н. Кузьмин, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРСТОЙКОГО СТЕКЛА НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ И ШЛАКОВ УГЛЕЙ, СЖИГАЕМЫХ НА ТЭЦ**

В настоящее время весьма острой является проблема использования золы, в огромном количестве образующейся при сжигании углей на тепловых электростанциях. Сейчас золу и шлаки углей либо отвозят в отвалы, либо используют в промышленности, например на цементных заводах, в качестве сырьевого компонента или добавки к цементному клинкеру. Как правило, физическая теплота указанных отходов теряется. В данной работе рассматривается вопрос получения из золы и шлаков жаростойкого стекла с использованием принципов безотходных технологий.

Рассматривается вопрос производства стекла из золы угля Кузнецкого угольного бассейна, так как это месторождение является крупнейшим и наиболее перспективным месторождением угля в России.

Выбор вида стекла обуславливается проведенным в работе анализом схожести составов некоторых промышленных стекол и состава золы. Он показывает, что из 16 видов рассматриваемых стекол наиболее подходит жаростойкое. Его состав минимально отличается от состава золы, это стекло имеет широкую область применения и обладает широким диапазоном полезных свойств.

Содержащийся в золе оксид железа  $Fe_2O_3$  является нежелательным компонентом, поэтому в работе рассматривается вопрос о восстановлении оксида железа в черновой металл, который может быть использован в металлургической промышленности. Для организации удаления оксида предполагается создание восстановительной среды в реакторе для получения стекломассы, в котором предусматривается разделение металла и стекломассы с отдельным выводом из реактора. В качестве основного реактора может быть использован реактор с кипящим слоем расплава [1].

В настоящей работе выбирается методика корректировки состава золы за счет добавок. Расчеты показывают, что для производства 1 кг жаростойкого стекла необходимо 0,89 кг золы и 0,11 кг добавок. В состав добавок входят 47 %  $SiO_2$ , 41 %  $MgO$ , 12 %  $Al_2O_3$ .

Рассмотрен вопрос эффективности использования в тепловой схеме высокоэффективного плавильного реактора, подогревателей добавок и окислителя, а также котельного агрегата с жидким шлакоудалением. Это позволяет решить серьезные экологические проблемы.

### **Литература**

1. Ключников А.Д., Кузьмин В.Н., Попов С.К. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. М.: Энергоатомиздат, 1990.

*М.Н. Запарнюк, А.В. Мурзадеров, студенты;  
рук-ли Е.Г. Нешпоренко, к.т.н.; С.В. Картавец, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ПЕРЕРАБОТКА СИДЕРИТОВЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ГТУ**

В связи с увеличивающимся ростом производства металлов, особенно стали, над металлургическим сектором возникает угроза дефицита железной руды, что может привести к неблагоприятным последствиям.

Целью данной работы является анализ существующих технологий обработки сидеритовой руды и поиск наиболее эффективной схемы получения высококачественного продукта для аглококсодового производства.

В действующем производстве обжиг руды производится в печах шахтного типа с использованием природного газа (ПГ). Сжигание газа ведут с большим избыточным количеством воздуха, что приводит к неэффективному применению теплоты сгорания ПГ. Также для технологических процессов необходима электрическая энергия из внешнего источника.

Возможным решением данной проблемы является газотурбинная установка (ГТУ), работающая на природном газе. Так как температура обжига сидерита составляет порядка 700 °С, то температуры продуктов сгорания после ГТУ вполне хватит для осуществления этого процесса [1]. Применение ГТУ дополнительно позволит вырабатывать электрическую энергию на собственные нужды предприятия.

Поскольку при обжиге сидерита выделяется углекислый газ удельной массой 352 кг/т обжигаемой руды, то есть возможность провести углекислотную конверсию природного газа (УКВ) для использования в ГТУ [1].

УКВ называется процесс образования синтез-газа при смешении, в определенных условиях, ПГ и углекислого газа:  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$  [1].

В ходе реакции образуются продукты сгорания, температура которых, по расчетам, достигает 2400 °С. Теплотворная способность газа  $Q = 46,8 \text{ МДж/м}^3$ , что на 31 % больше, чем у ПГ.

Таким образом, применение углекислотной конверсии позволит дополнительно экономить расход природного газа на 9 %.

### **Литература**

1. Мурзадеров А.В., Запарнюк М.Н., Исянгильдина Л.Х., Картавец С.В. Использование углекислотной конверсии углеводородов в комплексе рудоперерабатывающего предприятия // Энергетики и металлургии настоящему и будущему России. Магнитогорск: МГТУ, 2014.

*Р.В. Захаров, студ.; рук. С.В. Картавцев, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ТЭЦ НА АЭРОШЛАКОВОМ РАСПЛАВЕ – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА**

Чистая угольная технология сжигания угля в аэрошлаковом расплаве (АШР) позволяет решать целый комплекс проблем, возникающих при сжигании угля традиционным способом. Происходит одновременное совмещение таких технологических и трудоемких процессов, как обогащение и шихтование угля, его дробление, очистка газов от пыли и оксидов азота и серы технологическим путем и переработка твердых бытовых отходов в полезную товарную продукцию [1]. Таким образом, ТЭЦ, основанная на аэрошлаковом расплаве, становится теплоэнергетическим центром города.

Для примера был выбран город Магнитогорск. Задающим значением была отопительная нагрузка города. В результате расчетов составлена схема чистой угольной ТЭЦ, для которой были рассчитаны массовые и тепловые потоки. Таким образом, в центре схемы – аэрошлаковый расплав, в котором происходит горение угля (вводится 38,4 кг/с угля), а также туда добавляется 7,6 кг/с СаО для получения основности, равной единице, что приводит к извлечению железа в количестве 0,67 кг/с. Также в схему подается ТБО в количестве 6 кг/с (именно столько ТБО образуется в городе каждую секунду). Выходящий из схемы шлак идет для производства цемента, в этот шлак дополнительно вводится 9,1 кг/с СаО, чтобы в смеси содержание извести достигало 65 % (нужды при производстве цемента). В данной ТЭЦ используются угли, которые ранее не принимались «всерьез», т.е. при традиционной технологии сжигания бурые угли из-за высокой зольности обычно не использовались на ТЭЦ.

Расчет показывает, что использование ТБО в качестве топлива дает положительный эффект: экономия при использовании сортированных ТБО будет составлять 2,5 кг/с угля, а при использовании несортированных ТБО экономия будет составлять 2,2 кг/с угля. Технология АШР способна в полной мере стать примерной технологией XXI века для решения насущных городских задач и при этом минимизировать негативное воздействие городского хозяйства и людей на окружающую среду.

### **Литература**

1. **Андрюшин А.В.** Безотходная ТЭС с газификацией твердого топлива в барботируемом шлаковом расплаве // Труды конференции «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем». М.: МЭИ, 2010.

*А.В. Коляда, студ.; рук. Б.А. Соколов к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

При проектировании новых, а также при модернизации действующих источников теплоснабжения, связанной с заменой физически или морального устаревшего основного энергетического оборудования, перед действующими или потенциальными владельцами котельных, теплоснабжающими организациями, управляющими компаниями непременно возникает вопрос о выборе котлов, причем таких, которые обеспечивали бы безопасное, надежное, экономичное теплоснабжение потребителей при соблюдении необходимых экологических требований.

Работа теплотехнического и теплоэнергетического оборудования характеризуется большим количеством различных показателей эффективности. Это стоимостные, энергетические, технические и теплотехнические, эксплуатационные, экологические и эргономические показатели. Каждая из этих групп показателей должна соответствующим образом учитываться при выборе теплотехнического и теплоэнергетического оборудования.

Путем, который делает эту задачу решаемой, является использование метода Харрингтона. Это метод построения единого обобщенного показателя, наиболее полно характеризующего особенности и эффективность работы выбираемого оборудования. Идея этого метода заключается в том, что все параметры, характеризующие работу рассматриваемого объекта, с помощью специальной шкалы приводятся к безразмерному виду, а далее по определенным правилам объединяются в единый обобщенный показатель.

Для получения безразмерных значений параметров используется специальная функция, которая задается уравнением:

$$P = \exp [-\exp (-x)],$$

где  $P$  – значение частного параметра, приведенного к безразмерному виду;  $x$  – вспомогательный параметр, выполняющий функцию аргумента и используемый для построения функции.

С использованием данного метода проведено сравнение четырех котельных агрегатов разных стран-производителей. Котлы имеют одинаковую мощность – 1 МВт. С учетом вклада частных параметров был посчитан обобщенный показатель каждого котла. Предпочтительным из рассматриваемых вариантов оказался тот, у которого обобщенный показатель наибольший.

*А.В. Коляда, студ.; рук. Б.А. Соколов, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЖАРОТРУБНЫЕ И ЖАРОГАЗОТРУБНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ**

Анализ котельной техники малой и средней мощности от отечественных и зарубежных производителей показывает, что наибольшее распространение в настоящее время находят жаротрубные и жарогазотрубные котельные агрегаты для производства пара и горячей воды. Они используются в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий и сооружений, а также для технологических целей.

Такие котлы отличаются повышенной надежностью работы агрегата, снижением вредных выбросов в атмосферу, полной использованием энергетического потенциала топлива, уменьшением габаритных размеров за счет интенсификации процесса сжигания топлива и теплообмена в топке и поверхностях нагрева, повышенным КПД. При работе на газообразном и жидком топливах КПД зависит в основном от потерь теплоты с уходящими газами  $q_{y,г}$ . При полном сжигании топлива потери теплоты от химической неполноты сгорания  $q_{x,н}$  равны нулю, а потери теплоты через наружные ограждения в окружающую среду  $q_{н,о}$  современных котлов сведены к минимуму. Потери теплоты с уходящими газами зависят от температуры этих газов и коэффициента избытка воздуха, с которым осуществляется сжигание топлива. Подсосы воздуха в дымовой тракт современного котельного агрегата практически отсутствуют [1].

С помощью методики для расчета трехходового водогрейного жаротрубного котла, был выполнен поверочный тепловой расчет котла КВС-1,0 мощностью 1 МВт. Спецификой расчета котла является неизвестность промежуточных температур газов и рабочего тела – теплоносителя, включая температуру уходящих газов, поэтому расчет выполнен методом последовательных приближений. При этом вначале задавалось некоторое значение температуры уходящих из котла газов, а затем оно сравнивалось с результатами расчета. Допустимые отклонения в значениях этой температуры не должны превышать  $\pm 10$  °С.

### **Литература**

1. **Соколов Б.А.** Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности. М.: Издательский центр «Академия», 2011.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКЕ СТАЛИ

Тепловая экономичность и производительность процесса плавки стали в кислородном конвертере в значительной степени зависят от организации его тепловой работы. Основные потери теплоты при кислородно-конвертерной плавке стали приходятся на отходящие газы. Внедрение энергоэффективных мероприятий по утилизации тепловых потерь позволит значительно улучшить энергоэкономические показатели плавки.

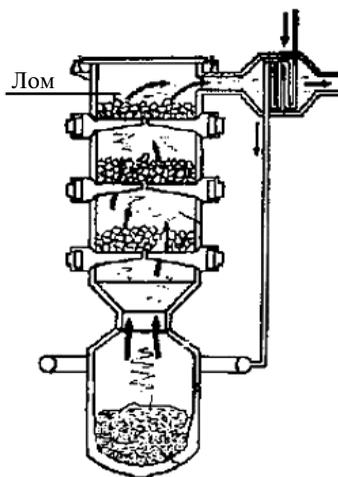


Рис. 1. Конвертер (150 тонн) с подогревателем металлолома

С этой целью авторами рассматриваются две схемы утилизации тепловых потерь сталеплавильной установки.

В первой схеме кислородный конвертер дополнен подогревателем металлолома на отходящих газах, при этом регенерируется физическая теплота газовых отходов и уноса. Подогреватель имеет вид шахтной печи с тремя отсеками, образуемыми подвижными полками (рис. 1). Такая конструкция позволяет улучшить теплообмен кускового лома с газовым потоком, что способствует увеличению средней температуры подогретого металлолома на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Энергоэффективность данной схемы основывается на возможности изменения процентного соотношения чугуна и металлолома в шихте в пользу последнего. Содержание металлолома в садке можно повысить на 4,5 %. Например, при использовании конвертера с садкой 150 т можно увеличить загрузку лома с 41,0 т до 47,5 т и уменьшить количество чугуна на 6 т.

Вторая схема включает в себя конвертер и котел-утилизатор. При этом используется как физическая, так и химическая теплота конвертерных газов. Данное решение позволяет увеличить КИТ установки на 15 %.

## **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ**

Одно из ключевых мест в процессе загрязнения окружающей среды занимают промышленные предприятия. При сжигании отходов образуются газообразные вредные вещества, а также токсичные зола и пыль, которые позже оседают на землю в ближайших районах. Чтобы избежать вредного воздействия отравляющих веществ на биосферу планеты, необходимо очищать отходящие газы, образующиеся при сжигании отходов.

Керамический фильтр позволяет очищать от пыли дымовые газы с температурой 900–1100 °С непосредственно после сжигания, предотвращая образование вторичных диоксинов и фуранов. Использование сорбентов и катализаторов, встраиваемых в поверхность фильтра, позволяет осуществить очистку от хлора, оксидов азота и оксидов серы.

При выполнении поставленной задачи была разработана технологическая схема, состоящая из котельного агрегата и двух керамических фильтров. Отходы сжигаются в топке котельного агрегата. После топочной камеры отходящие газы поступают в корпус керамического фильтра. Для очистки газов от оксидов серы и хлора в канал по ходу газа вводятся сорбенты. Реакции протекают в две стадии – внутри канала до фильтра и в слое сорбента, образовавшегося на поверхности фильтра. В результате реакций сорбента с кислым газом создаются твердые частицы, улавливаемые в фильтре. При изготовлении в материал керамических фильтров встраивается катализатор, а для очистки отходящих газов от оксидов азота в канал по ходу газов вводится аммиак. Керамические фильтры ориентированы на работу с высокотемпературным газом, следовательно, в них отсутствуют первичные диоксины. Очистка газа от твердых частиц предотвращает образование вторичных диоксинов на поверхностях теплообмена. Газы очищаются в двух одинаковых фильтрах, работающих совместно, что позволяет достичь безостановочной работы в периоды очистки фильтров. При выполнении исследований были выполнены необходимые теплотехнические и конструктивные расчеты.

Очистка дымовых газов керамическими фильтрами непосредственно после сжигания позволяет эффективно использовать газовые турбины, увеличить срок службы теплоиспользующих элементов, не использовать другие установки по очистке газов после технологического агрегата, позволяет более полно использовать теплоту уходящих газов, предотвращает образование диоксинов на поверхностях теплообмена.

М.А. Петракович, студ.; С.В. Матвеев, асп.; рук. С.В. Картавец,  
д.т.н., проф. (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ЖИДКОЙ СТАЛИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВКАХ (ГТУ)

В настоящее время мировое производство стали растет и достигло уровня 1,5 млрд т в год. Вся произведенная сталь используется для изготовления конструкционных материалов, которому предшествуют процессы охлаждения и формообразования. Так, выплавленная сталь с температурой 1600 °С охлаждается до температуры окружающей среды, при этом с каждой тонны выделяется около 1400 МДж тепловой энергии. Вся эта энергия в настоящее время отводится в окружающую среду на температурном уровне, не превышающем 100 °С. Таким образом, высокопотенциальная тепловая энергия стали преобразуется в низкопотенциальное тепло охлаждающих теплоносителей (вода, воздух) и выбрасывается, рассеивается в окружающую среду.

Известен способ разливки стали на жидкометаллический теплоноситель (рис. 1), в котором были предприняты попытки использования тепловой энергии стали [1]. При этом направление использования теплоты не было четко обозначено.

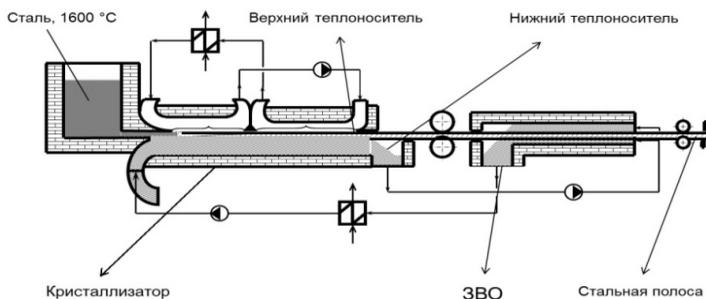


Рис. 1. Способ разливки стали на жидкометаллический теплоноситель

В данной работе предлагается использовать нагретый жидкометаллический теплоноситель от стали в качестве теплоисточника для газотурбинных установок (ГТУ), работающих по замкнутому циклу. С учетом КПД ГТУ 45 % возможно сгенерировать около 175 кВт·ч электроэнергии на теплоте разливаемой стали.

### Литература

1. Картавец С.В. Исследование энергосбережение и технический прогресс черной металлургии. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008.

*М.М. Понаморов, студ.; рук. С.В. Картавцев, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **СБЕРЕЖЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ**

В последнее время природный газ становится более дорогостоящим видом топлива. Если в отношении электроэнергии возможна собственная генерация электроэнергии на предприятии, то самостоятельно генерировать природный газ невозможно. Именно это является определяющим фактором и придает двойную актуальность сбережения в системах, работающих на природном газе.

Высокотемпературные теплотехнические процессы, например нагрев металла в черной металлургии, производство которого на ОАО «ММК» ЛПЦ-10 составляет 5,5 млн т/год, является процессом, требующим  $57,7 \text{ м}^3/\text{т}$  проката, что составляет 317 млн  $\text{м}^3$  природного газа. Одним из эффективных способов решения этой проблемы является химическая регенерация [1] теплоты на базе пароводяной конверсии природного газа. При этом газ смешивается с водяным паром и подвергается конверсии на температурном уровне около  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ . В нагревательной металлургической печи температура отходящих дымовых газов составляет около  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , что позволяет произвести химическую регенерацию.

Энергосберегающая схема для нагревательной печи включает в себя реактор паровой конверсии, собственное производство пара и воздушный рекуператор. Данные по пароводяной конверсии природного газа взяты из [2]. В расчетах схемы определялся эффект пароводяной конверсии природного газа на примере газа Уренгойского месторождения с составом:  $\text{CН}_4 - 98,84 \%$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 - 0,1 \%$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,03 \%$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,02 \%$ .

В результате расчетов установлено, что теплота сгорания продуктов химической регенерации, будет составлять  $44,6 \text{ МДж}/\text{м}^3$ , а теплота сгорания природного газа Уренгойского месторождения составляет  $35,4 \text{ МДж}/\text{м}^3$ . Таким образом, химическая регенерация теоретически позволяет уменьшить расход природного газа на  $25,5 \%$ , а практически будет зависеть от качества топлива, совершенства установки и используемого оборудования.

### **Литература**

1. **Попов С.К., Свистунов И.Н., Гавряшина И.В.** Эффективность применения термохимической регенерации тепловых отходов в промышленных печах // Энергосбережение – теория и практика: Труды VI Междун. школы-сем. М.: Издательский дом МЭИ, 2012.
2. **Картавцев С.В.** Природный газ в восстановительной плавке. СВС и ЭХА. Магнитогорск: МГТУ, 2000.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА**

Теплотехнологические системы (ТТС) производства строительного кирпича характеризуются существенной долей в себестоимости продукции затрат на природный газ, используемый как топливо, а также негативным воздействием на окружающую среду. Вследствие этого для указанных систем являются актуальными исследования в области повышения уровня энергосбережения и экологической эффективности.

Объектом исследования выбрана действующая теплотехнологическая система производства строительного кирпича. Изучены рекомендации по наилучшим доступным технологиям для данной системы, включающей топливопотребляющие объекты – туннельную печь и сушилку, а также электропотребляющие элементы.

Выполнено обследование системы, собрана и систематизирована информация о конструктивных и режимных параметрах системы, о структуре энергетических и материальных потоков в ТТС.

Проведен расчет и установлена структура тепловых балансов топливопотребляющих элементов системы. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что данная система обладает значительным потенциалом энергосбережения.

Выполнено исследование ряда энергосберегающих мероприятий. В их числе:

1) повышение тепловой герметичности ограждения туннельной печи, переход на новые теплоизоляционные материалы. Рекомендовано выполнять ремонт теплоизоляции заплатным методом материалами из базальтового волокна;

2) повышение уровня газоплотности туннельной печи;

3) уменьшение теплового потока, аккумулируемого печной вагонеткой посредством применения для футеровки вагонетки эффективных теплоизоляционных материалов.

В целях уменьшения и предотвращения загрязнений, связанных с производством строительного кирпича, предложено использовать рукавные фильтры в зонах с большим пылеобразованием, а также выполнять периодическую чистку сушилок.

Освоение рассмотренных технических решений позволит получить энергосберегающий и экологический эффект.

*А.А. Рамазанова, студ.; рук. С.К. Попов, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ГАЗИФИКАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ИЗ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Решение проблемы твердых бытовых отходов (ТБО) в последнее время стало важной проблемой муниципальных образований. В технологически развитых странах давно существует отдельный сбор мусора, из которого впоследствии получают альтернативное твердое топливо RDF (refuse derived fuel) в виде брикетов или гранул, приемлемых для сжигания. Сепарация – один из основных этапов производства RDF. С помощью оптических сканеров, распознающих материал до 1 000 000 считываний в секунду, извлекаются металлы, хлорсодержащие и другие опасные неперерабатываемые вещества, присутствующие в ТБО.

Использование RDF в виде топлива позволяет снизить выбросы вредных газов в атмосферу, уменьшить зависимость экономики от топлива. Экологический фактор играет ключевую роль в производстве альтернативного топлива и является базовым критерием производства RDF.

Выполнен аналитический обзор технологии производства RDF, направлений использования данного альтернативного топлива, при этом особое внимание уделено способам и устройствам газификации RDF.

Изучены результаты расчетно-теоретических и экспериментальных исследований процессов и установок газификации твердого топлива, полученные в СПбГПУ.

В среде Mathcad выполнена программная реализация математической модели установки газификации твердого топлива. Проведена верификация модели, оценена степень ее адекватности.

Проведены расчетные исследования процесса газификации RDF при использовании различных окислителей, получены и проанализированы данные по материальному и энергетическому балансу установки газификации альтернативного топлива из ТБО. Изучено влияние различных режимных параметров на показатели энергоэффективности процесса газификации RDF.

В настоящее время в России планируется строительство завода по переработке ТБО в альтернативное топливо. Результаты исследования могут быть использованы для обоснованного выбора конструктивных и режимных параметров установки газификации RDF в привязке к проектным данным завода.

*И.Н. Свистунов, асп.; рук. С.К. Попов, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ В СРЕДЕ ASPEN PLUS**

Высокотемпературные теплотехнологии обладают существенным потенциалом энергосбережения. Одним из эффективных направлений энергосбережения является термохимическая регенерация (ТХР) тепловых отходов, базирующаяся на эндотермическом процессе конверсии природного газа. При этом природный газ перерабатывается во вторичное топливо – синтез-газ, который используется для отопления печи.

Цель работы – оценка эффективности применения ТХР различных видов тепловых отходов высокотемпературных установок, а также разработка энергосберегающих моделей в программном комплексе Aspen Plus.

Программный комплекс Aspen Plus позволяет производить синтез теплотехнологических систем, осуществлять расчет различных типов химических реакторов, смесителей и делителей потоков. Использование стиля визуального программирования делает эту оболочку доступной для пользователя, незнакомого с основами программирования [1].

В данном комплексе созданы модели стекловаренной установки с ТХР на основе паровой и пароуглекислотной конверсии природного газа, проведены исследования процесса сажеобразования в реакторе конверсии. Ведутся работы по реализации в среде Aspen Plus модели реактора конверсии с расчетом кинетики химических реакций.

Разработаны модели стекловаренной ТТУ в средах Mathcad и Aspen Plus. Сопоставительное исследование этих моделей показывает незначительное различие в температурных характеристиках тепловой схемы на уровне не более 0,7 %. Вместе с тем по сравнению с Mathcad процедура решения ряда теплотехнических задач в среде Aspen Plus реализуется более устойчиво и избавляет от необходимости подбора начальных приближений.

Результаты исследований могут быть использованы при модернизации действующих и разработке новых энергосберегающих промышленных объектов энергетики теплотехнологии, в том числе с использованием комплексной утилизации тепловых отходов на основе конверсии природного газа.

### **Литература**

1. **Попов С.К., Свистунов И.Н., Ипполитов В.А.** Разработка энергосберегающих тепловых схем промышленных печей и совершенствование методов их исследования // Энергосбережение – теория и практика: Труды VII Международной школы-семинара молодых ученых и специалистов (2014 г., Москва). М.: Издательский дом МЭИ, 2014.

А.А. Сергеева, И.С. Гордеева, студенты; рук. С.В. Картавец, проф.,  
д.т.н., доц. (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

## ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ИЗ УСТК

Черная металлургия – одна из базовых отраслей тяжелой промышленности России. Одним из главных продуктов черной металлургии является чугун, широко используемый в доменном производстве.

Известно, что на 1 т чугуна расходуется около 0,44 т кокса [1]. Кокс выдается из печей с температурой 950–1100 °С [2]. Теплотехнология высококачественного производства кокса осуществляется в УСТК.

В [3] было предложено разделение УСТК на высокотемпературную и низкотемпературную зоны. В высокотемпературной зоне осуществляется восстановление окатышей и обжиг известняка.

Был составлен тепловой баланс, в результате которого выявлено, что в термодинамически идеальных условиях при максимальной температуре загружаемого кокса 1200 °С выделяется значительное количество оксида углерода (СО).

$t, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{CaCO}_3}, \text{кг}$	$\text{CO}, \text{м}^3$	$V_{\text{CO}_2}, \text{м}^3$	$C, \text{кг}$
1200	197,848	110,795	44,415	46,14
1100	141,32	79,139	31,725	32,96
950	56,528	31,656	12,69	13,18

СО представляет собой большую опасность для человека и окружающей среды, следовательно, его необходимо отводить либо эффективно использовать. Одним из решений эффективного использования СО является направление СО в газопроводы доменного, коксового или конвертерного газов.

Направление СО в газопровод доменного газа позволит повысить его температуру горения и теплоту сгорания, достичь экономии топлива в газопроводах конвертерного и коксового газов.

### Литература

1. **World steel association.** URL: <http://worldsteel.org>
2. **Вегман Е. Ф.** Краткий справочник доменщика. М.: Металлургия, 1981.
3. **Гордеева И.С., Демин Ю.К., Нешпоренко Е.Г., Картавец С.В.** Исследование эффективности использования вторичного тепла в установке сухого тушения (УСТК) // 20-я Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (27–28 февраля 2014 г., Москва): Тез. докл.: В 4 т. М.: Издательский дом МЭИ, 2014. Т. 3.

## **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ**

Деятельность медицинских учреждений направлена на защиту и восстановление здоровья и на спасение человеческих жизней. В процессе их деятельности образуются отходы и побочные продукты. Медицинские отходы значительно отличаются от остальных отходов, требуют особого внимания и подлежат обязательной переработке. В них кроется опасность для человека, обусловленная прежде всего постоянным наличием в их составе возбудителей различных инфекционных заболеваний, токсичных, а нередко и радиоактивных веществ.

Одним из самых эффективных методов обезвреживания твердых, пастообразных и жидких промышленных и медицинских отходов, обеспечивающим высокую химическую и биологическую безопасность, является высокотемпературный (огневой) метод.

Выполнены технические предложения по замене оборудования предприятия по сжиганию медицинских отходов – мусоросжигательного завода РОНЦ им. Блохина. Работа предприятия была остановлена по причине увеличения нормируемых выбросов в атмосферу – запыленности – из-за изношенности и недостатков конструкции газоочистного оборудования и несовершенства основного технологического процесса сжигания. Предложения сохраняют агрегатную нагрузку по сжигаемым отходам 1000 кг/ч.

В качестве реактора для сжигания медицинских отходов была выбрана вращающаяся барабанная печь с установленной в ней форсункой для подачи раствора карбамида с целью уменьшения эмиссии оксидов азота. В газоходе, на выходе из печи, установлена форсунка для подачи раствора щелочи с целью нейтрализации фтористого водорода и сернистого ангидрида. Нейтрализация происходит в камере дожигания продуктов химического недожога. Далее дымовые газы попадают в рекуператор, в котором подогревается воздух, поступающий в реактор для горения топлива. Частично охлажденные дымовые газы направляются в скруббер, где охлаждаются за счет испарения воды, подаваемой к форсункам скруббера, затем проходят через рукавный фильтр. После рукавного фильтра газы направляются в аппарат адсорбционной доочистки, далее с помощью дымососа в дымовую трубу и выбрасываются в атмосферу.

Выбранный технологический процесс сжигания, а также предложенная система газоочистки позволяют снизить концентрацию вредных выбросов и обеспечивают возможность восстановления работы МСЗ РОНЦ им. Блохина.

М.Г. Сулейманов, асп.; М.С. Щербачков, студ.;  
рук. В.В. Бухмиров, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В САДОЧНОЙ ПЕЧИ

Камерные печи распространены в машиностроении и металлургии для нагрева насыпных садок. Учет влияния протекания продуктов сгорания через садку позволит снизить время пребывания металла в печи и, следовательно, энергопотребление. Для достижения этой цели разработана математическая модель термической садочной печи, которая позволит предложить новые энергосберегающие режимы работы оборудования.

Математическая модель построена на основе упрощенного зонального метода расчета сложного теплообмена [1]. Метод предполагает разбивку исследуемой системы на объемные и поверхностные зоны, что позволяет более полно учесть неизотермичность внутреннего пространства печи. В данном случае используются зоны III рода, для которых заданной является функциональная зависимость температуры и результирующего теплового потока зоны. Система зональных уравнений имеет следующий вид:

$$\sum_{k=0}^4 A_{ki} T_k^4 + \sum_{k=0}^4 g_{ki} T_k + g_i = 0. \quad (1)$$

Расчет температурного поля садки и футеровки выполнен путем решения трехмерной нестационарной задачи теплопроводности для садки в виде прямоугольного параллелепипеда и одномерных задач теплопроводности в плоской стенке для отдельных элементов футеровки:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\lambda_{\text{эф}} \nabla T). \quad (2)$$

Учет протекания продуктов сгорания через садку выполнен по методике, изложенной в статье [2].

*Вывод.* Математическая модель садочной печи разработана на основе упрощенного зонального метода и реализована в виде программы на языке программирования Delphi. Модель позволяет находить энергосберегающие режимы при заданных параметрах качества нагрева металла.

### Литература

1. Бухмиров В.В., Крупеников С.А. Упрощенный зональный метод расчета радиационного теплообмена в поглощающей и излучающей среде // Изв. вуз. Черная металлургия. 1999. № 1.
2. Бухмиров В.В., Колибаба О.Б., Сулейманов М.Г. Разработка методики определения эффективных теплофизических свойств пористых материалов // Сборник научных трудов «Проблемы теплоэнергетики». Саратов, 2012. № 2.

И.А. Хайруллин, студ.; С.В. Матвеев, асп.;  
рук. С.В. Картавцев, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

## ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ЛИСТА

В настоящее время существует высокая теплотехнология – горячий прокат, в результате производства получается горячекатаный лист.

Лист, выходящий после теплотехнологии, относится к классу высоко-температурных (больше 500 °С). Так, лист выходит после последней клети с температурой равной 1000 °С и охлаждается до температуры смотки листа в рулон, равной 500 °С.

При этом все это количество тепловой энергии, потребляемое металлом в технологическом процессе производства проката, рассеивается в окружающей среде в виде низкопотенциального тепла охлаждающих теплоносителей (окружающего воздуха или охлаждающей воды).

Эксергетическим методом проведём термодинамический анализ горячекатаного листа [1].

Была рассчитана эксергия листа в начальном состоянии:

$$eg1 = (0,7t_1 - 0,7t_{oc}) - T_{oc} \left( \int_{T_{oc}}^T \frac{c}{T} dT \right), \quad (1)$$

где  $t^{oc}$  – температура окружающей среды; °С;  $c$  – теплоёмкость стали, Дж/кг.

Далее была рассчитана эксергия листа в конечном состоянии:

$$eg1 = (0,7t_1 - 0,7t_{oc}) - T_{oc} \left( \int_{T_{oc}}^T \frac{c}{T} dT \right).$$

Посчитав эксергии, мы видим, что потери составляют около 7 кДж/кг. Чтобы повысить эффективность и не терять теплоту (работу) можно поставить промежуточный теплоноситель, например жидкие металлы. И дальше легко использовать этот теплоноситель по принципу теплотехнологической регенерации, например для нагрева заготовок перед печью.

### Литература

1. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. М.: Энергия, 1973.

*Д.В. Хейло, студ.; рук. С.В. Картавцев, д.т.н., проф.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ**

Кислородно-конвертерное производство представляет собой цепочку сложных и взаимосвязанных процессов. Кроме основного продукта стали в цехе вырабатывается  $80 \text{ м}^3$  конвертерных газов на 1 т чугуна при продувке кислородом 18 мин. Конвертерные газы содержат физическую теплоту, равную 220 МДж, и химическую теплоту – 910 МДж [1].

Таким образом, уже за одну продувку суммарная мощность отходящих ВЭР составит 360 МВт, что превышает мощность ныне действующей ТЭЦ 300 МВт. Возникает проблема, как грамотно использовать такую огромную энергию.

Для этого рассмотрим действующий комплекс: конвертерные газы направляются в ОКГ, где теряют свою температуру с 1600 до 800 °С, а потом уходят на мокрую газоочистку, где их температура опускается до 0 °С, и сжигаются на свечах, теряя весь потенциал химической теплоты 910 МДж. Получается, что только 50 % физической теплоты используется полезно. В котле-утилизаторе вырабатывается пар с параметрами 200 °С и 25 атм. Идет на аккумуляторы, после которых выходит с давлением 12 атм и потерей 10 %. Дальше поступает на конденсационную турбину с полезным использованием в 40 %. Вся эта технология на выходе имеет КПД 3,5 %.

Решением данной проблемы может служить обжиг извести в течение 18 мин и количеством 80 кг/т чугуна. Затраты физической теплоты будут равны 110 МДж от общей энергии. Этот процесс будет использовать 10 % общего потенциала ВЭР.

Таким образом, можно сделать вывод, что ныне существующая схема не в полной мере задействует возможности вторичного энергоресурса, такого как конвертерный газ.

### **Литература**

1. **Ташкангузова А.А., Хейло Д.В., Картавцев С.В.** Оценка замещения природного газа конвертерным // 15-я Всерос. конф. «Энергетики и металлургии. Настоящему и будущему России». Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2014.

## Секция 33

# ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПРОМТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

*Председатель секции — к.т.н., профессор А.Л. Ефимов*  
*Секретарь секции — аспирант И.В. Парехина*

*В.М. Глазков, студ.; рук. В.Е. Самойлов, к.т.н., ст. преп.*  
*(СамГТУ, г. Самара)*

## **ВЫБОР ФАКТОРОВ И ПАРАМЕТРОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДВУХКАМЕРНОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ВИХРЕВОГО ЭЖЕКТОРА**

На эффективность рабочего процесса противоточного вихревого эжектора оказывает влияние значительное число факторов.

Для изучения многофакторных систем целесообразным является применение методов планирования эксперимента, которые позволяют, осуществляя одновременное варьирование всеми исследуемыми факторами, установить минимально необходимое число опытов и условий их проведения. Они также дают возможность на основе математической модели исследуемого объекта определить оптимальное значение выбранного параметра или предсказать значение параметра.

Одним из основных показателей работы противоточного вихревого эжектора (ПВ) является минимально достижимый уровень остаточного давления пассивного потока  $p_{0,п \min}$  или степень сжатия пассивного потока  $\pi_3$ . Однако минимум  $p_{0,п}$  может быть получен при различных параметрах активного потока. Кроме того давление  $p_{0,п}$  не характеризует экономичность эжектора.

Экономические показатели противоточных вихревых эжекторов определяются прежде всего затратами на производство питающего сжатого газа нужных параметров, а именно расходом  $G_a$  и давлением  $p_{0,a}$ . Анализ факторов, влияющих на эффективность ПВЭ, показал, что давление активного газа  $p_{0,a}$  является одним из основных параметров, характеризующих эффективность работы двухкамерного противоточного вихревого эжектора. Как параметр оптимизации  $p_{0,a}$  удовлетворяет требованиям статистической эффективности и однозначности.

В результате проведенного анализа в качестве факторов, влияющих на параметр оптимизации  $p_{o.a}$ , рассматриваются: относительная площадь соплового ввода активного газа  $\bar{F}_{c.a} = F_{c.a}/F_{к.с 1}$ ; соотношение высоты и ширины единичного прямоугольного шестисоплового ввода активного газа  $\bar{h} = h/b$ ; относительная площадь второй камеры смешения  $\bar{F}_{c.a} = F_{c.a}/F_{к.с 2}$ ; относительная площадь входного отверстия осевого диффузора  $\bar{F}_{o.диф} = F_{o.диф}/F_{к.с 1}$ .

В.Д. Гришин, асп.; В.В. Гришина, студ.; рук. А.Л. Ефимов, к.т.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)

## ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ПО ТЕПЛООБМЕНУ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Расчет и подбор пластинчатого теплообменного аппарата выполняют в основном по компьютерным программам фирм-разработчиков. Зависимости, по которым рассчитываются коэффициенты теплоотдачи и гидравлических сопротивлений, не доступны для пользователя.

Решения, полученные с помощью компьютерных программ для теплообменников жидкость-жидкость, часто содержат только значения коэффициентов теплопередачи. Но в них отсутствуют значения коэффициентов теплоотдачи. Для их получения можно воспользоваться зависимостью по теплообмену:

$$\text{Nu} = A \text{Re}^n \text{Pr}^{0,4} (2F_0/f_0)^p X_{t0}, \quad (1)$$

где  $F_0$  – площадь поверхности теплообмена одной пластины;  $f_0$  – площадь поперечного сечения одного канала между пластинами;  $X_{t0}$  – поправочный коэффициент для учета влияния специфических особенностей пластин. Данный вид зависимости приведен в [1].

Значения констант  $A$ ,  $n$ , и  $p$  зависят от типа пластин. Поэтому было выполнено исследование по обработке и обобщению результатов расчетов водоподогревателей, выполненных по компьютерной программе датской фирмы Sondex. Всего рассмотрено 133 типоразмеров пластин:

- 57 пластин с углом раскрытия гофров  $\varphi = 120^\circ$  (ТЛ);
- 43 пластины с углом раскрытия гофров на пластине  $\varphi = 60^\circ$  (ТК);
- 33 поверхности со смешанной компоновкой из чередующихся пластин с углами раскрытия гофров  $60^\circ$  и  $120^\circ$  (ТМ).

В итоге получились следующие зависимости по теплообмену:

для пластин типа ТЛ:

$$\text{Nu} = 0,032\text{Re}^{0,73}\text{Pr}^{0,4}(2F_0/f_0)^{0,255}; \quad (2)$$

для пластин типа ТК:

$$\text{Nu} = 0,034\text{Re}^{0,74}\text{Pr}^{0,4}(2F_0/f_0)^{0,103}; \quad (3)$$

для пластин типа ТМ:

$$\text{Nu} = 0,048\text{Re}^{0,73}\text{Pr}^{0,4}(2F_0/f_0)^{0,163}. \quad (4)$$

### Литература

1. Клименко А.В., Зорина В.М. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

А.А. Исаев, асп. (НИУ «МЭИ»); И.Ф. Самсон, доц.  
(«ТИ Санто-Доминго»); рук. А.Б. Гаряев, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ АДСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Солнечные холодильные установки адсорбционного типа (СХАТ) позволяют получать холод в регионах, где отсутствует электроснабжение. Рассматривается СХАТ, в которой парой рабочих веществ являются активированный уголь и метанол. Принцип действия и математическое описание установки приведено в [1]. Характеристики установки зависят как от уровня солнечной радиации, так и от температуры окружающей среды ( $t_{o,c}$ ), поскольку она влияет на температуру адсорбера в дневное и ночное время и на интенсивность отвода тепла в конденсаторе. Влияние температуры окружающей среды на характеристики СХАТ важно знать, для того чтобы определить возможность и эффективность ее применения в различных регионах.

Конденсатор обычно представляет открытую емкость с водой, в которую погружены трубки, где конденсируется парообразный метанол. Температура воздуха заметно влияет на температуру в конденсаторе. Данное влияние исследовалось численно на основе математической модели в программном комплексе MatLab Simulink с использованием экспериментальных данных (температура воздуха днем и ночью, уровень солнечной радиации, геометрия установки, количество угля и метанола, тип угля). Данные были получены на установке, находящейся в Доминиканской Республике. В модель входят уравнения балансов для каждого элемента, уравнение Дубинина–Астахова.

Чем ниже температура конденсации, тем интенсивнее протекает процесс десорбции и тем большее количество десорбированного метанола может быть получено. Последнее определяет холодопроизводительность ( $q_0$ ) установки.

Показано, что температура окружающей среды может существенно (до 40 %) влиять на холодопроизводительность СХАТ (рис. 1).

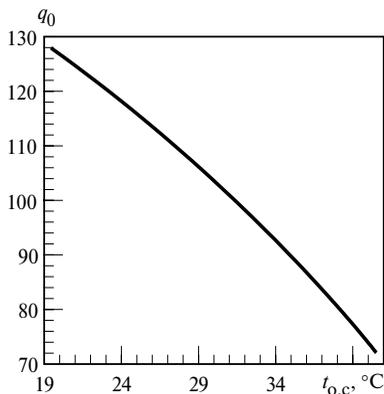


Рис. 1. Зависимость  $q_0$  от  $t_{o,c}$

### Литература

1. Самсон И.Ф., Эчарри Р., Сергиевский Э.Д. Солнечный холодильник адсорбционного типа // Молочная промышленность. 2012. № 8.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Альтернативой существующим теплоотводящим макросистемам в контексте миниатюризации тепловыделяющих электронных устройств являются аппараты жидкостного типа на основе разветвленных микроканальных структур. Микрожидкостные системы на данный момент являются перспективным, но малоизученным направлением развития теплообменной аппаратуры.

Увеличение площади поверхности теплообмена микроканального аппарата связано с уменьшением диаметра микроканалов, что в свою очередь влечет увеличение затрат на прокачку теплоносителя. Полезный теплоотвод в микроканальном теплообменнике сопоставим с затратами на привод прокачивающих устройств, поэтому показатели эффективности работы таких аппаратов следует определять иначе, чем в традиционных макросистемах.

Авторами был введен следующий критерий эффективности (1):

$$F(d, n, l) = \frac{1}{V} (Q - N), \quad (1)$$

где  $V$  – объем аппарата, который является критическим параметром для микроканальных структур;  $Q$  – отводимая тепловая мощность;  $N$  – мощность на прокачку теплоносителей. Приняв ряд допущений, формулу (1) можно привести к виду:

$$F(d, n, l) = \frac{C_1}{d^2} \left( \frac{C_2}{C_3 l n + 1} - \frac{1}{d^4 n^2} \right), \quad (2)$$

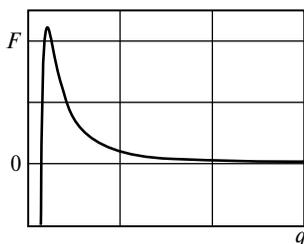


Рис. 1. Зависимость критерия  $F$  от диаметра микроканала

где  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  – константы;  $d$  – диаметр микроканалов;  $n$  – число микроканалов;  $l$  – длина микроканалов. Из формулы (2) видно, что функция  $F(d, n, l)$  имеет экстремум при определенном значении диаметра микроканала для фиксированных значений длины и числа каналов (рис. 1). Это значение может быть определено аналитически.

Оптимальное значение диаметра канала будет определять уровень эффективности микроканальной системы.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, гос. задание № 3.1519.2014/к.

М.С. Пурдин, асп.; рук. Е.П. Валуева, д.т.н., проф.; («НИУ «МЭИ»)

## ТРЕНИЕ НА СТЕНКЕ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ В ПЛОСКОМ И КРУГЛОМ КАНАЛЕ

В настоящее время для моделирования жизнедеятельности клеток применяются биореакторы. Течения в них могут быть стационарными и пульсирующими. На жизнедеятельность клеток влияют значения касательных напряжений на стенке [1, 2].

Целью работы является получение зависимости коэффициента сопротивления трения от частоты колебаний расхода жидкости и формы канала.

Выполнено моделирование течения в круглом и плоском каналах методом конечных разностей [3] на основе уравнения движения для нестационарного случая:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \frac{\nu}{r^k} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^k \frac{\partial u}{\partial r} \right),$$

где  $u$  – скорость вдоль оси

канала;  $p$  – давление;  $t$  – время;  $r$  – расстояние от оси канала;  $\rho$ ,  $\nu$  – плотность и кинематическая вязкость протекающего вещества;  $k = 0$  – для плоского канала и  $k = 1$  – для круглого канала.

Граничные условия:  $r = 0 \Rightarrow \partial u / \partial r = 0$ ;  $r = b \Rightarrow u = 0$  ( $b$  – радиус или полувысота канала);  $\bar{u}(t) = \langle \bar{u} \rangle [1 + \sin(\omega t)]$ , где  $\bar{u}$  и  $\langle u \rangle$  – средняя по сечению и по времени скорости;  $\omega$  – частота колебаний.

Получены зависимости отношения напряжения на стенке  $\tau_{\max} / \langle \tau_c \rangle$  от числа Стокса  $S = r\sqrt{\omega / \nu}$  (безразмерная частота колебаний, рис. 1). Отмечено, что среднее по времени напряжение на стенке  $\langle \tau_c \rangle$  не зависит от частоты.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, государственное задание № 3.1519.2014/к.

### Литература

1. Ferrell N. A Microfluidic Bioreactor with Integrated Transepithelial Electrical Resistance (TEER) Measurement Electrodes for Evaluation of Renal Epithelial Cells // Biotechnology and Bioengineering. Vol. 107. No. 4. November 1. 2010.
2. Barber R. W. Optimal design of microfluidic networks using biologically inspired principles // Microfluid Nanofluid 4:179–191, 2008.
3. Пасконов В. М. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. М.: Наука, 1984.

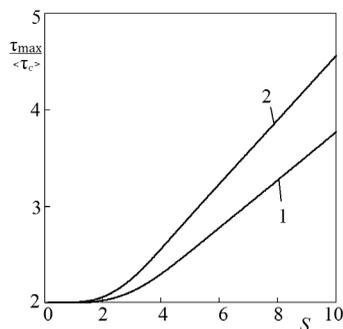


Рис. 1. Зависимость отклонения напряжения на стенке от безразмерной частоты:

1 – круглый канал; 2 – плоский канал

## ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СТУПЕНЕЙ КАМЕРЫ СМЕШЕНИЯ ПРОТИВОТОЧНОГО ВИХРЕВОГО ЭЖЕКТОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕГО РАБОТЫ

Комплекс свойств закрученных потоков позволяет использовать вихревой эффект для вакуумирования и откачки газов.

Одним из устройств, использующих свойства закрученных потоков, является противоточный вихревой эжектор (ПВЭ), в конструкции которого использована способность вихревых потоков создавать в приосевой области пониженное давление.

В рамках данной работы проводилось исследование влияния конфигурации камеры смешения ПВЭ, а именно количества ступеней расширения газового потока и их влияние на характеристики работы эжектора.

Вследствие сложности термодинамических процессов, протекающих в ПВЭ, для определения характеристик эжектора при различном количестве ступеней камеры смешения использовался экспериментальный метод. Поиск оптимальной геометрии камеры смешения проводился при работе с коэффициентом эжекции  $n = 0$ , так как для ПВЭ наличие потока пассивного газа не изменяет оптимальных геометрических соотношений элементов эжектора, но значительно упрощает проведение эксперимента и обработку результатов.

Для выяснения характера влияния эффективности дополнительных камер смешения были проведены эксперименты на эжекторах, имеющих до четырех камер смешения. Исследования проводились с камерами смешения, имеющими оптимальные размеры, полученные для однокамерного эжектора. Было установлено, что наличие одной камеры смешения позволяет снизить давление активного газа на 8–10 %. Давление пассивного газа  $p_{0.п}$  при этом может оставаться постоянным или незначительно изменяться, что вызывает соответствующее уменьшение степени сжатия  $\pi_3$ . При подключении большего количества камер смешения давление активного газа снижается на 20–25 %, но при этом существенно возрастает  $p_{0.п}$ . Таким образом, оптимальной конструкцией, обеспечивающей минимально достижимое давление пассивного газа  $p_{0.п}$  и соответственно максимальную степень сжатия  $\pi_3$ , была принята конструкция двухкамерного вихревого эжектора.

*А.В. Тарарыков, асп.; рук. А.Б. Гаряев, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССОБМЕНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОНВЕРСИИ МЕТАНА В МИКРОКАНАЛЬНОМ ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ**

Реакция паровой конверсии метана широко применяется в промышленности: в производстве аммиака, получении водорода, при термохимической регенерации теплоты отходящих газов.

В настоящее время появляются микроканальные устройства, позволяющие проводить процесс в заметно меньших габаритах [1]. Тепло- и массообмен и химические превращения в микроканалах имеют существенные особенности: ламинарный характер течения, высокую скорость протекания химической реакции из-за развитой поверхности теплообмена, заметное ускорение потока, связанное с изменением плотности реагирующей смеси как за счет повышения температуры, так и за счет изменения состава.

Целью работы является сопоставление процессов паровой конверсии метана, протекающих в промышленных установках и микроканальных теплообменных аппаратах. Математическое описание процесса конверсии приводится в [1]. Для микроканальной технологии отличия заключаются в ламинарном характере течения потока в канале.

Моделируемый химический реактор представлял собой полую трубу с цельной катализаторной вставкой. Зазор кольцевого канала составляет 600 мкм, длина реакционного элемента – 0,06 м. Численное моделирование процесса паровой конверсии метана проводилось при следующих условиях: температура парогазовой смеси на входе 600 °С; температура греющих дымовых газов 1200 °С; соотношение пар-метан – 2:1.

Результаты подтверждают ламинарный режим теплообмена, показывают, что степень конверсии близка к равновесному значению, небольшая длина канала не мешает завершению реакций. Сравнение с аналогичным полноразмерным реактором позволяет сказать о уменьшении размеров в 5–10 раз при аналогичной производительности.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, государственное задание № 3.1519.2014/к.

### **Литература**

1. **Солодов А.П.** Электронный курс тепломассообмена. М.: Открытое образование, 2013.

*Д.А. Халмыев, студ.; рук. А.Л. Ефимов, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЯХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЕ ФИРМЫ ALFA LAVAL – CAS 200**

В последние годы экономическая ситуация характеризуется возрастающей стоимостью природных ресурсов и энергоносителей. В этой связи такие задачи энергетики, как экономия всех видов ресурсов и совершенствование энерготехнологий выходят на первый план. Среди тепломеханического оборудования, применяемого в энергетике, теплообменное оборудование составляет значительную часть по габаритам, металлоемкости и функциональному значению и во многом определяет технико-экономические показатели систем. С ростом энергетических мощностей и объема производства все более увеличиваются масса и габариты применяемых теплообменных аппаратов. Уменьшение массогабаритных и улучшение теплогидравлических характеристик теплообменных аппаратов является актуальной задачей для систем теплоснабжения. Проанализировав эту ситуацию, можно сделать вывод, что в современных условиях и в перспективе один из главных путей повышения экономичности энергоустановок – совершенствование теплообменного оборудования путем реализации эффективных способов интенсификации теплообмена. Поэтому исследование теплообмена и гидродинамического сопротивления, поиск оптимальных соотношений геометрических характеристик, разработка новых форм каналов и создание на этой основе высокоэффективного оборудования представляют значительный научный и практический интерес.

Целью работы является получение обобщенных зависимостей по теплообмену и сопротивлению для пластинчатых теплообменников фирмы Alfa Laval, для каждого типоразмерного ряда теплообменников, которые используются в качестве конденсаторов [1].

### **Литература**

1. **Солодов А.П., Ежов Е.В.** Элементарные модели теплообмена при конденсации. М.: Издательство МЭИ, 2006.

## **АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАНАЛОВ В МИКРОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ**

Получающие все большее распространение микро- и нанотехнологии диктуют необходимость миниатюризации жидкостных теплообменных устройств. Микроканалы – это каналы с характерным размером порядка 100 мкм. Целью работы являлась разработка математической модели, позволяющей рассчитать гидродинамическое сопротивление микроканальной структуры произвольной конфигурации, которая бы обеспечивала протекание заданного расхода жидкости через ветви системы.

Объектом исследования является произвольная микроканальная структура. Изменение расхода через ячейки зависит от гидравлических потерь на трение, то есть от длины микроканалов.

Математическая модель была получена путем совместной записи уравнений материального баланса в узлах системы и уравнения Дарси–Вейсбаха.

В предложенной модели были сделаны следующие допущения:

- режим течения в микроканалах – ламинарный;
- местными сопротивлениями на входе и выходе из ячеек, расположенных в каждой ветви системы, можно пренебречь;
- пневмонасос не создает пульсаций расхода и давления жидкости;
- конфигурация схемы – плоская.

Результатом проведенных расчетов стало следующее:

- определена линейная зависимость общего расхода через пневмонасос и локальных расходов через отдельные каналы;
- были получены зависимости распределения локальных расходов, давлений и гидравлических сопротивлений от геометрических характеристик микроканальной системы;
- определены скорости потоков во всех ветвях системы.

Полученные результаты могут быть использованы для расчетов устройств, предназначенных для транспорта наночастиц, бактерий, молекул ДНК, охлаждения микроэлектронных устройств и многого другого.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, гос. задание № 3.1519.2014/к.

## Секция 34

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Председатель секции — зав. каф. ТМПУ,  
д.т.н., профессор А.Б. Гаряев  
Секретарь секции — аспирант И.В. Парехина*

*Ж.К. Алдажуманов, студ.; рук. М.В. Ермоленко, к.т.н.  
(ГУ им. Шакарима, г. Семей)*

## АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ТЕПЛООВОГО НАСОСА

В настоящее время важным приоритетом «Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на период 2003–2015 годы» является снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования, позволяющих использовать возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Исходя из этого были определены основные приоритеты научно-технической политики по разработке новых энергосберегающих технологий и оборудования, использующих вторичные энергетические ресурсы, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, в том числе энергетический потенциал существующих в природе градиентов температур [1].

Повышение эффективности тепловых насосов (ТН) за счет совершенствования их рабочих циклов и схем составляет основу современных исследований в области теплонасосных технологий. В целом термодинамическое совершенство циклов ТН в значительной степени определяет технико-экономическую и экологическую эффективность теплонасосных технологий [2].

В работе представлено научное обоснование концепции применения ТН с учетом природно-климатических условий Республики Казахстан на основе эксергетического анализа цикла.

В целях исследования эффективности работы теплового насоса в различных режимах была разработана экспериментальная установка. Проведено эксергетическое исследование теплонасосной системы, учитывающее ее системные связи с внешним окружением, в широком диапазоне измене-

ния рабочих параметров. На основе полученных результатов выработаны рекомендации по повышению эффективности работы ТН.

Дальнейшее развитие работы предполагает определение диапазона применимости тепловых насосов на территории Республики Казахстан в зависимости от природно-климатический условий местности.

### **Литература**

1. **Электронный** журнал по энергосбережению и энергоэффективности «ЭНЕРГОСОВЕТ». Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/news.php?zag=1169663251>
2. **Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К.** Эксергический метод и его приложения / под ред. В.М. Бродянского. М.: Энергоатомиздат, 1988.

*К.В. Башлай, асп.; рук. Л.Р. Уразбахтина, к.э.н., доц. (КГЭУ, г. Казань)*

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЦИАЛЬНУЮ СФЕРУ**

Специфичной отраслью для внедрения инновационных энергосберегающих технологий является социальная отрасль.

Здания школ, детских садов, других социальных учреждений требуют особого подхода – низких затрат на строительство и экономичной эксплуатации. Применение малозатратных технологий при строительстве делает строительство зданий экономичным. В то время как эксплуатация этих зданий далеко не экономична. Помимо этого, недогрев или перегрев помещений зданий нарушают оптимальные условия для работы и обучения. Решение этой проблемы было найдено Молодежным исследовательским центром КГЭУ путем разработки инновационной технологии «Интеллектуальная система отопления» (ИСО).

Для исследования работоспособности системы на эксплуатируемом объекте было принято решение о внедрении тестового образца ИСО в бюджетном учреждении «Лицей № 26».

Установка интеллектуальной системы отопления в лицее стоит 600 000 руб., включая стоимость оборудования, затраты на обслуживание и прочие расходы. Суммарное потребление энергии до внедрения ИСО за 30 дней в октябре составило 23,63 Гкал, а затраты по оплате потребленной энергии – 28 356 руб. После внедрения ИСО по нашим оценкам потребление энергии за аналогичный период составит 10,75 Гкал, а финансовые затраты – 12 900 руб.

Таким образом, без учета рисков срок окупаемости при внедрении ИСО будет равен 3,5 годам. Выделив наиболее вероятные риски, такие как поломка оборудования, взлом с умышленной целью и другие, рассчитали максимальные потери. В этом случае срок окупаемости увеличится до 4,7 лет.

Недогрев или перегрев помещений нарушает оптимальные условия для обучения или работы. Болеют педагоги – нарушается учебный процесс – понижается уровень образования. Болеют дети – родители берут больничные – нарушаются производственные процессы – снижается экономическая устойчивость города, республики, страны. Предлагаемая инновация, помимо экономического, дает значимый социальный эффект.

## ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ НА БАЗЕ АККУМУЛИРОВАНИЯ ХОЛОДА

На сегодняшний день работающая система холодоснабжения необходима круглый год, поскольку современные технологии значительно сократили тепловые потери зданий, а помещения оснащают энергонасыщенным оборудованием.

Применение в составе холодильной установки аккумуляторов холода (АКХ) является одним из современных эффективных способов снижения затрат на выработку холода [1]. Использование АКХ позволяет сгладить неравномерность тепловой нагрузки на холодильное и технологическое оборудование, уменьшить холодильную мощность установленного оборудования.

В предлагаемой установке холодоснабжения системы кондиционирования воздуха (рис. 1) [2] используется емкостной аккумулятор холода.

Разработана математическая модель системы кондиционирования воздуха с аккумулятором холода, выполнен тепловой и гидравлический расчет емкостного аккумулятора, произведен анализ эффективности использования аккумулятора холода в данной схеме. Расчеты показали, что при использовании аккумулятора холода в системе кондиционирования воздуха экономия мощности составляет 80,9 кВт (18,2 %) по сравнению с традиционной схемой.

### Литература

1. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. М.: Мир, 1987.
2. Левенберг В.Д., Ткач М.Р., Гольстрем В.А. Аккумулирование тепла. Киев: Техника, 1991.

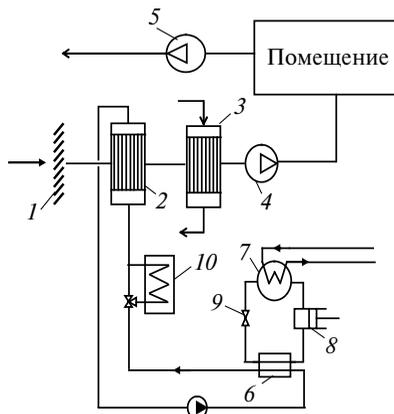


Рис. 1. Схема установки кондиционирования воздуха:

1 – клапан воздухозаборный; 2 – секция воздухоохлаждения; 3 – воздухоподогреватель; 4, 5 – приточный и вытяжной вентиляторы; 6 – испаритель; 7 – конденсатор; 8 – компрессор; 9 – дроссельный вентиль холодильной машины; 10 – аккумулятор холода

С.С. Закожурников, асп.; рук. А.Б. Гаряев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ВЫХОДА ПРОДУКТА ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕЧИ

Представлена модель расчета выхода продукта плавильной печи по производству карбида кремния. Для ее создания был проведен анализ теплофизических и физико-химических аспектов многостадийного технологического процесса производства карборунда применительно к условиям высокопроизводительных печей, рассмотрены и обобщены данные по устройству электрических печей сопротивления [1].

Составной частью работы является поле температур, полученное в ходе экспериментов на ОАО «ВАЗ», а также на основе аппроксимирующих соотношений, описанных в работе [2].

Модель базируется на ряде допущений: 1) влияние температуры на производство SiC описывается экспоненциальной зависимостью, по форме аналогичной соотношению Аррениуса с постоянными коэффициентами; 2) реакционная зона может быть представлена эквивалентным цилиндром радиусом  $r_{\text{ЭКВ}}$ , а процесс плавки – осесимметричным относительно центра зерна; 3) изменение температуры в процессе плавки известно не менее чем в трех точках вне зерна для конкретного типа печи из эксперимента или расчета по верифицированной программе. Получена аналитическая зависимость, описывающая связь количества произведенной в ходе плавки продукции от изменяющегося во времени поля температур в зоне плавки:

$$\Phi = \frac{1}{2} V_{\text{ЭКВ}} \frac{a}{b_0} e^{-bu^\infty} \left\{ 4 \int_{R_{\text{max}}}^{R_{\text{откл}}} [-Ei(-Y_{12})] R^3 dR + [-Ei(-Y_{11})] (R_{\text{max}}^4 - R_k^4) - [-Ei(-Y_2)] (R_{\text{откл}}^4 - R_k^4) \right\}, Y_{11} = b(u_{\text{max}} - u^\infty), Y_2 = b(u_{\text{ГР}} - u^\infty),$$
$$Y_{12} = b(u_{\text{ГР}} - u^\infty) \exp \left[ -b_0 \left( \frac{\tau}{R^2} - c_2^* \right) \right].$$

Эффект от применения представленной модели на практике будет заключаться в снижении удельных расходов электроэнергии, повышении производительности и в удешевлении производства карбида кремния.

### Литература

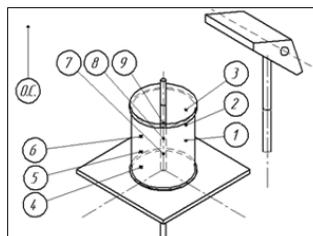
1. Полубелова А.С., Крылов В.Н., Карлин В.В., Ефимова И.С. Производство абразивных материалов. Л.: Машиностроение, 1968.
2. Кузеванов В.С., Грошев А.И., Закожурникова Г.С. Разработка теплофизической модели электротермического процесса при производстве карбида кремния: Отчет по х/д № 3.06.ТЭС, ВФ МЭИ (ТУ), 2006.

*R. Zech, student (Brandenburg University of Technology Cottbus – Senberg, Cottbus, Germany); supervisor M.V. Gorelov, PhD, senior lecturer (MPEI)*

## **WATER HEATING WITH A SOLAR TANK**

There are many different types of solar panels, one of this is the solar tank. They can be used to provide the summer houses with hot water during the summer time. Advantages of this system are the simple and economical construction. Therefore, MPEI University carried out some experiments with the tank. In this case, different tank constructions are investigated in experiments. For the first experiments, two different compositions were used. These are described below.

In each experiment, ten temperatures are recorded. Nine measuring points are inside the tank, on the tank's surface and one measures the ambient temperature. The arrangement of the measuring points is shown in figure 1. In the experiments the tank is illuminated with a lamp. The lamp heats the water in the tank for four hours. Subsequently, the cooling of the tank is measured and recorded over 20 hours.



**Fig. 1. 1 – 9 – measuring points**

In the first experiment a conventional steel tank made of stainless steel serves as an absorber. The lamp has the greatest influence on the measuring point three. This heats up to 39.0 °C within the four hours. The centre of the tank is heated up to 34.1 °C. After twenty hours without the heating the temperature is 25.1 °C.

In the second experiment a transparent polycarbonate shell is around the tank. With the shell, the temperature rises more slowly. The measuring point three heats up to 37.9 °C. The centre of the tank is heated up to 32.6 °C. For this less heat energy will be lost after the heat. After twenty hours without heating the temperature in the middle of the tank is 25.9 °C.

There will be more attempts with other changes to the tank. The next experiments were carried out with a black tank.

## **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. РАЗРАБОТКА БЕССТОЧНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В наши дни один из главных вопросов защиты окружающей среды – охрана водного бассейна от загрязнений. Водоемы в природе обладают способностью к самоочищению. Однако протекают эти процессы очень медленно, и при интенсивном сбросе нечистот в водоемы рассчитывать на естественную очистку вод не приходится. К мероприятиям по охране водных ресурсов относятся доочистка промышленных сточных вод и дальнейшее их использование для промышленного водоснабжения предприятий [1].

Сегодня применяются самые разнообразные методы очистки. Одним из наиболее радикальных путей сокращения потребления свежей воды является создание оборотных систем промышленного водоснабжения, которые основаны на многократном использовании для производственных целей сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям и качеству технической воды [2].

В работе рассматривается вариант, включающий три стадии очистки сточных вод с последующим возвратом очищенной воды в систему водоснабжения (в основном на подпитку системы в количестве примерно 15 % общего объема):

1-я стадия – очистка от механических примесей (применение гидроциклонов, механических фильтров, прудов отстойников и т.д.);

2-я стадия – использование испарительной установки;

3-я стадия – получение сухого остатка примесей в распылительной сушилке.

Преимущество использования данной системы водоснабжения в том, что происходит снижение потребления технической воды из городского коллектора.

### **Литература**

1. **Клименко А.В.** Теплоэнергетика и теплотехника. М.: Издательский дом МЭИ, 2007

2. **Когановский А.М.** Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. М.: Химия, 1983.

А.М. Исхакова, студ.; И.В. Парёхина, асп.;  
рук. И.В. Яковлев, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПЫТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОГО НАСОСА В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

В настоящее время все более остро встает вопрос о замещении и экономии потребления органического топлива, а также о сокращении вредных выбросов в атмосферу от продуктов сгорания. Одним из способов решения данной проблемы может служить использование теплоты вторичных энергетических ресурсов.

На базе плавательного бассейна спортивно-оздоровительного комплекса НИУ «МЭИ» была создана установка для глубокой утилизации теплоты влажного воздуха [1], удаляемого из помещения бассейна вытяжной общеобменной вентиляцией. С целью повышения потенциала низкотемпературной теплоты и дальнейшего его использования на нужды бассейна в составе утилизационной установки применяется тепловой насос (ТН). Получаемое высокотемпературное тепло используется на подогрев воды чаши бассейна или на нужды горячего водоснабжения.

Существует несколько общеизвестных подходов к созданию математических моделей тепловых насосов, однако каждый из них содержит некоторые ограничения по применению. Поэтому возникла необходимость в создании численной модели парокompрессионного ТН с возможностью использования переохладителя в схеме теплового насоса. В качестве источника данных по теплофизическим свойствам рабочих тел была использована база данных программы *Duprex 3.2*. При определении параметров рабочего тела в характерных точках цикла решался комплекс полиномиальных и рациональных уравнений, которые были получены с помощью *TableCurve 2D/3D*.

Проводились расчеты и натурные измерения параметров теплового насоса, таких, например, как отводимая в конденсаторе тепловая мощность; электрическая мощность, потребляемая компрессором; коэффициент трансформации теплоты. Данные, полученные с помощью численных методов, сравнивались с результатами натурных испытаний установки. Сравнение показало, что расчетные и экспериментальные данные удовлетворительно согласуются.

### Литература

Гаряев А.Б., Яковлев И.В. Утилизация теплоты вторичных энергетических ресурсов в конденсационных теплообменниках / под ред. А.Л. Ефимова М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМЕНЫ ТРАДИЦИОННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Одна из задач в сфере остро назревшей модернизации распределительных электрических сетей заключается в повышении их технико-экономической эффективности. В первую очередь – посредством снижения технологических потерь на передачу электрической энергии, значительная часть которых имеет место в силовых трансформаторах напряжением 10(6)/0,4 кВ. Поэтому возникла необходимость обратить внимание проектных и эксплуатирующих организаций на вопросы рационального выбора новых силовых трансформаторов для замены физически и морально устаревших [1].

Компьютерные эксперименты, проведенные в ряде исследований в России в 2007–2012 гг. для характерных типичных режимов и конфигураций ЭССЭ 10 кВ и ниже, показали, что обобщенные результаты по потерям мощности оцениваются от 11 до 27,5 % по различным регионам. Аналогичные показатели можно констатировать и в странах Евросоюза, где по отдельным группам электроустановок, в частности в трансформаторах распределительных сетей, они достигают уровня 17 % от общего валового потребления, а иногда существенно превышают приведенные выше значения.

В работе проведен подробный технико-экономический расчет сравнительного характера на примере трансформаторов 10/0,4 кВ ТМ-400/10 производства ГК «Электроцит» (г. Самара) и АТМГ-400/10 производства ГК «Трансформер» (г. Подольск). Рассчитаны затраты по эксплуатации обоих типов трансформаторов, окупаемость аморфного трансформатора. Выполнен расчет чистого дисконтированного дохода для трансформатора АТМГ-400/10. Ставка дисконтирования была принята равной 7 %. В качестве дохода рассматривалась годовая экономия от использования новой конструкции магнитопровода по сравнению с применением традиционной конструкции. Анализ результатов расчетов показал, что окупаемость разницы в цене традиционного и инновационного трансформаторов за счет снижения потерь наступает уже на 6-м году эксплуатации, а полной стоимости – на 15-м.

### Литература

1. Назаров В.В. Распределительные трансформаторы 10(0,6)/0,4 кВ. Ключевые вопросы выбора // Новости Электротехники. 2013. № 6 (84).

## **УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ПАРОВЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Тепловые сети в России – наиболее уязвимые элементы систем теплоснабжения. В процессе эксплуатации трубопроводы и теплоизоляция изнашиваются и подвергаются воздействию коррозии и других негативных факторов. В связи с этим процесс теплоснабжения сопровождается большими тепловыми потерями и ухудшением параметров теплоносителя [1]. В паровых системах теплоснабжения тепловые сети оказывают серьезное влияние на главные энергетические параметры пара – энтальпию и фазовое состояние пара, вследствие чего часто до конечных потребителей пар доходит во влажном состоянии, в то время как в договоре на теплоснабжение заявлен перегретый пар.

Решением данной проблемы представляется проведение следующих энергосберегающих мероприятий: увеличение толщины теплоизоляционного слоя, изменение диаметра трубопровода, с тем чтобы обеспечить экономически оптимальную скорость движения пара, а также совместное исполнение вышеперечисленных мер.

Расчеты показывают, что изменение диаметра трубопровода приводит к снижению тепловых потерь до 10 %.

Увеличение толщины теплоизоляции трубопровода позволяет снизить потери тепла в окружающую среду до 20 %.

Изменение диаметра трубопровода совместно с увеличением толщины теплоизоляции также позволяет снизить потери тепла и повысить качество пара, поставляемого потребителю.

Окончательное решение о применяемых мерах должно приниматься на основе технико-экономического расчета, чтобы срок окупаемости не превысил заданный.

Перечисленные в работе энергосберегающие мероприятия не являются единственно возможными вариантами для сокращения тепловых потерь и обеспечения параметров пара. Однако они являются наиболее распространенными в связи с простотой в исполнении и возможностью проведения ремонтных работ.

### **Литература**

1. **Приказ** Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 325 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работ по утверждению нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии».

*Н.П. Краснова, соиск.; О.Ю. Мжельская, асп.;  
рук. А.И. Щёлоков, д.т.н., проф. (СамГТУ, Самара)*

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

В настоящее время проблема энергосбережения является приоритетным направлением в области развития науки. В связи с постоянным удорожанием энергоресурсов в последние годы значительно увеличиваются расходы на тепловую энергию. При транспортировке теплоносителя, по данным различных информационных ресурсов, теряется до 35 % тепловой энергии. В этих условиях возрастает значение внедрения энергосберегающих технологий.

В целях повышения эффективности изоляции тепловых сетей предлагается применение в качестве теплоизоляционного материала полиэтилена высокой плотности [1], поверхность которого покрыта ячейками, заполненными диоксидом углерода. Этот газ является одним из самых доступных для использования в промышленности и отличным теплоизолятором ( $\lambda = 0,016 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ ). Главным преимуществом газонаполненной изоляции является, во-первых, более высокое термическое сопротивление по сравнению с аналогами; во-вторых, устойчивость к влаге и, как следствие, дополнительная защита от коррозии; в-третьих, легкость обслуживания и долговечность. Однако у такого материала есть недостаток – невозможность использования при температуре выше  $120^\circ\text{C}$ , так как полиэтилен начинает плавиться. Поэтому предлагается использовать такой вид изоляции, как дополнительный слой к слою другого известного теплоизоляционного материала (например, минеральной ваты) [2].

При использовании газонаполненной теплоизоляции в качестве дополнительного верхнего слоя совместно с применяемыми типами тепловой изоляции трубопроводов термическое сопротивление конструкции существенно увеличивается. Это значит, что можно уменьшить толщину изоляционных слоев при равных тепловых потоках, а также существенно сократить капитальные затраты. Из этого следует, что полученные результаты являются перспективными для дальнейшего практического использования.

### **Литература**

1. **ГОСТ 16338–85.** Полиэтилен низкого давления.
2. **СП 61.13330.2012.** Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03–2003. М., 2012.

*А.Н. Недобежкин, П.В. Грибовский, студенты;  
рук. В.В. Сенько, к.т.н., доц. (СамГТУ, г. Самара)*

## **АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ КОМЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕТЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Одним из эффективных средств экономии энергоресурсов в промышленности и энергетике является внедрение на их объектах автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС) коммерческого учета электроэнергии (КУЭ). Обеспечение надежной работы таких систем является гарантией эффективного функционирования рынка электроэнергии [1].

Техническое обеспечение (ТО) системы учета представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств и делится на нижний (счетчики), средний (концентраторы) и верхний уровни обработки данных (вычислительный комплекс).

Авторами проведен анализ базовых структур и схем АИИС КУЭ, установленных на различных сетевых предприятиях, а также проведены расчеты показателей надежности [2] ее элементов:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\text{сис}}},$$

где  $\lambda_{\text{сис}}$  – интенсивность отказа системы.

Анализ этих расчетов показывает, что для ТО современных систем учета электроэнергии на сетевых предприятиях характерны достаточно высокие показатели надежности для как отдельных ее элементов, так АИИС КУЭ в целом. Слабыми звеньями АИИС являются каналы и линии связи, поэтому необходимо организовать долговременное хранение учетной информации в интеллектуальных счетчиках, устройствах сбора и передачи данных, применять резервные накопители и зеркальные серверы систем управления базами данных.

### **Литература**

1. **Андреева Л.В.** Коммерческий учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках / Л.В. Андреева, Л.К. Осика, В.В. Тубинис. – М.: Авок-пресс, 2010. 384 с.
2. **Сенько В.В.** Базовые аспекты внедрения автоматизированной системы учета электроэнергии на сетевом предприятии / В.В. Сенько // Межд. научно-практическая конференция «Разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, и устройств». Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014.

## **ПОДГОТОВКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Питьевая вода – необходимый элемент жизнеобеспечения населения, и от качества ее приготовления зависит состояние здоровья человека.

К питьевой воде предъявляются особые требования в отношении мутности, вкуса, запаха, химической и бактериальной загрязненности.

Подготовку питьевой воды осуществляют на очистных станциях. Обычно процесс очистки включает в себя следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в отстойниках, фильтрование и обеззараживание ее при помощи хлорирования.

Подобные водоочистные сооружения не в полной мере справляются со своей задачей и имеют ряд существенных недостатков, таких как образование канцерогенов при хлорировании и большую металлоемкость установок [1].

В настоящее время существуют технологии, которые эффективно справляются с задачей подготовки питьевой воды и с ее очисткой от загрязнений.

Самым современным методом на сегодня остается очистка воды обратным осмосом. Действие осуществляется на молекулярном уровне. Устраняются примеси размером с молекулу воды.

С помощью электрохимической фильтрации производят в основном дезинфекцию воды. Здесь основной движущей силой является электролиз. Также для обеззараживания воды можно использовать метод озонирования [2].

Однако необходимо помнить, что современная установка для получения питьевой воды – это всегда использование нескольких фильтрующих этапов.

Перспективы развития и использования современных методов подготовки питьевой воды обоснованы большими возможностями, эффективностью и универсальностью этих методов, обеспечивающих решение задач питьевого водоснабжения.

### **Литература**

1. **Абрамов Н.Н.** Водоснабжение. М.: Стройиздат, 1974. 480 с.
2. **Стерман Л.С.** Физические и химические методы обработки воды. М.: Энергоатомиздат, 1991. 328 с.

*Ю.В. Обухова, студ.; рук-ли Н.Н. Клочкова, к.т.н., доц.;  
А.В. Обухова, к.т.н., доц. (СамГТУ, г. Самара)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХТАРИФНЫХ СЧЕТЧИКОВ В ЖИЛЫХ ДОМАХ**

С каждым повышением тарифов на энергоресурсы проблема энергоэффективности и энергосбережения становится актуальнее. Особенно остро она стоит в жилых домах и общественных зданиях с большим количеством энергоемких потребителей, таких как теплые полы, кондиционеры, электроотопление и др. Одной из мер, позволяющей экономить на расходах по оплате потребленной электроэнергии, является установка счетчика электрической энергии с возможностью многотарифного учета.

Применяемые в настоящее время однотарифные индукционные счетчики имеют ряд недостатков: недостаточная точность учета расхода электроэнергии, повышенная опасность перегрузки при нагрузке выше номинальной, а номинальная нагрузка превышает повсеместно.

Двухтарифные электронные счетчики соответствуют современным требованиям и стандартам и обладают исключительной точностью, погрешность определения расхода электрической энергии отдельными моделями электронных счетчиков достигает 0,5 %.

Наряду с достоинствами двухтарифные счетчики имеют следующие недостатки: высокую стоимость (более чем в три раза по сравнению с однотарифными); сложность прибора; необходимость в автономном электропитании от литиевой батарейки; выход из строя в случае полного отключения электроэнергии в вашем доме.

Месячное потребление электроэнергии семьей из 3–4 человек при наличии крупной бытовой техники и теплых полов составляет примерно 800 кВт·ч, 30 % которого приходится на ночное время. В этом случае месячная экономия составит  $800 \cdot 3,17 - (560 \cdot 3,19 + 240 \cdot 1,57) = 372$  руб. 80 коп.

Для среднестатистической семьи с месячным потреблением 200 кВт·ч электрической энергии, 10 % которого приходится на ночное время (стиральная машина, холодильник), экономия составит  $200 \cdot 3,17 - (180 \cdot 3,19 + 20 \cdot 1,57) = 28$  руб. 40 коп.

Срок окупаемости двухтарифного счетчика без учета установки и обслуживания составит от полугода до 5 лет при примерной стоимости счетчика 1500 руб. Применение многотарифных счетчиков оправдано при большом энергопотреблении в ночное время суток.

*И.М. Окатов, студ.; А.К. Гаськов, асп.;  
рук. В.В. Бухмиров, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КРАСОК В СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ**

Снижение потерь тепловой энергии при ее транспортировке является актуальной задачей теплоэнергетики. При современном уровне состояния тепловых сетей в России потери тепла в них оцениваются в ~30 % от его производства [1]. Такой уровень тепловых потерь связан с неудовлетворительным состоянием тепловой изоляции трубопроводов. Одним из факторов, влияющим на ухудшение теплозащитных характеристик тепловой изоляции является ее повышенная влажность, причина которой заключается в неправильной эксплуатации систем теплоснабжения и их аварийности [2]. Применение минераловатной или пенополиуретановой тепловой изоляции в системах транспортировки тепловой энергии без гидроизоляции экономически и технически нецелесообразно из-за повышенных тепловых потерь и коррозии материала труб.

Теплозащитные краски, сочетая в себе свойства красок и тепловой изоляции, обеспечивают гидроизоляцию трубопроводов, а также способны воспринимать значительные механические и тепловые нагрузки.

Цель работы – определение эффективности применения теплозащитных красок в тепловых сетях. Экспериментальные исследования показали, что теплозащитная краска, нанесенная на трубопроводы сетей горячего водоснабжения слоем в 2,5 мм в одном из тепловых пунктов г. Иваново, подверженного регулярному затоплению водой, снижает тепловые потери в два раза и сохраняет свои теплоизоляционные свойства в условиях повышенной влажности.

Применение теплозащитных красок для снижения потерь тепловой энергии и для предотвращения коррозии материала трубопроводов экономически и технически обоснованно в случаях, когда трубопроводы системы транспортировки тепловой энергии эксплуатируются в условиях повышенной влажности.

### **Литература**

1. **Мельникова М.П.** Теплоснабжение России: состояние и перспективы развития // ЭСКО. 2010. № 3. URL: <http://esko-ecosys.narod.ru> (дата обращения: 19.10.2014).
2. **Слепченко В.С., Рондель А.Н., Шаповалов Н.Н.** Влияние различных эксплуатационных факторов на тепловые потери в бесканальных подземных трубопроводах тепловой сети // Новости теплоснабжения. 2002. № 6.

*Е.В. Острась, И.М. Скоморохова, студенты;  
рук. М.Ю. Юркина, к.т.н., ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОННОСПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА**

В настоящее время наибольшее количество биогаза производится в энергетически бедных странах, однако популярность установок, перерабатывающих органику в горючий газ, растет и в России. Несмотря на многочисленные препятствия, вызванные как недостатком финансовых средств, так и инерционностью мышления отдельных руководителей, биогазовые станции постепенно завоевывают популярность.

Для России применение биогазовых установок выгодно, так как многие населенные пункты не газифицированы. В такой ситуации хорошим выходом могли бы стать биогазовые установки, для которых сырьем могут служить, например, навоз, опавшая листва, пищевые отходы, отходы сельскохозяйственного производства. Поэтому эффективно будет производство биогаза в агропромышленных комплексах и фермерских хозяйствах, в которых фактически обеспечивается замкнутый технологический цикл. Более того, излишки произведенного биогаза можно накапливать или передавать другим потребителям.

Перспективы развития биогазовых технологий есть и в России: ежегодно 773 млн т органических отходов сельского хозяйства могли бы дать 66 млрд м<sup>3</sup> биогаза и соответственно – около 110 млрд кВт·ч электроэнергии. Примерная выработка электроэнергии на биогазовой установке составляет 1,5–2,2 кВт·ч электроэнергии и 2,8–4,1 кВт·ч тепла в расчете на 1 м<sup>3</sup> биогаза [1]. Годовое потребление энергии на нужды отопления, вентиляции и кондиционирования представлено в таблице:

Тип оборудования	Количество	Расход биогаза, т у.т/год
Водогрейные котлы	2	29 793
Воздушно-тепловые завесы	5	717
Циркуляционные насосы	1	2301
Тепловые насосы	6	141 507
Камеры орошения	4	37 054
Сплит-системы	2	2893
Вентиляторы	7	49 489

### **Литература**

1. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие / под научной ред. И.А. Реддих. 1996. Режим доступа: <http://www.zorg-biogas.com>

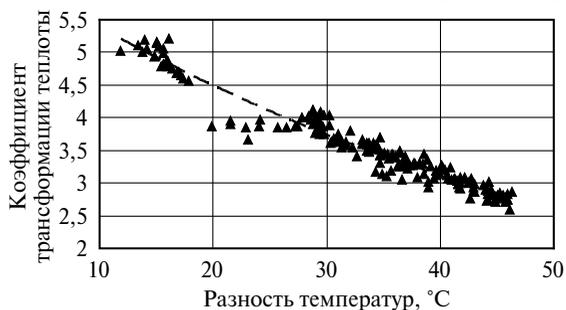
*И.В. Парёхина, асп.; К.О. Виноградова, студ.;  
рук. И.В. Яковлев, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА**

В работе приводятся данные испытаний теплонасосной установки (ТНУ) в составе систем обеспечения микроклимата и теплоснабжения плавательного бассейна НИУ «МЭИ». В качестве источника низкопотенциального тепла используется влажный воздух вытяжной системы вентиляции. Получаемое высокопотенциальное тепло используется на подогрев воды чаши бассейна либо на частичное покрытие нужд системы горячего водоснабжения (ГВС).

Проведены серии опытов с целью определения реальных показателей работы ТНУ в составе установки утилизации теплоты и оптимальных параметров работы системы при разных значениях температур испарения и конденсации. По результатам измерений вычислялись значения коэффициента трансформации теплоты; разность температур конденсации и испарения; экономия, получаемая в результате замещения части тепловой энергии, поставляемой в систему ГВС из тепловой сети, тепловой энергией, получаемой от ТНУ.

По результатам испытаний экономия финансовых средств по оплате потребленных энергоносителей имеет место при коэффициентах трансформации теплоты, превышающих значение 3,5. Установлено, что оптимальными режимами работы ТНУ являются режимы, в которых разность температур конденсации и испарения не выше 30 °С, при этом коэффициент трансформации теплоты, превышает значение, равное 4 (рис. 1).



**Рис. 1. Зависимость коэффициента трансформации теплоты от разности температур конденсации и испарения (опытные данные)**

М.Ю. Пашкина, студ.; рук. А.Л. Ефимов, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КВАНТОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ВЫРАБОТКУ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В настоящее время существует множество технологий, основная цель которых – оптимизировать затраты на потребляемые энергоресурсы. Данная работа направлена на определение влияния квантовых структурных преобразователей (КСП) на выработку тепловой энергии на объектах МУП «Тепловые сети» г. Муром Владимирской области.

Квантовый структурный преобразователь инициирует в системах теплоснабжения (отопления и горячего водоснабжения) процессы преобразования энергии фазовых структурных переходов и энергомассообмена в теплоносителе (воде) и природного электричества в тепловую энергию.

Считается, что КСП, при самых минимальных материально-финансовых затратах на внедрение, позволяет существенно (до 30 % и более) уменьшить расход энергоносителя, используемого на нагрев теплоносителя в системах отопления, при минимальных изменениях их конструктивно-технологических схем, правил и режимов эксплуатации.

Результаты, полученные при наблюдении за работой КСП и анализе полученных данных с приборов учета (рис. 1), позволяют сделать вывод: влияние КСП после их установки на объектах, судя по характеру графиков изменения удельного потребления природного газа в рассматриваемый период, не обнаружено. Следовательно, утверждать о возможности получения технико-экономического эффекта от применения КСП в системах теплоснабжения нет оснований.

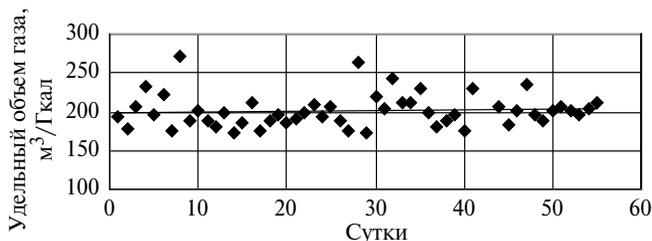


Рис. 1. Характер изменения расхода газа при стандартных условиях на 1 Гкал теплоты, отпущенной из котельной в период с 18.06.2014 по 13.08.2014

*М.В. Пророкова, асп.; Г.В. Кустова, студ.;  
рук. В.В. Бухмиров, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КОМФОРТНОСТИ ЗДАНИЙ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития науки, техники и технологий является энергосбережение и энергоэффективность [1]. Поскольку до 70 % потенциала экономии ТЭР сосредоточено в коммунальных инженерных системах и в конструкции зданий, наиболее часто реализуют энергосберегающие мероприятия, направленные на изменение теплотехнических характеристик наружных ограждений: утепление фасадов, замену оконных блоков на более энергоэффективные, замену входных дверей и ворот [2]. Однако при реализации подобных мероприятий экономия энергоресурсов достигается за счет герметизации здания, что для объектов с естественной вентиляцией может повлечь ухудшение микроклимата за счет снижения качества воздуха.

Оценка качества и комфортности микроклимата является важной и актуальной проблемой, поскольку связывает две основные задачи систем климатообеспечения: поддержание приемлемых для деятельности и самочувствия человека параметров среды в помещении и экономное расходование энергоресурсов.

В Ивановском государственном энергетическом университете разработан новый способ определения качества микроклимата, который основан на расчете составляющих уравнения теплового баланса человека с введением поправок на асимметрию радиационных потоков, радиационное охлаждение и качество воздуха. Данный способ оценки качества микроклимата может применяться при проектировании и настройке систем отопления, вентиляции и кондиционирования зданий с учетом требований энергосбережения и энергоэффективности, а также позволяет вводить при расчете уровня комфортности новые коэффициенты, учитывающие восприятие микроклиматических параметров различными гендерными и возрастными группами.

### **Литература**

1. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации».
2. Бухмиров В.В., Махов О.Н., Пророкова М.В. Результаты энергоаудита зданий и сооружений бюджетных учреждений // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Состояния и перспективы развития электротехнологий». Иваново: ФГБОУ ВПО ИГЭУ, 2013. Т. 2.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАМЕРНЫХ НАСОСОВ

Системы пневмотранспорта сыпучих материалов нашли широкое применение при производстве строительных материалов, в металлургии, а также в ряде других отраслей промышленности. Наиболее распространенными являются системы пневмотранспорта с камерными насосами.

Экспериментальные исследования систем пневмотранспорта, предназначенных для перемещения извести и цемента, выполнены на предприятии ОАО «Бонолит – Строительные системы» (г. Старая Купавна, Московская обл.) и ОАО «Кранекс» (г. Иваново). Целью работы было получение достоверных данных о режимных параметрах работы камерных насосов и проверки адекватности разработанной авторами математической модели движения двухфазных потоков.

Измерение давления выполнено при помощи датчиков типа «Овен ПД100-ДИ1,0-171-0,5». Сбор данных осуществлялся при помощи модуля дискретного ввода-вывода «Овен МК110-4ДН.4Р» и автоматического преобразователя интерфейса «Овен АС4». Окончательная обработка сигнала производилась с помощью программного пакета SCADA, используемого системой OWEN PROCESS MANAGER. Температура и расход сжатого воздуха были измерены с использованием погружного расходомера EE 776.

В результате эксперимента получены уникальные данные об изменении режимных параметров (расхода –  $V$ , м<sup>3</sup>/с; температуры, °С; давления сжатого воздуха, кПа) цикла разгрузки пневмокамерного насоса марки «Монжус НО-324МА» (рис. 1) и Gemco. Результаты экспериментальных исследований использованы для наладки режимов работы пневмотранспортных систем и модернизации конструкции пневмотранспортных установок в целях повышения их надежности и энергетической эффективности.

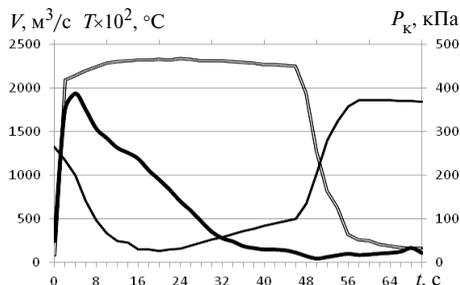


Рис. 1. Усредненные параметры цикла разгрузки пневмокамерного насоса «Монжус НО-324МА»

## КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЯ БАСЕЙНА НИУ «МЭИ»

Актуальность проблемы энергосбережения становится все более масштабной и серьезной. Существует множество аспектов рассмотрения данной проблемы. Особый вопрос – нерациональное использование тепловой энергии вследствие большого количества тепловых потерь. В качестве примера данной проблемы рассмотрим здание бассейна НИУ «МЭИ».

Основной целью данной работы является составление комплексного теплового баланса здания бассейна. Выделены пять основных задач: 1) анализ всех возможных теплопритоков и теплопотерь здания бассейна; 2) создание математической модели, описывающей выявленные теплопритоки и теплопотери здания; 3) создание математической модели теплового баланса и выявление индикаторов расчета; 4) оценка теплотехнической эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий; 5) оценка экономической эффективности теплосберегающих мероприятий, предложенных к реализации в здании бассейна НИУ «МЭИ».

Тепловые потери через ограждающие конструкции составляют значительную часть потерь и оказывают существенное влияние на тепловой баланс здания. Расчет проводится по формуле

$$Q_{\text{огр } i} = (t_{\text{в } i} - t_{\text{н } i})n_i(1 + \sum \beta)F_{\text{огр } i} / R_{o i},$$

где  $t_{\text{в } i}$  – температура внутреннего воздуха около  $i$ -го ограждения;  $t_{\text{н } i}$  – расчетная температура наружного воздуха (или температура более холодного помещения), если разница температур более  $5^\circ\text{C}$ ;  $F_{\text{огр } i}$  – расчетная площадь  $i$ -го ограждения,  $\text{м}^2$ ;  $n_i$  – коэффициент, учитывающий ориентацию наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;  $\beta$  – коэффициент добавочных потерь;  $R_{o i}$  – полное термическое сопротивление  $i$ -го ограждения,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

На теплопритоки здания дополнительно оказывает влияние оборудование инженерных систем отопления, вентиляции, водоснабжения, электрооборудования. Определение степени их влияния на тепловой баланс является одной из составляющих работы.

Разработка программного продукта по составлению теплового баланса позволит создать комплексную автоматизированную модель здания с целью упрощения процедуры оценки технической и экономической эффективности от внедрения энергосберегающих технологий.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРНОЙ БАТАРЕИ НА ШИНАХ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Локальные системы электроснабжения (СЭС) применяются на объектах нефтегазодобычи на территории РФ, где отсутствуют электрические сети единой электроэнергетической системы. В качестве электростанций в локальных СЭС используются группы параллельно работающих дизельных электрогенераторов (далее – ДЭГ). Большинство электродвигателей объектов нефтегазодобычи являются потребителями реактивной мощности [1]. Покрытие реактивной мощности таких потребителей требует увеличения токов возбуждения синхронных генераторов, что приводит к увеличению расхода топлива ДЭГ. Для снижения расхода топлива ДЭГ предлагается применение ступенчато-регулируемых конденсаторных батарей (КБ), установленных на шинах низкого напряжения [2].

При анализе эффективности выработки реактивной мощности рассматривались два нагрузочных режима работы ДЭГ ( $S_{\Sigma} = 10 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ ): первый с коэффициентом мощности  $\cos \varphi = 0,6$  и второй – с  $\cos \varphi = 0,8$ , реализуемый при включении на шины низкого напряжения трех КБ мощностью каждой  $Q = 1$  Мвар при одинаковой загрузке по активной мощности. Результаты расчетов сведены в таблицу:

Расчетные параметры	Первый режим	Второй режим
	$\cos \varphi = 0,6$	$\cos \varphi = 0,8$
Активная мощность генераторов $P$ , МВт	5	5
Реактивная мощность генераторов $Q$ , Мвар	6,7	3,75
Расход топлива, л/ч	1600	1120
Стоимость топлива, тыс. руб/ч	48	33,6

Во втором режиме ДЭГ разгружается по реактивной мощности и будет иметь дополнительный резерв по активной мощности.

Для рассматриваемого примера срок окупаемости затрат на установку КБ на автономной СЭС составит около 1 года. Окупаемость достигается за счет снижения расхода топлива дизельными электрогенераторами.

### Литература

1. **Меньшов Б.Г.** Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности: учебник для вузов. М.: Недра, 2000.
2. **Веников В.А., Жуков Л.А., Карташев И.И.** Статические источники реактивной мощности в электрических сетях. М.: Энергия, 1975.

Д.А. Трегубова, студ.; рук. И.В. Яковлев, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ

Целью работы является анализ целесообразности применения воздушных теплонасосных установок (ТНУ) в системах теплоснабжения зданий для средней полосы России с учетом фактических климатических условий и фактических характеристик применяемых низкотемпературных воздушных тепловых насосов.

Работоспособность тепловых насосов, даже самых низкотемпературных, ограничена температурой наружного воздуха не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . С понижением температуры наружного воздуха падает относительная ( $Q/Q_{\text{ном}}$ ) теплопроизводительность ТНУ (рис. 1). В случае перехода на автономное теплоснабжение с применением ТНУ при более низких температурах требуемую тепловую нагрузку придется возмещать от электрических котлов. Происходит замещение относительно дешевой тепловой энергии из тепловой сети на более дорогую электрическую энергию. На сегодня, например, для потребителей Московской области стоимость электроэнергии превышает стоимость тепла в 2,7 раза.

В работе сделаны расчеты фактической потребности системы отопления здания в теплоте, потребления тепловой и электрической энергии системами теплоснабжения (автономной, комбинированной). Сравнение потребления энергоресурсов в условных и финансовых единицах показало, что энергоэффективное применение тепловых насосов с позиции минимума энергозатрат (или стоимости энергоресурсов) в зависимости от доли тепловой энергии, замещаемой тепловыми насосами, имеет место, если эта доля составляет примерно 0,26 от общей потребности в теплоте (рис. 2).

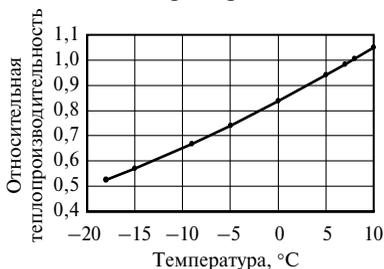


Рис. 1. Относительная теплопроизводительность ТНУ в зависимости от температуры наружного воздуха

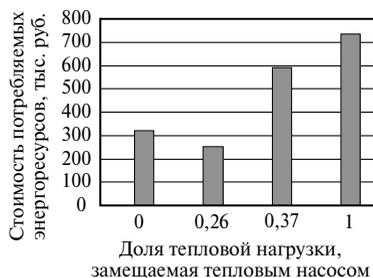


Рис. 2. Стоимость потребленных энергоресурсов в зависимости от доли тепловой нагрузки, замещаемой ТНУ

*Р.Ф. Хаматханов, студ.; рук. К.Х. Гильфанов, д.т.н., проф.  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

В целях оценки возможности использования тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов был проведен сравнительный расчет энергозатрат систем отопления с применением тепловых насосов, дизельного и электрического котлов. Сравнение с энергозатратами в случае применения газовых котлов не проводилось, так как магистральный газ имеет низкую стоимость по сравнению с другими энергоносителями, а средняя стоимость котла, включая монтаж, ниже стоимости теплового насоса.

В зависимости от климатических условий региона были подобраны оптимальные варианты систем теплоснабжения с использованием тепловых насосов. Рассматривалась возможность использования тепловых насосов для кондиционирования, что является одним из их преимуществ.

В регионах с расчетной зимней температурой наружного воздуха ниже  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  желательно использовать тепловой насос типа «вода–вода».

Отбор тепла осуществляется из грунта посредством замкнутого вертикального трубопровода, установленного в пробуренную скважину заданной глубины. Свободное пространство скважины для повышения эффективности теплосъема заполняется бентонитовым раствором. Внутри контура циркулирует незамерзающая жидкость.

Затраты на кондиционирование в летнее время снижаются в связи с тем, что в данном режиме происходит естественная передача тепла из помещения в грунт через скважины. При этом энергозатраты осуществляются только на работу двух циркуляционных насосов.

Для регионов с расчетной зимней температурой наружного воздуха ниже  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  также возможен моноэнергетический режим работы и использование теплового насоса типа «воздух–вода». Моноэнергетический режим работы подразумевает использование второго теплогенератора, потребляющего электрическую энергию. При этом до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  работает тепловой насос, при понижении температуры ниже указанной тепловой насос приостанавливает свою работу, а теплоснабжение осуществляется за счет электронагревательной вставки (ТЭН), встроенной в буферный накопитель. При повышении температуры тепловой насос продолжает свою работу, а электронагревательная вставка отключается.

*А.С. Хлынин, асп. (НГТУ им. Р.Е. Алексеева); рук. О.В. Крюков, к.т.н., доц., гл. спец. (ОАО «Гипрогазцентр», г. Н. Новгород)*

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ИНВАРИАНТНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОМ**

Надежная и энергоэффективная работа оборудования магистральных газопроводов (МГ) России в условиях резкоконтинентального климата зависит от строгого и системного соблюдения оптимальных показателей работы каждого локального объекта компрессорных станций (КС). Это в значительной степени определяется совершенством алгоритмов стабильной работы электроприводных турбокомпрессоров (ЭТК), являющихся основными потребителями электроэнергии при транспорте газа [1].

Анализ режимов и особенностей функционирования ЭТК в реальных условиях показал, что рациональное применение автоматизированного частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) позволяет обеспечить высокие показатели производительности транспорта газа, энерго- и ресурсосбережения, повысить надежность и долговечность работы установок.

Однако ЭТК МГ России функционируют в условиях стохастических возмущений, при которых момент нагрузки, скорость и технологические параметры значительно изменяются во времени [2].

Методология оптимизации параметров ЧРП ЭТК основана на статистических функциях распределения конкретного агрегата и метода регрессионного анализа. При этом в зависимости от глубины предварительных статистических исследований используются методы коэффициентов случайного действия, статистически упорядоченных диаграмм или статистически эквивалентной случайной величины, действующей на систему.

Исследования с привлечением аппарата теории вероятности показали, что процесс нагружения ЧРП ЭТК и других установок газотранспортной системы распределен по закону Райса, плотность распределения которого определяется выражениями распределений Релея или Гаусса. Для приближенных задач оценки случайной нагрузки ЧРП ЭТК мощностью 4–25 МВт целесообразно использовать таблицы этих распределений.

Рассмотренные примеры практической реализации регрессионных алгоритмов управления инвариантными системами ЭТК на ряде КС ОАО «Газпром» позволяют рекомендовать предложенные методы оптимизации ЭТК и прочих электроприводов агрегатов КС к дальнейшему внедрению.

### **Литература**

1. **Крюков О.В., Хлынин А.С., Белов А.С.** Моделирование работы электроприводов газоперекачивающих агрегатов // Труды VIII МНТК АЭП-2014. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. Т. 2.
2. **Крюков О.В., Хлынин А.С.** Концепция инвариантных систем электроприводов ГПА // Труды Всерос. конференции «АЭП и автоматика». Липецк, 2014.

*А.Н. Шалаганова, М.Ж. Тастанбеков, студенты;  
рук. О.А. Степанова, к.т.н., доц. (ГУ им. Шакарима, г. Семей)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

В настоящее время все более актуальной становится проблема оптимального функционирования систем теплоснабжения. При изучении этой проблемы целесообразно в комплексе рассматривать требования к экологической безопасности и экономичности систем теплоснабжения. Исследование путей совершенствования схем и параметров тепловых сетей дает возможность проведения мероприятий по повышению их эффективности и надежности. При этом особое внимание следует уделить влиянию параметров отопления на качество обогрева помещений. В «Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года» отмечена необходимость снижения уровня потерь в тепловых сетях и удельных затрат на выработку тепловой энергии, а также снижения потребления тепла в жилищном секторе [1].

При исследовании эффективности систем теплоснабжения использовались стандартные методики измерения температур отопительных приборов, теплоносителей и окружающей среды. Была исследована эффективность системы теплоснабжения четырехэтажного административного здания ГУ им. Шакарима. Установлено, что качество обогрева помещений зависит от перегрева или недогрева сетевой воды в подающем трубопроводе, от изменения внутренней температуры в течение отопительного периода, от коэффициента теплопередачи и площади теплоотдачи отопительных приборов и трубопроводов системы отопления, от характеристик теплозащиты здания и внутренних тепловыделений. Отклонение реальной температуры в помещении от нормируемой приводит к дискомфорту [2, 3, 4]. Выявлены некоторые отклонения температуры прямой сетевой воды от температурного графика, колебание ее расхода и влияние их на тепловой поток от отопительных приборов.

### **Литература**

1. **Постановление** Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724 «Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года».
2. **Герд Бём, Аллендорф Эдер.** Основные черты современной отопительной техники // KÖNLE + HEIZUNG. – 1983.
3. **Волов Г.Я.** Влияние понижения температуры теплоносителя на работу системы отопления // Энергия и менеджмент. 2011. № 2.
4. **Пятин А.А.** Влияние на качество обогрева здания параметров отопления // Свой мастер. Стиль и дизайн. URL: <http://svoymaster.com/santehnika/> (дата обращения: 06.10.2014).

## Секция 35

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

*Председатель секции — зав. каф. ПТС, к.т.н. Ю.В. Яворовский*  
*Секретарь секции — к.т.н., доцент Е.В. Жигулина*

*Ч.Р. Ахметов, студ.; рук-ми: Р.Н. Валиев, к.т.н., доц.;*  
*Н.Н. Фахреев, ст. преп. (КГЭУ, г. Казань)*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ И ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК

Одним из приоритетных направлений как в промышленности, так и в сфере ЖКХ является переоборудование водогрейных котельных в мини-ТЭЦ путем включения в существующую технологическую схему электрогенерирующих установок, к которым с полным правом можно причислить установки на базе газопоршневых двигателей внутреннего сгорания [1]. При правильной организации проектирования, монтажа и эксплуатации совместная работа водогрейных котлов и газопоршневых установок позволит обеспечить независимое и надежное электроснабжение установленного в котельной оборудования и уменьшить удельный расход условного топлива на единицу вырабатываемой тепловой энергии. Рассматриваемое решение считается эффективным при организации электро- и теплоснабжения в масштабах малых городов, сельских поселений и промышленных предприятий, не имеющих рядом комбинированных источников тепловой и электрической энергии [2].

Согласно принятому решению в существующую технологическую схему водогрейной котельной включается газопоршневая установка, обеспечивающая электропотребности котельной (насосы, дымососы, дутьевые вентиляторы, освещение и др.) с передачей теплоты от отработавших продуктов сгорания и системы охлаждения газопоршневого двигателя технологическим потокам (сетевой, сырой или химочищенной воде). Сравнительный анализ эффективности совместной работы водогрейных котлов с газопоршневой установкой выполнен для нескольких вариантов использования теплоты, снимаемой с систем выхлопа и охлаждения. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что наименее энергозатратным

является вариант, в котором тепловая энергия систем выхлопа и охлаждения используется для подогрева обратной сетевой воды.

### **Литература**

1. **Технические** и экономические критерии выбора мощности мини-ТЭЦ на промышленных предприятиях (часть 1) / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, Н.Н. Головкин и др. // Промышленная энергетика. 2006. № 4.
2. **Директор Л.Б., Попель О.С., Фрид С.Е.** Анализ эффективности мини-ТЭЦ на базе ДВС при переменных тепловых нагрузках. – Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2010. № 3 (99).

*Р.В. Бабин, Л.М. Рахимова, студенты, Ю.К. Дёмин, асп.;*  
*рук. С.В. Картавцев, д.т.н., доц.*  
*(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОТЫ СЖАТИЯ В АХМ**

Сжатый воздух является одним из наиболее распространенных энергоносителей на любом промышленном предприятии. Так, доля расхода первичной энергии для производства сжатого воздуха колеблется от 5 до 90 % от общего энергопотребления предприятия.

Для экономии энергии в компрессорных установках применяют промежуточное охлаждение сжимаемого газа в вынесенных теплообменниках, установленных между группами ступеней сжатия. При этом величина отводимого теплового потока сопоставима с мощностью привода компрессора. Однако в настоящее время почти вся эта теплота никак не используется и выбрасывается в окружающую среду.

Таким образом, возникает задача повышения эффективности работы компрессорной установки за счет использования выделяемой при сжатии теплоты.

При выборе направления по использованию получаемой тепловой энергии в первую очередь необходимо учитывать собственные нужды компрессорной установки: электроэнергия на привод оборудования и холод для понижения температуры сжимаемого газа.

Для производства холода на тепловыделении от компрессорной установки можно использовать абсорбционные холодильные машины (АХМ). Так, бромистолитиевые АХМ позволяют получить холод при температуре до 5 °С с КПД около 60 %. Полученный холод можно направить либо на охлаждение промежуточного теплоносителя, либо на охлаждение воздуха, поступающего в компрессор. В результате произойдет сокращение затрат, соответственно на охлаждение и циркуляцию промежуточного теплоносителя либо на сжатие воздуха в компрессоре.

Для оценки экономии энергии от охлаждения воздуха на входе в компрессор был произведен расчет двухступенчатого сжатия с промежуточным охлаждением. В первом случае воздух поступал в компрессор при температуре 20 °С, во втором случае 10 °С.

При степени сжатия большей, чем 1,8, температуры отводимого теплового потока достаточно для работы АХМ, и при этом можно получить около 7,5 % экономии энергии на привод двухступенчатого компрессора.

Таким образом, использование отводимой теплоты сжатия в АХМ для выработки холода может позволить сократить затраты энергии на сжатие воздуха, а следовательно, и энергоемкость конечного продукта.

*Р.Б. Белов, асп.; рук. И.А. Султангузин, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ**

Анализ топливно-энергетических балансов нефте- и газоперерабатывающих заводов показал, что основное потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) расходуется на процессы ректификации, потребляющие большое количество газа, тепловой энергии в виде пара, а также электроэнергии для процессов охлаждения.

Целью работы является выявление наиболее эффективных схем с применением энергосберегающих мероприятий в установках первичной переработки нефти.

Основными задачами данной работы являются моделирование процессов ректификации, протекающих в установках атмосферной и вакуумной переработки нефти на нефтеперерабатывающем заводе, в программе Aspen HYSYS, сравнение результатов с нормами технологического режима и результатами инструментального обследования, рассмотрение различных модернизированных схем для получения наибольшей экономии ТЭР.

В ходе работы выполняется построение математических моделей установок первичной переработки нефти в программной среде Aspen HYSYS. Погрешность расчетных моделей не превышала 5–10 % по сравнению с результатами энергообследования [1].

Расчеты показали, что утилизация теплоты дымовых газов печей на подогрев воздуха горения для одной из установок позволит получить годовую экономию топливного газа 3,21 тыс. т у.т. (~11,2 млн руб.), на выработку пара в котле-утилизаторе – 4,51 тыс. т у.т. (~47,3 млн руб.). Применение пинч-технологии на установках первичной переработки нефти даст снижение энергопотребления дополнительно на 10 %. Таким образом, суммарная экономия за счет использования вторичных энергоресурсов (ВЭР) и совершенствования энерготехнологической схемы может составить до 20–30 % от исходного потребления ТЭР. При этом срок окупаемости энергосберегающих мероприятий составляет от 1 до 3 лет.

### **Литература**

1. **Совершенствование** процессов ректификации углеводородов с применением тепловых насосов на основе моделирования в программе ASPEN HYSYS / И.А. Султангузин, Т.П. Шомова, С.Ю. Курзанов, Р.Б. Белов // Надежность и безопасность энергетики. 2014. № 2.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РФ**

При решении вопросов энергосбережения особое внимание уделяется комплексному использованию топливно-энергетических ресурсов на основе энергоэффективных когенерационных и особенно тригенерационных систем теплоснабжения потребителей. На различных предприятиях и в ЖКХ практически всегда имеется потребность в искусственном холоде с температурным уровнем от  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  до минус  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. В настоящее время за рубежом активно начинают применяться централизованные системы холодоснабжения не только на промышленных предприятиях, но и для целей кондиционирования групп жилых и коммерческих зданий.

Например, в Южной Корее интенсивно развиваются системы централизованного холодоснабжения (СЦХ). Общая установленная мощность СЦХ составляет 880 МВт, а протяженность сетей холодоснабжения самой крупной СЦХ – около 14 км. В г. Хельсинки (Финляндия) существует централизованная система холодоснабжения, общая холодопроизводительность источников холода, к 2010 году превысила 100 МВт, а к 2020 году планируется уже на уровне 250 МВт. Предполагается, что общая протяженность сетей централизованного холодоснабжения составит 100 км к 2020 году.

В данной работе были проведены расчетные исследования энергетических показателей вариантов применения СЦХ для различных объектов, расположенных в Москве и Сочи. Рассмотрены варианты использования имеющихся источников естественного охлаждения: воздух, морская вода. Показано, что использование источников естественного охлаждения для дата-центров и других кондиционируемых помещений с круглосуточным режимом охлаждения может давать существенную экономию энергии, затрачиваемой на производство холода. Рассмотрены различные схемные решения использования парокомпрессионных и абсорбционных холодильных установок различной мощности. Показано, что затраты электрической энергии в парокомпрессионных холодильных установках примерно в 7–8 раз больше, чем в абсорбционных при одинаковых холодопроизводительности и температурном уровне холода. Показано, что при подземной прокладке сетей холодоснабжения и транспортировке холода с температурным уровнем  $+7\dots+12\text{ }^{\circ}\text{C}$  потери холода будут составлять менее 1 % при протяженности сетей в 100–200 м даже в случае, когда на трубопроводах отсутствует тепловая изоляция.

## **КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ СКРЫТЫХ ПОЛЫХ ОБЪЕКТОВ**

Структура современных трубопроводных коммуникаций крайне несовершенна. В них по-прежнему преобладают недолговечные металлические трубы (в среднем по России 70 %). Уже через 5–10 лет они начинают терять герметичность и пропускную способность. Как следствие, уровень износа основных фондов отрасли водоканализационного хозяйства в последнее время достиг более 40 %, 300 тыс. км трубопроводов (в целом по России) нуждаются в срочном капитальном ремонте, а более 50 тыс. км подлежат замене из-за аварийного состояния. По расчетам специалистов при сохранении нынешних темпов ремонта в XXI веке инженерные сети ЖКХ будут изношены до 70 % и более, потери воды возрастут до 60 %, и стоимость жилищно-коммунальных услуг, оказываемых населению, возрастет в 2–2,5 раза.

Для решения указанных недостатков разработан метод и методика определения местоположения и диагностики скрытых полых объектов. Проведены теоретические и экспериментальные исследования, подтверждающие эффективность применения предлагаемого технического решения.

Технический результат достигается тем, что в трубопроводе осуществляют генерирование звуковых колебаний с резонансной частотой в диапазоне от 800 до 3100 Гц, с помощью динамического излучателя, который устанавливается на месте запорно-регулирующей арматуры. Посредством чувствительного элемента, настроенного на резонансную частоту трубопровода, производят измерение амплитуды полезного сигнала, после чего осуществляют поиск и диагностику трубопровода путем перемещения чувствительного элемента над грунтом в сторону сохранения максимальной амплитуды колебаний грунта на этой резонансной частоте.

Предлагаемый метод позволяет упростить определение расположения трубопроводов. В связи с тем, что возбуждается резонансная частота искомого объекта, повышается избирательность контроля. Предлагаемый способ обеспечивает высокую достоверность обнаружения как неметаллических, так и металлических трубопроводов.

Для тестирования предлагаемого метода была создана экспериментальная установка.

*А.П. Евенко, студ.; рук-ли В.Г. Хромченков, ст. преп.;  
Е.В. Жигулина, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПАРА В ТУРБОКОМПРЕССОРАХ**

Работа технологических и энергетических установок, в которых происходят высокотемпературные процессы, зачастую связаны с выработкой пара низкого давления (0,2–0,3 МПа), в частности системами испарительного охлаждения (СИО). Так, например, суммарный выход пара СИО мартеновских печей и клапанов доменных воздухонагревателей на металлургическом комбинате составляет многие десятки т/ч. Из-за низкого давления пара он практически не находит себе место в тепловом балансе предприятия.

Повысить тепловой потенциал пара низкого давления можно, увеличив давление пара до требуемых значений, например в компрессоре, с последующей его подачей в паровую систему предприятия или с использованием в локальной энерготехнологической системе.

Авторами были проведены расчетные исследования по определению энергетической эффективности повышения давления пара в широком диапазоне давлений до и после его компремирования. В результате была построена номограмма, по которой можно быстро определить величину экономии топлива за счет компремирования пара по сравнению с традиционным способом получения тепла в котельной или ТЭЦ.

Рассмотрены также вопросы, связанные с энергетической целесообразностью осуществления промежуточного и конечного охлаждения пара различными способами – как с использованием поверхностного теплообменника, так и с впрыском охлаждающей воды. В первом случае решаются три проблемы: пар из перегретого охлаждается до насыщенного состояния, что обычно необходимо потребителю; уменьшается мощность на привод компрессора и утилизируется теплота охлаждения пара после его сжатия на нужды системы теплоснабжения. Во втором случае увеличивается количество компремированного пара.

Было выявлено наличие оптимальных соотношений степеней сжатия в ступенях компрессора при использовании промежуточного охлаждения.

Также была рассмотрена система «паровой компрессор-конденсационная турбина», с выработкой электрической и тепловой энергии при использовании в качестве промежуточного охладителя компрессора теплообменника системы теплоснабжения.

*М.Н. Запарнюк, Л.Х. Исянгильдина, студенты;  
Ю.К. Демин, асп.; рук. Е.Г. Нешпоренко, к.т.н., доц.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ РУДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В настоящее время применение газотурбинных установок (ГТУ) в энергетике является перспективным направлением для выработки электрической энергии с совместным применением в качестве высокотемпературной надстройки над классическим паротурбинным циклом.

На металлургических предприятиях, базирующихся на традиционной аглококсодовой технологии, остро стоит вопрос о ресурсной базе в связи с уменьшением запасов магнетитовых руд. Вовлечение альтернативных руд, таких как сидеритовых или титаномагнетитовых, ограничено технологией доменной плавки.

В действующей технологии обжиг сидеритовой руды реализуют в шахтных печах с применением природного газа (ПГ). Поскольку температура горения ПГ превышает 2000 °С, а на обжиг по автономной технологии требуется не более 700 °С, сжигание ПГ ведут с большим избытком воздуха, из-за чего теплота сгорания ПГ используется неэффективно.

Применение ГТУ в качестве комбинированной установки для выработки как электрической энергии, так и тепловой на основе сжигания природного газа позволит значительно повысить эффективность использования топлива. В ГТУ, имеющей КПД 35 %, продукты сгорания природного газа с высокой температурой используются для производства электрической энергии, а отходящие газы ГТУ с температурой 650–700 °С могут быть использованы для процесса обжига сидеритовой руды.

Расчеты показывают, что применение ГТУ с электрической мощностью 100 МВт и тепловой частью 185 МВт (отходящие продукты сгорания природного газа) позволит обеспечить энергией комплексы дуговой сталеплавильной печи (ДСП) и обжига сидеритовой руды. Из термодинамических расчетов видно, что в термодинамически идеальных условиях тепловой энергии ГТУ будет достаточно для обжига более 13 т/мин сидеритовой руды с образованием 4,25 т/мин FeO при температуре 650 °С.

Таким образом, открывается возможность использования переработанной сидеритовой руды в шихте доменного производства с одновременной выработкой электрической энергии в количестве, достаточном для энергоснабжения ДСП.

Применение ГТУ в промышленном комплексе черной металлургии позволит существенно повысить эффективность использования теплоты топлива и в целом даст интенсивный энергосберегающий эффект.

## **РАЗРАБОТКА СХЕМНОГО РЕШЕНИЯ АВТОНОМНОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ**

На современном этапе развития цивилизации экономический рост в любой стране тесным образом связан с функционированием топливно-энергетического комплекса. Со все возрастающими темпами и широкими масштабах идет процесс потребления традиционных не возобновляемых источников энергии – угля, нефти, природного газа. Их запасы необратимо истощаются и впереди возможны трудности с энергетическими ресурсами. В настоящее время стал актуальным вопрос о переходе от традиционных источников энергии к альтернативным [1].

С этой идеей связана данная работа: предложение нового возобновляемого источника энергии – биогаза и применение его в масштабах всей страны.

Объектом исследования является Люберецкая станция аэрации. Основная цель – получение биогаза путем переработки отходов станции. Затем полученный газ направляется в ПГУ. Таким образом, на станции получают тепловую и электрическую энергию [2]. В настоящее время более 50 % затрат станции аэрации на собственные нужды покрывается за счет выработки электроэнергии ПГУ. На станции установлено импортное оборудование.

Основные задачи исследования – разработка мероприятий, связанных с реконструкцией станции и определением возможности использовать ГТУ вместо ПГУ, решение проблемы импортозамещения [3]. Произведен подбор необходимого оборудования для получения максимальных показателей качества использования переработанных отходов; рассчитаны технико-экономические показатели и определены сроки окупаемости затрат. Данная работа сможет показать нам возможность работы станции аэрации автономно.

### **Литература**

1. **Шпильрайн Э.Э.** Проблемы и перспективы возобновляемой энергии в России // Перспективы энергетики. 2003. Т.7.
2. **Твайделл Дж., Уэйр А.** Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. **Щелкунов Г.** Производство и использование биомассы // Энергосбережение. 2007. № 5.

*О.А. Ивакина студ.,; рук. Е.Г. Гашо, к.т.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОТУРБИННОЙ НАДСТРОЙКИ**

Одной из приоритетных задач энергетики является нахождение перспективных направлений повышения эффективности выработки электроэнергии и отпуска тепловой энергии потребителям. Одним из таких направлений является газотурбинная надстройка на существующих ПТУ ТЭЦ.

Была проведена оценка эффективности существующей ТЭЦ МЭИ. Основные производственные показатели: электрическая мощность – 4 МВт, тепловая мощность – 14,6 Гкал/ч, [1] удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию – 298,3 г/кВт·ч, удельный расход топлива на отпущенную тепловую энергию – 161,4 кг/Гкал.

В результате реконструкции предусматривается установка газовой турбины GPB80D «Кавасаки» (Япония), котла-утилизатора парового и паротурбинной установки П-25/10,5-3,8/0,5. Была рассчитана тепловая схема, подобран котел-утилизатор, вспомогательное оборудование. Показатели эффективности после реконструкции: электрическая мощность – 15,62 МВт, тепловая мощность – 22,74 Гкал/ч, удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию – 202 г/кВт·ч.

Таким образом, электрическая мощность увеличилась на 290,5 %, тепловая мощность увеличилась на 55,8 %, удельный расход топлива на отпуск электроэнергии снизился на 47,7 %, КИТ увеличился на 18 %. Также установка газовой турбины и котла-утилизатора позволила снизить экологическую нагрузку за счет улучшения следующих параметров:

- температура уходящих газов за котлом-утилизатором составляет 120 °С, а не 140–160 °С, как за энергетическими котлами ТЭЦ;
- ПГУ требует меньше охлаждающей воды, чем паротурбинная ТЭЦ такой же мощности;
- количество окислов азота за ГТУ меньше, чем за энергетическими котлами.

Данное мероприятие было разработано в соответствии с оценкой эффективности проведенного в НИУ «МЭИ» аудита.

### **Литература**

1. **Баженов М.И.** Турбина № 2 ТЭЦ МЭИ: Методическое пособие к практическим занятиям по курсу «Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий» по направлению «Промышленная теплоэнергетика». М.: Изд-во МЭИ, 2002.

*И.И. Ильяшенко, студ.; рук-ли Е.В. Жигулина, к.т.н., доц.;  
В.Г. Хромченков, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА НА ТЭС**

Исследование посвящено оценке возможности замены использования на тепловых электрических станциях (ТЭС) в качестве резервного топлива сжиженных углеводородов вместо мазута. Внедрение детандер-генераторных агрегатов (ДГА) на ТЭС позволяет понизить температуру газа до уровня, необходимого для частичной конденсации природного газа, также они позволяют выработать дополнительную электрическую энергию.

Использование первичных энергоресурсов на территории РФ неоднородно. В Европейской части страны преобладает природный газ, на Дальнем Востоке и в Сибири уголь. В дальнейшем ожидается рост использования природного газа, в связи с планируемым строительством газопровода «Сила Сибири», что приведет к газификации восточной (азиатской) части России. В России за 20 лет планируется увеличение добычи природного газа на 27 %, и общий объем добываемого газа будет достигать 850 млрд м<sup>3</sup> в год.

При использовании в качестве резервного топлива мазута на ТЭС имеют место большие затраты на собственные нужды, связанные в первую очередь с необходимостью круглогодичного подогрева мазута паром, затратами электроэнергии на организацию его циркуляции, затратами на дополнительный персонал на слив мазута, организацию его хранения и т.д. Также при работе на мазуте снижается КИТ котельных установок, вследствие повышения температуры дымовых газов за котлом, для снижения их коррозионной активности, образуются отложения продуктов горения на поверхностях теплообмена, и имеет место экологическое загрязнение, из-за высокого содержания серы в мазуте. Использование природного газа в качестве резервного топлива исключает описанные недостатки, связанные с хранением и сжиганием мазута.

В настоящем исследовании проведен расчет количества резервного топлива на основных ТЭС России, а также всех ТЭЦ Москвы, который позволил создать графическую зависимость необходимого количества резервного топлива от установленной электрической мощности.

Разработаны и рассчитаны конкретные схемы получения необходимого газового конденсата при применении ДГА на ТЭС путем использования программных средств.

Для решения целесообразности применения схем необходим комплексный анализ.

*И.Р. Исмагилов, студ.; рук. А.В. Рыженков, к.т.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СЛОЕВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЛАТУННЫХ ТРУБ КОЖУХОТРУБНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**

Одной из главных проблем систем теплоснабжения является формирование слоев отложений, в частности продуктов коррозии на внутренних поверхностях теплообменного оборудования тепловых пунктов систем теплоснабжения, что приводит к резкому увеличению шероховатости, вследствие чего значительно увеличивается гидравлическое сопротивление и снижается пропускная способность оборудования.

Постепенное зарастание внутренних стенок сопровождается нарушением режима отпуска тепла, в связи с этим эксплуатирующие организации вынуждены включать в работу дополнительное насосное оборудование, либо заменять насосное оборудование новым, более мощным что в свою очередь ведет к перерасходу электроэнергии на перекачку воды [1, 2].

Одним из методов борьбы с накоплением отложений на теплообменных поверхностях является формирование молекулярных слоев ПАВ, что позволяет изменять условия течения теплоносителя. В ходе выполнения исследований был разработан и сконструирован экспериментальный стенд и отработана методика выполнения эксперимента. Исходя из этого были проведены экспериментальные исследования по определению снижения гидравлического сопротивления латунных труб кожухотрубных теплообменных аппаратов посредством формирования молекулярных слоев ПАВ на теплообменных поверхностях.

Анализ экспериментальных данных показал, что после формирования молекулярных слоев ПАВ на теплообменных поверхностях снижение гидравлического сопротивления достигает 23 %.

### **Литература**

1. **Соколов Е.Я.** Теплофикация и тепловые сети. М.: Издательство МЭИ, 2001.
2. **Кутилов В.А.** Реформа ЖКХ: проблема теплоснабжения и отсутствие интереса к энергосберегающим технологиям // С.О.К. 2009. № 7.

Л.Х. Исянгильдина, М.Н. Запарнюк, студенты, Ю.К. Демин, асп.;  
рук-ли: Е.Г. Нешпоренко, к.т.н., С.В. Картавцев, д.т.н., доц.  
(МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

## ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДВОДИМОЙ ТЕПЛОТЫ В ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЕЧИ

В связи с ростом стоимости органических топлив остро встает задача внедрения технологий, позволяющих более полно использовать потенциал, выделяемый при горении. В современной промышленности нашли широкое применение разнообразные печи, использующие теплоту, выделяемую при сжигании топлива, с температурой значительно ниже той, которая получается при горении топлива с коэффициентом избытка воздуха, равным единице. При этом происходит потеря работоспособности выделяемой теплоты.

Решением данной проблемы может являться применение газовых турбин, позволяющих охладить дымовые газы с выработкой электроэнергии.

Для оценки изменения работоспособности в зависимости от начальной температуры дымовых газов был произведен расчет коэффициента работоспособности:

$$\tau_q = 1 - T_0 / T, \quad (1)$$

где  $T_0$  – температура окружающей среды, К;  $T$  – температура подвода теплоты, К.

Конечная температура дымовых газов после потребителя и температура окружающей среды были приняты 300 °С и 20 °С соответственно. Температура горения – 1900 °С, температура на входе в газовую турбину – 1410 °С. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

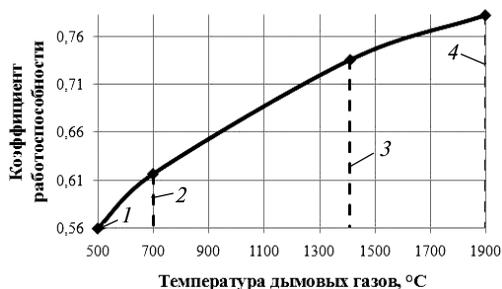


Рис. 1. Изменение коэффициента работоспособности:

$$1 - t_{д.г} = 500 \text{ °С}; 2 - t_{д.г} = 700 \text{ °С}; 3 - t_{д.г} = 1410 \text{ °С}; 4 - t_{д.г} = 1900 \text{ °С}$$

Из рисунка видно, что  $\tau_q$  при начальной температуре дымовых газов 1410 °С в 1,2 и 1,3 раза больше, чем при 700 °С и 500 °С соответственно.

Таким образом, применение газовых турбин для охлаждения дымовых газов перед потребителем позволяет сократить потери работоспособности подводимой теплоты и дополнительно генерировать электроэнергию.

*Н.С. Калмыкова, В.Н. Мурашова, студенты; рук-ли Ю.К. Демин, асп.,  
С.В. Картавцев, д.т.н., доц. (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)*

## **ПРОИЗВОДСТВО ХОЛОДА И ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОЫДЕЛЕНИИ ОТ МНЛЗ**

К 2013 году мировая выплавка стали достигла 1,582 млрд т в год. Около 90 % всей производимой стали разливается на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). При разливке стали выделяется порядка 840 МДж/т тепловой энергии, которая в настоящее время не используется и выбрасывается в окружающую среду. Учитывая масштабы потерь теплоты, актуальной является задача по использованию отводимой в МНЛЗ тепловой энергии.

В МНЛЗ отводимая теплота передается охлаждающей воде. На выходе из кристаллизатора охлаждающая вода имеет температуру до 40 °С. Однако при применении системы испарительного охлаждения имеется возможность получить влажный пар с заданной температурой. В зоне вторичного охлаждения раскаленную заготовку поливают охлаждающей водой и таким образом получают влажный пар с температурой около 100 °С.

Следовательно, имеется возможность отводить от МНЛЗ теплоту в виде потока влажного пара с температурой около 100 °С.

При выборе направления использования отведенной теплоты необходимо в первую очередь учитывать собственные нужды МНЛЗ:

- электрическая энергия, на привод механического оборудования и насосов для циркуляции охлаждающего теплоносителя;
- холод для охлаждения теплоносителя, подаваемого в МНЛЗ.

Генерация электрической энергии на тепловыделениях МНЛЗ возможна в случае применения органического цикла Ренкина на низкокипящих рабочих телах. В свою очередь, производство холода возможно при использовании абсорбционных холодильных машин.

Оценка возможного энергосберегающего потенциала при реализации приведенных выше мероприятий представлена в таблице.

Таблица

**Энергосберегающий потенциал**

Направление	КПД	Потенциал
Генерация эл. энергии	10 %	84 МДж/т
Производство холода	60 %	504 МДж/т

Таким образом, использование теплоты, отводимой от стали в МНЛЗ, открывает возможности по генерации электрической энергии для покрытия собственных нужд или сокращения затрат на охлаждение теплоносителя за счет производства холода.

*И.Г. Капустина, Ю.В. Рудометкина, студенты;  
рук. В.И. Романов, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОКОНДЕНСАТНОЙ СИСТЕМЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА**

В работе представлены результаты анализа эффективности существующих систем нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Характерная особенность большинства НПЗ в РФ – блочное построение мощных установок, разнесенных по территории завода на сотни метров из условий безопасности, что определяет протяженность паропроводов в сотни километров.

Потребителями пара являются как мощные теплообменники – ребойлеры, потребляющие десятки тонн пара в час, так и паровые спутники, потребление которых может составлять десятки килограмм в час.

Результаты как аудита, так и расчетов показывают, что коэффициент использования теплоты пара составляет около 30 %, что позволяет оценить потери теплоты по всем элементам пароконденсатной системы и предложить мероприятия по снижению потерь.

Рассмотрен вопрос использования пара низких параметров, который образуется в системе как пар вторичного вскипания, так и в результате плохой работы оборудования – «пролетный» пар, путем его компремирования до параметров технологического пара. Получены показатели эффективности этого мероприятия при различных соотношениях стоимости теплоты и электроэнергии и степени повышения давления.

В работе выполнен анализ надежности и работоспособности конденсатоотводчиков различных типов. Даны рекомендации по их применению для работы в различных условиях эксплуатации, тепловым потерям и методам тестирования оборудования. Наш опыт повышения эффективности использования пара на промышленных предприятиях РФ показал реальное сокращение потребления пара на 25 %.

Решению задачи определения диаметра конденсатопровода посвящен раздел работы. В условиях эксплуатации теплообменного оборудования конденсат удаляется в состоянии насыщения, что приводит к тому, что в среднем более 90 % объема конденсатопровода заполнено паром вторичного вскипания, причем его количество зависит от давления греющего пара. Представлены рекомендации по расчету «самотечных» конденсатопроводов.

*А.В. Ковалёв, студ.; рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н. проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЭР ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме утилизации ВЭР с целью энергосбережения в промышленных производствах. В частности в таком энергоёмком производстве, как производство серной кислоты. В технологическом процессе при абсорбции триоксида серы ( $\text{SO}_3$ ) водой выделяется значительное количество теплоты, что позволяет на ее основе в реакторе-теплообменнике вырабатывать насыщенный пар с параметрами:  $t = 160\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $p = 6 \cdot 10^5\text{ Па}$  и тепловой мощностью около 26 МВт [1].

В данной работе впервые обосновывается перспективность создания тригенерационной системы, обеспечивающей теплотой, холодом и электроэнергией потребности предприятия на основе тепловых ВЭР производства. Система теплохладоснабжения предприятия (ТХС) разрабатывается по рекомендациям, изложенным в [2]. Из энергобалансового анализа рассматриваемого производства следует, что при полном круглогодичном обеспечении потребности цеха по производству серной кислоты теплотой и холодом остается значительный потенциал тепловых ВЭР для выработки электроэнергии на основе паротурбинных установок (ПТУ). В связи с этим в работе проводится разработка ПТУ, работающей на влажном паре, которая и замыкает систему тригенерации.

Реализация разработанных предложений на одной линии производительностью 1515 т стопроцентной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в сутки позволяет экономить более 50 тыс. т у.т./год.

### **Литература**

1. **Фетисов Д.О., Шелгинский А.Я.** Совершенствование теплоэнерготехнологической системы производства серной кислоты // Энергосбережение в системах тепло- и газоснабжения. Повышение энергетической эффективности: Сборник докл. 4-й Междун. научно-практ. конф. (Санкт-Петербург. 28–30 мая 2013).
2. **Маленков А.С., Шелгинский А.Я.** Анализ эффективности использования абсорбционных холодильных машин в системах теплохладоснабжения предприятий // Промышленная энергетика. 2013. № 6.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Существует мнение специалистов, что практически все применяемые на сегодняшний день традиционные теплоизоляционные материалы подвержены быстрому старению и разрушению, реальный срок их эксплуатации, как правило, не превышает десяти лет [1]. В настоящее время в НИУ «МЭИ» ведутся исследования и разработки нового вида теплоизоляционных покрытий, так называемых ТМТП (тонкопленочное многослойное теплоизоляционное покрытие), применительно к системам теплоснабжения и энергетическому оборудованию. В частности, проведены испытания по определению влияния различного рода микросфер и связующих веществ на механические и теплофизические характеристики ТМТП [2].

Результаты испытаний свидетельствуют об эффективности применения ТМТП на базе полых стеклянных микросфер с техническим вакуумом внутри и полимерных связующих как в целях снижения тепловых потерь с поверхности трубопровода и для защиты персонала от ожогов горячей поверхностью, так и в целях повышения механических свойств покрытия по сравнению с традиционно используемыми материалами.

Базируясь на результатах испытаний, можно сделать выводы о перспективности использования ТМТП в теплоизоляционных конструкциях трубопроводов систем теплоснабжения. Для примера представлена схема (рис. 1) теплоизоляционной конструкции на базе ТМТП.



Рис. 1. Схема экспериментального образца трубы с многослойным ТМТП

### Литература

1. **Иванов В.В., Букаров Н.В., Василенко В.В.** Влияние увлажнения изоляции и грунта на тепловые потери подземных теплотрасс // Электронный журнал «Энергосовет». 2010. № 7 (12).
2. **Рыженков В.А., Логинова Н.А., Прищепов А.Ф.** Эффективность тонкопленочных теплоизоляционных покрытий // Надежность и безопасность энергетики. 2012. Т. 2. № 17.

*С.С. Креченкова, студ.; рук. В.И. Романов, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛАДАГЕНТА R744 В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕГО ТЕЛА ТЕПЛООВОГО НАСОСА**

Стремительный рост стоимости энергоносителей в РФ заставляет по-новому оценивать рентабельность использования тепловых насосов (ТН) для получения теплоты, используемой в промышленной теплоэнергетике и ЖКХ.

Первая часть работы посвящена вопросу конкурентоспособности парокompрессионных ТН по сравнению с другими способами получения теплоты. Расчеты и опыт эксплуатации ТНУ в системах отопления показывают, что даже при значении коэффициента трансформации более 4 в условиях существующих в РФ тарифах эти установки могут быть нерентабельны.

Вторая часть работы посвящена анализу эффективности использования диоксида углерода (R744) в качестве рабочего тела тепловых насосов. Диоксид углерода имеет самый низкий среди хладагентов, традиционно используемых в ТНУ, потенциал глобального потепления, доступен в больших количествах и имеет низкую стоимость. Однако теплофизические свойства R744 диктуют высокий уровень давления в системе и реализацию в большинстве случаев газожидкостного термодинамического цикла.

Большое давление и плотность газообразного R744, а также высокая допустимая массовая скорость потока рабочего вещества обеспечивают высокие коэффициенты теплоотдачи в теплообменных аппаратах [1], что позволяет уменьшить габариты теплообменников. В то же время высокое давление в цикле требует высокопрочных и дорогих материалов, снижает надежность работы компрессорного оборудования и не дает возможности использовать при создании ТНУ на R744 серийного оборудования, используемого в холодильной технике. Стоимостные характеристики, полученные при испытании образцов малой мощности, представляются невозможными к реализации. Прорабатывается вариант создания теплового насоса мощностью 100 и более МВт.

### **Литература**

1. **Калнинь И.М., Пустовалов С.Б.** Оптимизация теплогидравлических процессов в основных аппаратах тепловых насосов на диоксиде углерода (R744) // Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену: В 8 т. Т. 5. Испарение, конденсация. Двухфазные течения. М.: Издательский дом МЭИ. 2006.

*В.Н. Кривоконь, студ.; рук-ли Е.В. Жигулина. к.т.н., доц.,  
В.Г. Хромченков, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАЧЕСТВЕ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА ТЭС**

Для большинства ТЭС на европейской части России основным топливом является природный газ. В качестве резервного топлива обычно применяется мазут, использование которого имеет ряд недостатков: дорогостоящее содержание мазутного хозяйства (постоянный подогрев и организация циркуляции мазута, дополнительный персонал), снижение КИТ котельных установок, в том числе за счет отложений продуктов сгорания на поверхностях теплообмена, и т.д. В качестве альтернативного резервного топлива предлагается сжиженный природный газ и оригинальные схемы его получения с помощью детандер-генераторного агрегата (ДГА).

Использование ДГА для сбрасывания избыточного давления газа, поступающего на ТЭС вместо дросселирования позволяет получать электроэнергию и глубоко охлаждать газ. Проведено моделирование процесса расширения природного газа двух составов с различным содержанием высококипящих фракций в программном комплексе ASPEN PLUS. Расчеты проводились на примере одной из ТЭЦ города Москвы. При проведении расчетных исследований были использованы данные по параметрам поступающего природного газа, а также данные о его расходе и размере запаса резервного топлива. Исследование показало, что при расширении газа из газопровода Кумертау–Ишимбай–Магнитогорск конденсируется около 2,5 % массы, что позволяет накопить необходимый запас резервного топлива за 9 месяцев работы ТЭС. Расчеты также показали, что данная схема может применяться при использовании природного газа со значительным содержанием высококипящих фракций (более 4–6 %). Таким образом, для «московского» газа с содержанием метана 98 % выход конденсата при таких параметрах возможен только при предварительном охлаждении. Разработана более сложная схема с регенерацией холода, которая позволяет конденсировать порядка 12 % массы и наполнить резервные хранилища менее чем за 3 месяца, но выработка электроэнергии в ней почти в два раза ниже.

Проведены исследования зависимостей выхода конденсата и выработки электроэнергии от начальных параметров потока. Для оценки целесообразности перехода на сжиженный природный газ в качестве резервного топлива необходимо провести дальнейшее исследование, техническую проработку и технико-экономическое обоснование.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОБОГРЕВА**

Для обогрева производственных помещений большого объема промышленных предприятий как правило используются системы воздушного отопления, а также конвективные нагреватели. Основным недостатком такого обогрева является то, что при конвективном отоплении тепловой комфорт обеспечивается нагретым воздухом, поступающим от калориферных установок и других конвективных устройств, который сразу поднимается вверх. При этом под крышей достигается самая высокая температура 25–35 °С, причем на полу, вообще не наблюдается температурный комфорт. Большой перепад температур внутреннего (под фонарем помещения) и наружного воздуха приводит к большим тепловым потерям.

Данных проблем можно избежать, используя системы газового лучистого обогрева (ГЛО). Подобные установки располагаются под потолком помещения, и вследствие направленного излучения тепловой энергии в нижнюю его зону происходит передача тепла непосредственно обогреваемым поверхностям, а не воздуху.

Авторами был проведен мониторинг работы системы ГЛО в производственных цехах ОАО «Машиностроительный завод «Авангард». За период эксплуатации в цехах ММЗ «Авангард» система ГЛО себя зарекомендовала положительно. В помещениях цехов автоматически поддерживается комфортная температура 18–20 °С.

Потребление природного газа на работу ГЛО контролировалось газовыми счетчиками. Для оценки эффективности работы системы ГЛО производилось сравнение расходов тепла произведенного данной системой с расчетным значением за каждый месяц отопительного периода.

При анализе полученных результатов было выявлено, что потребление тепла помещениями цехов при использовании ГЛО ниже, расчетных значений в 2,0–2,5 раза.

*А.С. Маленков, асп.; рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ВЭР В ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ СТОКОВ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме утилизации стоков систем водоочистки. Основной характеристикой стоков является высокое содержание солей жесткости, что затрудняет использование осмотических технологий. В связи с этим технологические схемы систем утилизации включают в себя выпарные аппараты различных типов (многоступенчатые аппараты, аппараты мгновенного вскипания и т.д.) и аппараты погружного горения (АПГ). В свою очередь применение таких установок приводит к образованию низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов (ВЭР) с температурным уровнем, зависящим от конкретной технологической схемы [1].

В то же время технология утилизации стоков подразумевает наличие кристаллизационных аппаратов, которым для интенсификации процессов кристаллизации требуется охлаждение.

В связи с вышеизложенным, предлагается использовать абсорбционные холодильные машины (АБХМ) на основе утилизации низкопотенциальных тепловых ВЭР (конденсата греющего пара, парогазовой смеси после АПГ и т.д.). Для данных целей наиболее перспективны АБХМ с наименьшей температурой генерации [2].

Рассматривается технологическая схема системы утилизации сточных вод с применением многоступенчатой выпарной установки. Определяются режимные параметры работы. Обосновывается перспективность внедрения в технологическую систему АБХМ, работающей на смесевом рабочем теле метиламин-вода, с выработкой холодной воды на нужды охлаждения кристаллизатора. Приводится оценка энергетической эффективности предложенного решения.

### **Литература**

1. **Борисов Г.С., Брыков В.П.** Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ИД «Альянс», 2008.
2. **Усюкин И.П., Колосков Ю.Д.** Исследование работы абсорбционной холодильной установки на растворе метиламин-вода с получением тепла и холода. // Холодильная техника. 1971. № 10.

*М.А. Морозов, асп.; рук. А.В. Волков, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ ГИДРОФОБНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Рассматривается актуальная проблема разработки методики гидравлического расчета трубопроводов систем теплоснабжения, позволяющая учитывать степень гидрофобности внутренних поверхностей как при расчете гидравлического сопротивления вручную, так и при моделировании течения потока теплоносителя в сложных трубопроводных системах с помощью специализированных программных комплексов.

Основными задачами являются: внесение поправок в коэффициент потерь на трение по длине  $\lambda$  в формуле Дарси–Вейсбаха для гидравлического сопротивления участка трубы и определение понижающих коэффициентов для эквивалентной шероховатости как для параметра, наиболее часто используемого при моделировании потока жидкости возле поверхности.

Значительную долю необходимых натуральных экспериментов планируется заместить расчетными с использованием специализированного программного комплекса, для чего необходимо было разработать методику расчетных экспериментов и провести ее верификацию. Значения гидравлического сопротивления, полученные в результате натурального эксперимента были сопоставлены с результатами расчетного, а также с данными, рассчитанными по формулам Шевелева для новых и неновых труб [1]. Полученная из эксперимента зависимость гидравлического сопротивления участка трубопровода от скорости течения теплоносителя лежит в области между зависимостями для новых и неновых стальных труб, что вполне согласуется с реальностью.

Таким образом, создаваемая методика расчетно-экспериментальных исследований позволит существенно сократить время проведения исследования.

### **Литература**

1. **Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочник. – 6-е изд., доп и перераб. М.: Стройиздат, 1984.

*А.Р. Надырова, студ.; рук. М.В. Ермоленко, к.т.н., и.о. доц.  
(ГУ им. Шакарима города Семей, г. Семей)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЗЕЛЕНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ**

Энергетические предприятия ежегодно выбрасывают в атмосферу огромное количество загрязняющих веществ, что как следствие приводит к ухудшению условий жизни и нарушению природного баланса. Одним из основных сдерживающих факторов загрязнения окружающей среды являются зеленые насаждения. В связи с этим актуальным является исследование техногенного воздействия энергетических предприятий на зеленые насаждения [1].

В работе определены показатели загрязненности деревьев на различном расстоянии от ТЭЦ и котельных города Семей, подвергающихся вредному воздействию объектов энергетики; выявлена степень соответствия уровня загрязненности растений в городе нормативным критериям.

Исследования проводились в испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Научный центр радиэкологических исследований» г. Семей. Были исследованы образцы кленов и тополей, находящихся в непосредственной близости от ТЭЦ и котельных г. Семей. Получены результаты содержания тяжелых металлов и серы в листьях и ветвях растений, а также степень улавливания углекислого газа [2].

Результаты анализа показали, что имеющиеся зеленые насаждения, представленные в основном кленом и топодем, имеют стихийный характер произрастания и зачастую не выполняют своей основной функции – снижение уровня загрязнения воздуха пылью и газами.

Результаты работы могут быть использованы для обоснования принципа озеленения г. Семей с целью обеспечения снижения вредного воздействия объектов энергетики.

### **Литература**

1. **Лавров С.Б.** Глобальные проблемы современности: часть 1. СПб.: СПбГУПМ, 1993.
2. **Бариева Р.Н.** Анализ химического состава листвы и листового опада в комплексе мероприятий по мониторингу атмосферы Нижнекамской промышленной зоны: Дис. ...канд. хим. наук: 03.02.08. Казань, 2014.

*М.М. Полозова, студ.; рук. Ю.В. Яворовский, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ АБСОРБЦИОННОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СХЕМЕ ПГУ ТЭЦ**

Одним из эффективных путей более полного использования энергии сжигаемого топлива на электростанциях является утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), к которым относятся отходящие газы энергетических установок, теплота отработанного пара, конденсированных сред, оборотной воды, вентиляционные выбросы и др.

Тепловые насосы в зарубежных странах используются достаточно широко и доказали свою энергетическую и экологическую эффективность. Они могут применяться для более полного использования ВЭР в различных тепловых системах. В данной работе рассматривалась схема утилизации теплоты низкого потенциала с использованием промышленного абсорбционного теплового насоса для повышения эффективности когенерационного энергоблока, анализ произведен на примере теплоцентрали «Imanta» АО «ROGAS SILTUMS».

В качестве низкопотенциальных источников теплоты в абсорбционном тепловом насосе использовалась система охлаждения конденсатора паровой турбины, а также системы маслоснабжения газовой и паровой турбин, теплота от которых ранее сбрасывалась в окружающую среду из градирен открытого типа. После установки теплового насоса тепловая нагрузка на градирни уменьшилась, а 2 МВт теплоты низкого потенциала было введено в полезный оборот.

При работе абсорбционного теплового насоса используется около 3 МВт тепловой мощности, получаемой от дымовых газов в котле-утилизаторе, что в конечном итоге дает прирост тепловой мощности когенерационного энергоблока дополнительно на 2 МВт, или экономию топлива на когенерационном энергоблоке на 1,6 %.

В результате установки теплового насоса отмечено увеличение энергоэффективности когенерационного энергоблока, значительно меньшее потребление электроэнергии по сравнению с аналогичной по мощности пароконденсационной установкой, значительное снижение количества вредных выбросов в атмосферу за счет уменьшения потребления природного газа. В данной работе также были рассмотрены различные режимы работы абсорбционного теплового насоса и его использование при различных тепловых нагрузках. Отсутствие фтор-хлорсодержащих веществ делает данные установки также более привлекательными и с точки зрения экологической безопасности.

## ПРИМЕНЕНИЕ АБХМ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ASPEN PLUS

Проблема экономии топлива путем использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) в последние годы стала очень актуальной и приобрела общегосударственное значение. Особое внимание следует уделить нефтеперерабатывающей промышленности, где имеется большое количество сбросового тепла в виде парового конденсата с температурой 100–120 °С, которое может использоваться в абсорбционной холодильной машине (АБХМ) для выработки холода.

Основной задачей данной работы является моделирование и расчет циклов АБХМ в программе ASPEN PLUS [1], сравнение результатов с рассчитанными данными в программе EXCEL и рассмотрение вариантов применения АБХМ на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ).

В работе выполнено компьютерное моделирование цикла АБХМ в программе ASPEN PLUS. Пользовательский интерфейс основан на библиотеке готовых, редактируемых пользователем компонентных моделей. При подключении к этим компонентам материальных, тепловых и рабочих потоков пользователь имеет возможность моделировать сложные процессы [1]. ASPEN PLUS интенсивно используется в нефтяной промышленности, так как в данной программе заложены свойства химических веществ [2].

Все расчеты проведены на основании данных установки изомеризации на НПЗ. В летний период для доохлаждения верхнего продукта колонны деизогексанизации (ДИГ) с расходом  $700 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 5 °С требуется 1,5 МВт холодильной мощности, что позволит избежать потерь продукции. При разности температур греющей воды 25 °С, к поставке предлагается холодильная установка, состоящая из двух абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машин с одноступенчатой регенерацией раствора с последовательным соединением по греющей воде и параллельным соединением по охлаждаемой и охлаждающей воде. Первая по ходу греющей воды машина – АБХМ-1000, вторая – АБХМ-600.

### Литература

1. **Modeling** water/lithium bromide absorption chillers in ASPEN Plus / С. Somers, А. Mortazavi, Y. Hwang et. al. // Applied Energy. 2011. Vol. 88.
2. **Совершенствование** процессов ректификации углеводородов с применением тепловых насосов на основе моделирования в программе ASPEN HYSYS / И.А. Султангузин, Т.П. Шомова, С.Ю. Курзанов, Р.Б. Белов // Надежность и безопасность энергетики. 2014. № 2.

*М.И. Рудицер, асп.; рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК И ТЕПЛОВЫХ ТРУБ**

В последнее время для экономии топливно-энергетических ресурсов значительное внимание уделяется вопросам использования теплоты низкопотенциальных источников (НИТ): сточных вод, грунта, открытых водоемов, вторичных энергоресурсов и т.п. с применением теплонасосных установок (ТНУ) и тепловых труб (ТТ) [1, 2, 3].

Тепловые трубы как высокоэффективные теплопередающие устройства, работающие по замкнутому испарительно-конденсационному циклу, находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности [2].

Применение гладкостенных ТТ для транспорта теплоты от НИТ к испарителю ТНУ вместо традиционно используемых насосов с электроприводом, осуществляющих циркуляцию промежуточного теплоносителя, позволяет существенно сократить потребление ТЭР в системах теплоснабжения. К примеру, экономия электроэнергии в системе составляет от 5 до 30 % [3]. Высокие коэффициенты теплопередачи обуславливаются молярным переносом теплоты фазового перехода промежуточного теплоносителя от источника теплоты к потребителю.

В данной работе впервые предложена математическая модель, описывающая теплоперенос от НИТ через ТТ и ТНУ к потребителю, с учетом гидравлических сопротивлений при транспорте пара и жидкости, сопряженного теплообмена между теплоносителями и разработан алгоритм расчета всей системы в целом. В рассматриваемом случае гравитационные ТТ по своим конструкционным особенностям существенно отличаются от общепринятых. В частности, конденсатор тепловой трубы совмещается с испарителем ТНУ в единой конструкции.

### **Литература**

1. **Васильев Г.П., Абуев И.М., Горнов В.Ф.** Автоматизированная теплонасосная установка, утилизирующая низкопотенциальное тепло сточных вод г. Зеленограда // АВОК. 2004. № 5. С. 50–52.
2. **Фролов В.П., Шелгинский А.Я.** Тепловые трубы в системах теплоснабжения // Энергосбережение. 2004. № 6. С. 58–61.
3. **Рудицер М.И., Шелгинский А.Я.** Системы теплоснабжения на основе комплексного использования теплонасосных установок и тепловых труб // Сборник докладов 4-й Международной научно-практической конференции «Энергосбережение в системах тепло- и газоснабжения. Повышение энергетической эффективности». Санкт-Петербург, 28–30 мая, 2013. С. 99–104.

*Ю.В. Рудометкина, И.Г. Капустина, студенты;  
рук. В.И. Романов, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ПО ИНЖЕНЕРНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В ГОРОДЕ МОСКВА**

Впервые в истории московской архитектуры термин «высотное здание» появился в 1940–1950-х годах, и к этому времени уже многие страны имели опыт строительства высоток. Это позволило специалистам СССР не повторить ошибок, допущенных ранее при возведении таких зданий, но в то же время, в связи со сложной геологией московских грунтов и более суровыми климатическими условиями была ограничена этажность московских высоток. Международный опыт строительства высоток был адаптирован для условий Москвы.

На сегодняшний день в мировой технической литературе практически отсутствуют материалы, обобщающие практику решения задач обеспечения энергоносителями высотных зданий. Имеет место ощутимый дефицит основополагающих материалов – нормативных, справочных, методических документов по проектированию инженерного оборудования высотных зданий [1].

Что касается нашей страны, то здесь в силу обстоятельств, указанных выше, отсутствие должной практики проектирования систем энергоснабжения высотных зданий как таковой, ощущается особенно остро.

В работе рассмотрены принципиальные отличия в методологии проектирования инженерных систем снабжения высоток энергоносителями в различных странах.

В работе предлагается для условий Москвы рассмотреть создание энергокомплекса мини-ТЭЦ, использующего тригенерацию для обеспечения высоток теплотой для компенсации теплопотерь, горячей водой, электроэнергией и холодом для работы СКВ. В качестве энергоносителя по всей высоте здания предлагается водяной пар из отбора турбины мини-ТЭЦ, теплота которого будет использована в системе воздушного отопления, при приготовлении горячей воды и холода в абсорбционных холодильных установках.

В работе приведено сравнение предлагаемой системы обеспечения энергоносителями высоток с «традиционными» водяными системами теплоснабжения и СКВ.

### **Литература**

1. **Бродяч М.М.** Инженерное оборудование высотных зданий // Техническая библиотека НП «АВОК». 2007.

*Н.В. Рыженкова, асп.; рук. А.В. Волков, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ СМАЧИВАЕМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА**

Как известно [1], увеличение степени смачиваемости функциональных поверхностей теплообменного оборудования приводит к увеличению передаваемого количества теплоты по сравнению с количеством теплоты, передаваемого через эту же теплообменную поверхность без увеличения степени смачиваемости и одинаковых значениях начальных температур и скоростей теплоносителей. До сегодняшнего дня рост теплового потока через стенку с более высокой степенью смачиваемости объяснялось возрастанием геометрической площади теплообменного аппарата за счет большей площади контакта теплоносителя с функциональной поверхностью. Однако недавние исследования показали, что в случае увеличения степени смачиваемости функциональных поверхностей теплообменного аппарата рост коэффициента теплопередачи происходит минимум по двум причинам: первая из которых – увеличение геометрической площади теплообменного аппарата, а вторая – возникновение вихрей во впадинах, образованных за счет неровности теплообменной поверхности, которые, после обработки поверхности с целью увеличения степени смачиваемости, стали доступны для теплоносителя. При этом экспериментально доказан несущественный рост, около 2 %, гидравлического сопротивления. Это связано с изменением движения жидкости в пристенной области потока, что приводит к снижению гидравлического сопротивления, с одной стороны и возникновением вихрей и ростом гидравлического сопротивления с другой. Однако два этих явления компенсируют друг друга, практически не изменяя величину гидравлического сопротивления теплообменного аппарата. Таким образом, увеличение степени смачиваемости функциональных поверхностей теплообменного оборудования является принципиально новым способом повышения эффективности и надежности теплообменного оборудования.

### **Литература**

1. **Рыженкова Н.В., Волков А.В.** Повышение эффективности кожухотрубных теплообменных аппаратов посредством увеличения степени смачиваемости теплообменных поверхностей // Радиозлектроника, электротехника и энергетика: Девятнадцатая междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. Т. 3. М.: Издательский дом МЭИ, 2013.

*Р.Р. Саяхова, асп.; С.А. Назарычев, А.О. Малахов, студенты;  
рук. Ю.В. Ваньков, д.т.н., проф. (КГЭУ, г. Казань)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

В настоящее время одной из главных проблем тепловых сетей являются потери тепла при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя. В основном это связано с износом существующих тепловых сетей. Вследствие этого возникает необходимость диагностирования тепловых сетей с целью своевременного выявления дефектов трубопроводов.

Существует несколько методов неразрушающего контроля. Данные методы дают прекрасную и уникальную возможность – испытывать именно то изделие, которое будет впоследствии использоваться. Методы неразрушающего контроля используют для выявления мельчайших дефектов сварных швов, рельсов и труб. Они позволяют выявить изъяны самой различной природы – ржавление, растрескивание, разъедание, а также многие другие.

Методы неразрушающего контроля теплового вида используют при исследовании тепловых процессов в изделиях. При нарушении термодинамического равновесия объекта с окружающей средой на его поверхности возникает избыточное температурное поле, характер которого позволяет получить информацию об интересующих свойствах объектов. Методы теплового контроля основаны на взаимодействии теплового поля объекта с термодинамическими чувствительными элементами, преобразовании параметров поля в электрический сигнал и передаче его на регистрирующий прибор.

Достоинствами теплового контроля являются: дистанционность, высокая скорость обработки информации; высокая производительность испытаний; высокое линейное разрешение: возможность контроля при одно- и двустороннем подходе к изделию; теоретическая возможность контроля любых материалов; многопараметрический характер испытаний; возможность взаимодополняющего сочетания ТНК с другими видами неразрушающего контроля; сочетаемость со стандартными системами обработки информации; возможность поточного контроля и создания автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами.

*Д.Р. Ситдиков, студ.; рук. А.В. Волков, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА КРЫШЕ ЗДАНИЯ**

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) вызывают неуклонный рост интереса на всех уровнях мирового сообщества. ВИЭ приобрели не только энергетическое и экологическое, но и мировое политическое звучание [1].

В наше время они уже вносят заметный вклад в глобальное потребление энергии, однако повышенный интерес к ним прежде всего связывается с надеждами на экологически безопасное и устойчивое энергоснабжение в будущем. В России возобновляемые источники энергии пока не получили широкого практического применения. Однако интерес к ним неуклонно растет. В ряде регионов страны некоторые технологии практического использования ВИЭ уже доказали свою конкурентоспособность.

В работе представлены результаты исследования, направленные на повышение энергоэффективности отдельно стоящего здания за счет солнечной энергии. Для этих целей было определено географическое расположение здания и геометрические характеристики зоны для установки солнечных панелей. В работе рассмотрен вопрос о покрытии возрастающего потребления электроэнергии в летний период года, когда электрическая нагрузка повышается из-за максимального использования оборудования для кондиционирования. Исходя из этого, были получены данные об инсоляции и проведен анализ энергопотребления здания в течение года [2]. Это позволяет говорить о возможности эффективного применения данного источника энергии в московском регионе с учетом факторов, влияющих на эффективность использования солнечной энергоустановки. К таким факторам можно отнести: ориентацию здания по сторонам света, архитектурные особенности здания и прилегающих к нему строений, затенение приемника солнечной энергии, загазованность атмосферы, погодные условия, продолжительность светового дня. Вместе с этим была рассмотрена экономическая составляющая, а именно стоимость реализации данного проекта и примерные сроки его окупаемости, а также получение положительного эффекта в решении проблем, связанных с экологией и защитой окружающей среды.

### **Литература**

1. **Даффи Дж.А., Бекман У.А.** Основы солнечной теплоэнергетики. ИД Интеллект, 2013.
2. **Солнечная энергетика** / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина и др. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

Н.Н. Смирнов, соиск., Д.А. Лапатеев, асп.;  
рук. В.М. Захаров, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)

## ТРОЙНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОКОН С ТЕПЛОТРАЖАЮЩИМИ ЭКРАНАМИ

В России с 01.01.2020 г. потребление энергоресурсов в зданиях должно сократиться не менее чем на 40 % по отношению к базовому уровню.

Авторами были разработаны, запатентованы и испытаны конструкции окон с теплоотражающими экранами панельного, рулонного и жалюзийного типа, выполненные из металла. Применение экранов целесообразно в темное время суток или в отсутствии людей. Применение экранов не только снижает тепловые трансмиссионные потери, но и позволяет понизить температуру воздуха при «дежурном» режиме отопления. Была запатентована конструкция панели из теплоотражающих экранов с применением с наружной стороны солнечной батареи, состоящей, например, из тонкопленочных фотоэлементов. Использование солнечной батареи позволяет вырабатывать электрическую энергию, обеспечивающую не только автономную работу окна с теплоотражающими экранами, но и частично (или полностью) покрывающую электрическую нагрузку потребителя, а также подаваемую во внешнюю электрическую сеть.

Была разработана методика определения минимальной температуры воздуха при дежурном режиме отопления при условии недопущения выпадения конденсата на внутренней поверхности стекла окна с повышенными теплозащитными свойствами (с применением теплоотражающих экранов), а также система автоматизации управлением теплоснабжения здания с применением данных энергосберегающих мероприятий. **Моделировалось изменение приведенного сопротивления светопрозрачной части окна  $R$  от 0,5 до полученных в результате эксперимента 1,757 м<sup>2</sup>·°C/Вт, при различных температурах наружного воздуха.** Расчеты были произведены для относительной влажности  $\phi$ , равной 35 и 50 %. Также проводились технико-экономические расчеты по определению эффективности использования экранов в окнах для некоторых регионов России.

Получаем, что при применении окон с теплоотражающими экранами и солнечной батареей наблюдается тройной энергетический эффект: в отопительный период уменьшаются теплотери за счет увеличения сопротивления окна, снижаются затраты теплоты на нагрев помещения за счет понижения температуры воздуха внутри помещения, а также происходит выработка электрической энергии.

*А.В. Смолькин, Н.С. Филимонов, студенты;  
рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ, ОСНОВАННЫХ НА ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ, ПРИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ЗДАНИЙ**

Аккумуляторы теплоты целесообразно использовать при неравномерном теплоснабжении и неравномерной выработке тепловой энергии на теплогенераторе. Это позволяет снижать энергозатраты за счет покрытия пиковых тепловых нагрузок в системе теплоснабжения за счет аккумулированной теплоты.

Возможность аккумулирования тепловой энергии основана на использовании физических или химических процессов, связанных с поглощением и выделением теплоты, таких как накопление-выделение внутренней энергии при нагреве-охлаждении твердых или жидких тел, фазовые переходы с поглощением-выделением скрытой теплоты, процесс сорбции-десорбции [1].

Для нужд децентрализованного теплоснабжения целесообразным является применение аккумуляторов теплоты, основанных на процессе фазового перехода. В качестве теплоаккумулирующего материала наиболее пригодными для низкотемпературных аккумуляторов фазового перехода считаются парафины, представляющие собой смесь алифатических углеводородов ряда  $C_nH_{2n+2}$  [2].

Объектом научного исследования является жилой коттедж в г. Сочи площадью  $200 \text{ м}^2$  с пассивной гелиосистемой теплоснабжения. Для определения конструктивных и режимных параметров аккумулятора теплоты, применяемого в указанной системе, разработана математическая модель в программной среде MathCAD.

В результате решения поставленной задачи показана перспективность использования аккумуляторов фазового перехода с существенной экономией топливно-энергетических ресурсов при автономном теплоснабжении зданий от нетрадиционных источников теплоты.

### **Литература**

1. **Экспериментальная** установка с аккумулятором теплоты на основе фазового перехода / А.В. Лукьянов, В.В. Остапенко, В.Д. Александров // Вісник Донбас. нац. ак. будівництва і архітектури. 2011. № 5(91).
2. **Россихин Н.А.** Методические указания по проектированию аккумуляторов теплоты на фазовых переходах. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.

*М.Н. Степаненко, асп.; рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)*

## **РЕГЕНЕРАТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ**

Несмотря на то что утилизация тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) является одним из наиболее эффективных мероприятий по экономии энергии, использование их в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха пока ограничено.

Целесообразность и очередность использования тех или иных носителей тепловых вторичных энергоресурсов определяется технико-экономическим расчетом. Расчет должен базироваться на анализе круглогодичных балансов. В большинстве работ авторы используют упрощения при расчете систем вентиляции, такие как, например, его идеализация или обобщение. Техничко-экономические исследования эффективности использования теплоты вытяжного воздуха в системах вентиляции либо отсутствуют, либо имеют весьма лаконичные результаты.

Для объективного анализа эффективности использования теплоты вентиляционных выбросов рассматриваются наиболее популярные схемы утилизации теплоты вытяжного воздуха [1]. Разрабатывается математическая модель системы теплоснабжения жилого здания для проведения многовариантных расчетов. В ходе работы над математической моделью учитываются важные особенности утилизирующих установок, особенности интенсификации теплообмена и аэродинамического расчета, затраты на привод дополнительного оборудования и пр. Полученные результаты определяют области целесообразности использования теплоты вентиляционных выбросов в системах вентиляции зданий с соответствующими технико-экономическими показателями.

### **Литература**

1. Степаненко М.Н., Шелгинский А.Я. Использование теплоты вентиляционных выбросов в системах вентиляции зданий // Надежность и безопасность энергетики. 2014. № 2 (25).

Д.Н. Степанов, студ.; рук-ли: В.Н. Кузьмин,  
к.т.н., доц.; Ю.В. Яворовский, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЭЦ С КОГЕНЕРАЦИОННЫМ ЭНЕРГОБЛОКОМ

В настоящее время в тепловой энергетике наметилась тенденция перехода с паротурбинных установок на парогазовые, которые обладают более высоким КПД.

В данной работе был проведен расчет тепловой схемы и подбор оборудования для парогазовой установки (ПГУ) с улавливанием углекислого газа из продуктов сгорания и подачей кислорода в камеру сгорания газотурбинной установки (ГТУ).

В работе рассматривается ГТУ, электрический КПД которой равен 32 %. Известно, что ГТУ имеют высокую температуру отходящих газов после газовой турбины, для использования их теплоты был выбран котел-утилизатор марки КГТ-20, пар после которого направляется в паровую турбину для выработки электрической энергии. Расчетный КПД ПГУ получен равным 60 %.

В работе был проведен анализ зависимости выхода продуктов сгорания ГТУ от содержания кислорода в окислителе. Данная зависимость представлена на рис. 1.

Выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу являются основной причиной парникового эффекта. Используя полученную зависимость (рис. 1), в данной работе была рассчитана установка для удаления  $\text{CO}_2$  из дымовых газов. Согласно расчетам было достигнуто повышение экологической эффективности ТЭЦ за счет снижения выбросов  $\text{CO}_2$  на  $1,88\text{м}^3/\text{кг CaCO}_3$ .

Дальнейшее использование углекислого газа возможно для производства сухого льда, в системах пожаротушения или в теплицах.

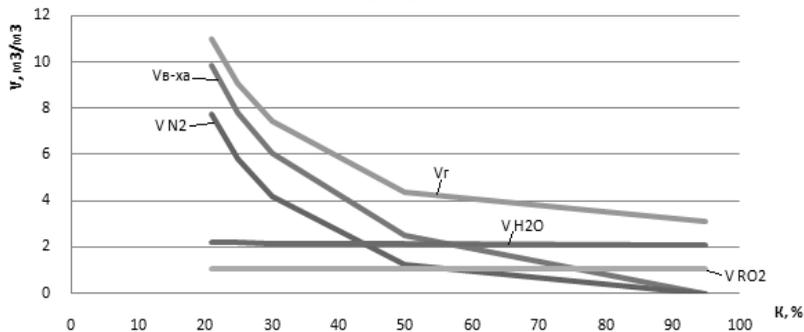


Рис. 1. Зависимость выхода продуктов сгорания ГТУ от содержания кислорода в окислителе

Д.А. Столяров, студ.; рук. А.Я. Шелгинский, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## **РАЗРАБОТКА ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЭР ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА**

Для решения проблем энергосбережения перспективным направлением является использование теплоты вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Производство аммофоса (универсальное фосфоросодержащее минеральное удобрение) является достаточно энергоемким. В настоящее время в производстве аммофоса используются технологические процессы со значительным выделением теплоты химических реакций. Для поддержания необходимых температурных режимов ведения технологических процессов обычно теплота химических реакций выводится в атмосферу со значительными затратами энергоносителей [1].

В то же время технология производства аммофоса требует охлаждения готовой продукции в целях улучшения качества и сокращения брака.

Для эффективного использования тепловых ВЭР рассматриваемого производства предлагается система теплохладоснабжения (ТХС) на основе абсорбционных холодильных машин (АБХМ) для утилизации низкопотенциальной теплоты сокового пара, парогазовой смеси после сушильного барабана. Для данных целей наиболее перспективны АБХМ с наименьшей температурой генерации.

Разрабатывается математическая модель системы ТХС с использованием результатов, полученных в [2]. Предварительные результаты показывают перспективность использования предлагаемой системы ТХС с существенной экономией ТЭР. В холодный период времени года количество теплоты химических реакций полностью покрывает потребности цеха по производству аммофоса в системах горячего водоснабжения, вентиляции и отопления. В теплый период времени года теплота химических реакций используется в системах горячего водоснабжения, а произведенный холод в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, а также для охлаждения готового продукта.

### **Литература**

1. **Эвенчик С.Д., Бродский А.А.** Технология фосфорных и комплексных удобрений. М.: Химия, 1987.
2. **Маленков А.С., Шелгинский А.Я.** Анализ эффективности использования абсорбционных холодильных машин в системах теплохладоснабжения предприятий // Промышленная энергетика. 2013. № 6.

*Е.А. Тарасов, студ.; рук-ли Н.В. Калинин, к.т.н., проф.;*  
*С.Ю. Курзанов, к.т.н., ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИКО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ (КС) ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ (ГТС) НА НЕРАСЧЕТНЫХ РЕЖИМАХ**

Цель работы заключается в разработке аналитического (математического) аппарата анализа показателей компрессорных станций (КС) газотранспортных систем (ГТС) на нерасчетных режимах, в основе которого лежит эксергетический метод оценки показателей ГТС и их элементов.

В задачу автора входила подготовка методики расчета показателей КС на нерасчетных режимах при довольно скромном освещении этого вопроса в научной литературе. Главным содержанием такой работы было обобщение различных экспериментальных и расчетных данных при создании математической модели для определения основных показателей КС. Актуальность такой задачи объясняется значительной величиной затрат энергии магистрального газа ГТС на привод нагнетателей газоперекачивающих станций (ГПА), составляющих от 6 до 8 %.

Другая сторона вопроса – переменность режима работы ГТС ее важнейшего элемента КС в течение года, связанная с неравномерным его потреблением (зимние пики и летние провалы) [1]. Автору удалось обработать опытные данные по этим величинам для двух достаточно часто используемых в ГТС агрегатов разной мощности привода [2].

Основной вывод работы состоит в получении достаточно достоверных статистических зависимостей, позволяющих оценивать эффективность работы КС в нерасчетных условиях, а именно основного влияющего фактора – расхода магистрального газа, что позволяет их использовать в инженерных расчетах и подборе оборудования в проектировании ГТС.

### **Литература**

1. **Парафейник В.П.** Выбор оптимального режима работы газотурбинного привода турбокомпрессорного агрегата на основе анализа его эксергетического КПД. Турбины и компрессоры 1999. Вып. № 8, 9 (1, 2–99).
2. **Тарасов Е.А., Калинин Н.В., Курзанов С.Ю.** Анализ работы компрессорных станций газотранспортных систем на нерасчетных режимах // Сборник работ молодых ученых и специалистов. М., 2014.

## СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ В ВРУ

Продукты разделения воздуха нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Так, на предприятиях черной металлургии, только для одной доменной печи требуется около 50–100 тыс. м<sup>3</sup>/ч кислорода, а для всего предприятия – 150–250 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Кроме того, также используется азот для продувки межконусных пространств загрузочных устройств и для создания защитной среды при выплавке металла. Следует отметить, что в состав воздуходелительных установок (ВРУ) входят центробежные компрессоры для сжатия воздуха и продуктов разделения, на которые приходится до 90 % всех энергозатрат установок. Для экономии энергии в компрессорных установках используются системы промежуточного охлаждения сжимаемого газа в вынесенных газоохладителях, установленных между группами ступеней сжатия. При этом возникает проблема недоохлаждения газа (достигающего 40 °С) вследствие наличия теплообменной поверхности между потоком газа и охлаждающей средой.

Альтернативой теплообмену через поверхность может служить объемный теплообмен за счет впрыска в поток охлаждаемого газа теплоносителя. В данной работе предлагается доохлаждать сжатый газ после промежуточных газоохладителей путем впрыска жидкого кислорода или азота.

Для оценки энергосберегающего эффекта от впрыска в поток сжатого кислорода, азота и воздуха была рассчитана принципиальная схема двухступенчатого сжатия. Расчеты проводились для степеней сжатия 1,1÷2 и величины недоохлаждения 20 К, конечная температура сжатого газа 30 °С. Принималось, что при получении 1 кг кислорода также образуется 4 кг азота и требуется сжать 5 кг воздуха. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Удельная экономия энергии в кДж на 1 кг сжатого кислорода

Наименование	Степень сжатия					
	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Впрыск O <sub>2</sub> в воздух	8,465	16,425	31,09	44,415	56,65	68,05
Впрыск N <sub>2</sub> в воздух	6,18	11,988	22,68	32,384	41,32	49,6
Впрыск O <sub>2</sub> в O <sub>2</sub>	7,195	13,95	26,39	37,665	48,025	57,65
Впрыск N <sub>2</sub> в N <sub>2</sub>	6,54	12,684	24,004	34,28	43,72	52,48

Таким образом, при впрыске жидкого кислорода в воздух получается максимальная экономия энергии. Дополнение теплообмена в промежуточных газоохладителях впрыском может позволить сократить затраты энергии на сжатие и, следовательно, энергоемкость конечного продукта.

*В.В. Хасхачих, асп.; рук. О.П. Потапов, к.т.н., с.н.с.  
(ЭНИН им. Кржижановского, Москва)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ ПОЛИФРАКЦИОННЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СМЕСИТЕЛЕ БАРАБАННОГО ТИПА**

Продолжаются исследования, направленные на улучшение процесса получения искусственного жидкого топлива (ИЖТ) из сланца по технологии установки твердого теплоносителя (УТТ), в которой в качестве исходного сырья используется измельченный до фракции 0–15 мм сланец, а в качестве твердого теплоносителя – сланцевая зола фракции 0–1 мм с температурой 750–800 °С. В качестве основного аппарата в технологии используется смеситель барабанного типа, в котором осуществляется термическое разложение органической части топлива с образованием парогазовой смеси и коксозольного остатка. Установлено, что эффективность процесса разложения во многом зависит от качества смешения исходных материалов [1]. Особенностью технологии УТТ является преобладание в смеси фракции менее 0,1 мм (теплоноситель). В данном разделе работы экспериментально установлено, что при нахождении в смеси фракции менее 0,1 мм в количестве более 25–30 %, происходит изменение характера движения материала от пересыпания к лавинообразным оползням, вследствие чего происходит изменение и в качестве смешения исходных материалов. Полученные результаты позволяют определить степень неоднородности смеси в смесителе барабанного типа [2].

### **Литература**

1. **Ластовцев А.М., Хмальнов А.М.** Интенсификация перемешивания сыпучих тел // Химическое машиностроение. 1959. № 1.
2. **Макаров Ю.И.** Аппараты для смешения сыпучих материалов. М.: Машиностроение, 1973.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ И ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

*Председатель секции — зав. каф. Х и ЭЭ  
д.х.н., профессор Н.В. Кулешов  
Секретарь секции — аспирант М.В. Негородов*

*К.В. Агапов, студ.; рук. Н.В. Кулешов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

### **РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА БИОГАЗЕ**

За последние годы в Российской Федерации при постоянном увеличении цен на энергоносители, повышении экологических требований в области охраны окружающей среды, а также риске отключений и аварий в энергосистемах, увеличивается интерес специалистов и сельскохозяйственных предприятий к выбору рациональных технологий по переработке и утилизации отходов животноводческих ферм. Применение технологии анаэробного сбраживания биоразлагаемых отходов позволяет: внедрять комплексные природоохранные мероприятия по сокращению токсичных выбросов в окружающую среду; получать предприятием прибыль за счет использования биогаза для выработки тепловой и электрической энергии; повышать надежность и безопасность в энергосбережении животноводческих ферм.

Перспективным направлением развития автономных источников энергии являются топливные элементы – источники, работающие по принципу прямого преобразования химической энергии топлива в электроэнергию. Топливный элемент по принципу действия сходен с аккумуляторной батареей, различие их в том, что в процессе выработки электроэнергии электроды ТЭ не изменяются, так как химические реагенты (топливо и окислитель) в состав элемента не входят, а подаются в момент его работы. Примечательно, что топливом могут быть любые углеводороды (природный и попутный газ, метанол). Преимуществами топливных элементов является эффективное использование топлива и высокий КПД (до 70 %), меньшие выбросы в атмосферу, высокая маневренность во всем диапазоне нагрузок, меньшие показатели шума и вибрации [1].

В данной работе проведен расчет и предложена схема работы биогазовой установки с твердооксидным топливным элементом. Построены зависимости электродвижущей силы топливного элемента от степени использования топлива при разных значениях рабочей температуры и общего

давления газов на аноде и катоде, идеального термодинамического КПД ТЭ от температуры и степени использования топлива. Рассчитана масса батареи и площадь активной поверхности, необходимая потребность ТЭ в расходе топлива (водород) и окислителя (кислород воздуха), теоретические значения количества теплоты, выделяемые элементом. Сделано заключение об энергетической выгоде использования автономной энергоустановки.

### Литература

1. **Коровин Н.В.** Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М.: Издательство МЭИ, 2005.

*Е.Е. Барабанов, студ.; рук. Н.В. Кулешов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

На сегодняшний день в мире особое внимание уделяется беспилотным летательным аппаратам (БПЛА). Важнейшим плюсом таких самолетов является отсутствие на борту пилота, что позволяет создавать аппараты самой различной конструкции и размеров.

Одной из основных проблем развития БПЛА является необходимость создания легкой силовой энергоустановки с большим показателем удельной мощности. Для этих целей применяются электрохимические генераторы на основе твердополимерного электролита с открытым катодом. Топливом такого генератора является водород, который подается из композитного баллона. Такой баллон является легким, прочным и имеет малые утечки водорода. Преимущество систем с открытым катодом состоит в необходимости принудительного обдува катода воздухом только в момент взлета, что позволяет уменьшить энергозатраты силовой установки на собственные нужды.

Электрохимические генераторы в сравнении с системой «двигатель внутреннего сгорания – механический генератор» имеют ряд преимуществ, такие как:

- более высокий КПД из-за отсутствия двойного преобразования энергии;
- полное отсутствие шумов силовой установки;
- полное отсутствие вредных выбросов в атмосферу (продукт реакции – чистая вода).

В данной работе будет показана принципиальная схема энергоустановки, схема топливного элемента, а так же рассмотрены проблемы, связанные с использованием данной установки и предложены возможные варианты их решения.

*О.Р. Вартанова, студ.; рук. Н.А. Яштулов, д.х.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОКОМПОЗИТОВ PT/NAFION® В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛЕНИЯ ВОДОРОДА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА**

В настоящее время наиболее часто используемым твердым полимерным электролитом в низкотемпературных (< 1000 °С) топливных элементах является перфторированная ионообменная мембрана Nafion®, разработанная компанией DuPont. Мембрана представляет собой сополимер тетрафторэтилена и сомономера, имеющего боковые цепи перфторированного винилового эфира, оканчивающиеся сульфогруппами.

Процесс проникновения топлива (кроссовер) через мембрану Nafion® является одним из самых серьезных препятствий для широкого практического и коммерческого использования топливных ячеек с полимерным электролитом. Исследования показали, что на кроссовер влияют такие факторы, как температура работы топливных элементов, толщина мембраны, а также концентрация топлива [1]. Для предотвращения данного эффекта проводятся исследования по формированию каталитических слоев на поверхности мембраны, а также по внедрению металлических наночастиц внутрь пор Nafion® [2, 3]. Модификация мембраны Nafion® наночастицами платиновых металлов позволяет улучшить удельные характеристики источника тока и избежать эффекта кроссовера топлива через мембрану.

В данной работе методом радиационно-химического восстановления ионов металлов в растворах обратных мицелл были получены наночастицы платины с мольным отношением H<sub>2</sub>O/ПАВ ( $\omega$ ) равным 5. Полученные наночастицы в дальнейшем использовались для формирования металлополимерных наноконкомпозитов Pt/Nafion®. Размеры наночастиц и их распределение по матрице-подложке изучали методом электронной микроскопии. Каталитические свойства электродных материалов исследовали методом циклической вольтамперометрии.

### **Литература**

1. **Battirola L.C., Schneider J.F., Torriani I.C.L., Tremiliosi-Filho G.** Improvement on direct ethanol fuel cell performance by using doped-Nafion 117 membranes with Pt and Pt-Ru nanoparticles // *Int. J. Hydrogen Energy*. 2013. Vol. 38.
2. **Pan M., Tang H., Liu Z.** Fabrication and Performance of Polymer Electrolyte Fuel Cells by Self-Assembly of Pt Nanoparticles // *Journal of the Electrochemical Society* 2005. 152 (6).
3. **Liang Z.X., Zhao T.** A new DMFC Anode Structure Consisting of Platinum Nanowires Deposited into a Nafion Membrane // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2007. 111.

*И.С. Воробьев, асп.; рук. С.Е. Смирнов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **СИНТЕЗ СМЕШАННЫХ ЛИТИЙ-МЕТАЛЛ ФОСФАТОВ**

Литиевые аккумуляторы все шире используются в промышленных товарах, в том числе в автомобилях, где они входят в состав гибридных энергетических установок. К основным недостаткам, сдерживающим развитие литиевых аккумуляторов, можно отнести их пожаро- и взрывоопасность, токсичность используемых материалов, низкую технологичность производства, а также высокую стоимость. К наиболее безопасным, экологичным и дешевым материалам относятся предложенные сравнительно недавно литированные железо и титан-фосфаты. На сегодняшний день технология их синтеза является высокоэнергоёмкой, а конечный продукт является микрометровым плохо гомогенизированным материалом.

Целью настоящей работы было получение смешанных металлофосфатов в нанодисперсном состоянии при снижении энергоёмкости синтеза. Для получения железо-фосфата использовали аммоний дигидрофосфат  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  и наноразмерные образцы оксида железа  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . Для получения титан-фосфата использовали наноразмерные образцы со структурой анатаза –  $\text{TiO}_2$  и аммоний дигидрофосфат  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . Далее проводили смешение фосфатов железа и титана в различных пропорциях, а затем к полученному продукту добавляли 20 %  $\text{LiOH}$ , и осуществляли механоактивацию смеси в процессе пластического деформирования на аппаратуре высокого давления типа наковален Бриджмена. Анализ полученных экспериментальных результатов показывает, что в результате термообработки всех выбранных прекурсоров образуются смешанные литий-металл фосфаты. ОКР полученных образцов находится в пределах 20–45 нм, то есть это высокодисперсные материалы. Это является подтверждением активирующего воздействия пластического деформирования на формирование нанодисперсного состояния в смесях литий-металл фосфатов. Во всех случаях образуются смешанные образцы, наблюдается набор следующих фаз:  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{FeHP}_2\text{O}_7$ ,  $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{LiFe}(\text{P}_2\text{O}_7)$ . При этом можно выделить следующие закономерности процессов формирования наноструктур: соотношение фосфатов металлов должно быть 50:50 и температура термообработки 600 °С. В этом случае образуется смешанный литированный фосфат  $\text{LiFePO}_4 + \text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$  с преобладанием первого. При повышении температуры и иных соотношениях фосфатов преобладают паразитные фазы  $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{LiFe}(\text{P}_2\text{O}_7)$ .

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 14-08-31254.

*Д.Ю. Гелевера, студ.; рук. И.А. Пуцылов, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ПОЛИМЕРНЫМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ**

В настоящее время химические источники тока нашли широкое применение во всех областях науки и техники. Различные стационарные и портативные измерительные приборы, счетчики газа, электроэнергии, радиоаппаратура, медицинские приборы нуждаются в высокоэффективных источниках тока. Среди всех существующих химических источников тока наиболее энергоемкими и перспективными являются литиевые системы. Основной проблемой развития литиевых источников тока сегодня является разработка полимерных электролитов, обладающих высокой электропроводностью и инертностью к активным и вспомогательным материалам этих источников тока.

Данная работа посвящена исследованию литий-диоксид марганцевых элементов с гель-полимерным и твердополимерным электролитами. Разрядные и поляризационные характеристики катодов снимали с помощью компьютеризированного потенциостата IPS-Pro Мв трехэлектродной полипропиленовой ячейке. В качестве электролита использовали твердополимерный электролит на основе полисульфона и перхлората лития, а также гель-полимерный электролит пластифицированный раствором перхлорат лития в смеси 40 % пропиленкарбоната и 60 % тетрагидрофурана.

Показано, что электропроводность твердополимерного электролита несколько ниже, чем у гель-полимерного, однако его несомненными преимуществами по сравнению с последним являются практически полная инертность по отношению к литию и материалам положительного электрода, а также возможность использования не только в межэлектродном зазоре химического источника тока, но и в структуре катода в качестве связующего и ионопроводящего компонента, т. е. на базе твердополимерного электролита можно создавать твердофазные источники тока.

В процессе экспериментального исследования установлено, что удельная емкость диоксида марганцевого катода (лимитирующего емкость элемента в целом) в твердофазном источнике тока при плотности тока  $0,050 \text{ мА/см}^2$  достигает  $295(\text{мА}\cdot\text{ч})/\text{г}$ , в то время как в источнике тока с гель-полимерным электролитом она не превышает  $240(\text{мА}\cdot\text{ч})/\text{г}$ . Таким образом, для невысоких плотностей разрядного тока и длительных интервалов хранения перед разрядом твердофазные системы являются более предпочтительными, чем системы с гелеобразным электролитом.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов СП-1098.2015.1.

*В.А. Глуханкин, студ.; рук. Н.А. Яштулов, д.х.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ ПЛАТИНЫ И ПАЛЛАДИЯ В КАЧЕСТВЕ АНОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МИКРОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

В последнее время ведется активная разработка топливных элементов на пористом кремнии для электроснабжения микроэлектроники. Преимущество кремния обусловлено тем, что он может быть получен в разных структурных модификациях (монокристаллической, аморфной, поликристаллической, микрокристаллической, нанокристаллической, пористой), обладающих уникальным набором свойств, совместимых друг с другом и с технологическими процессами кремниевой технологии. Пористый кремний – материал, который формируется в процессе электрохимической обработки монокристаллического кремния в растворах на основе фтористоводородной кислоты. Анодное травление в этих растворах приводит к избирательному вытравливанию материала из кристалла и формированию каналов пор глубиной до нескольких десятков микрометров и сечением от 2 до 50 нм [1].

Для работы пористого кремния (ПК) как электрода часто используют мезопористый высоколегированный кремний, обработанный солями благородных металлов. Высокая степень легирования позволяет создавать низкоомные контакты, а при использовании образцов с высокой пористостью (> 50 %) значительно возрастает проводимость в пористой матрице – с МОм для необработанного ПК, до десятков кОм для модифицированного ПК. При этом на поверхности пористого кремния сплошной металлической пленки не образуется, и проводимость может осуществляться по металлическим наночастицам платины или палладия при реализации механизма проводимости представленной в работе [2].

### **Литература**

1. **Яштулов Н.А.** Нанотехнология формирования электродов источников тока для радиоэлектроники // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. Т. 12. № 6.
2. **Kerres J., Cui W., Reichle S.** New sulfonated engineering poly-mers via the metalation route. I. Sulfonated poly (ethersulfone) PSU Udel® via metalation-sulfination-oxidation // J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem. 1996. Vol. 34. № 12.

*М.О. Данилкин, студ.; рук. Ю.А. Славнов, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ С РАСПЛАВЛЕННЫМ КАРБОНАТНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ**

В связи с возросшими требованиями к энергосбережению и экологии значительный интерес представляет использование водородных технологий.

Электрохимические энергоустановки (ЭЭУ) на карбонатных топливных элементах (ТЭ) подходят для широкого круга промышленных и коммунальных потребителей. ЭЭУ могут вырабатывать электроэнергию и тепло с высокой энергоэффективностью и без нанесения вреда окружающей среде.

Особенностью этой ЭЭУ является потребность в устройстве для отделения  $\text{CO}_2$  из анодных газов и подача его в воздух, поступающий на катод. В них может быть применен внутренний способ конверсии топлива [1].

Разработана технологичная схема ЭЭУ мощностью 200 кВт. Она работает при высоких температурах и позволяет использовать природный газ без внешней системы конверсии природного газа.

Конверсия углеводородного топлива для получения водорода, используемого в качестве топлива для ТЭ, происходит непосредственно в их батареях. Генерируемая в ТЭ теплота может использоваться как для теплофикации, так и для генерации электрической энергии в газотурбинной или паротурбинной установке (гибридные ЭЭУ).

В настоящей работе были рассчитаны основные параметры работы гибридной ЭЭУ. Ее КПД по электроэнергии будет составлять 57 %, удельные выбросы вредных компонентов ТЭ на 1,5–2,5 порядка ниже, чем выбросы из традиционных тепловых энергоустановок. К тому же ТЭ практически бесшумны и потребляют меньше воды.

В мире работает 300 ЭЭУ на карбонатных ТЭ. В России они смогут найти применение, прежде всего для работы в городских условиях. Возможно их применение для автономного энергоснабжения в отдаленных районах.

### **Литература**

1. **Коровин Н.В.** Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М.: Издательство МЭИ, 2005. 280 с.

*М.А. Климова, студ.; рук. С.И. Нефедкин, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОРОД-ВОЗДУШНОГО ТВЕРДОПОЛИМЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА (ТПТЭ) ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСКУТЕРА**

В данной работе представлен расчет энергоустановки на основе водород-воздушных топливных элементов мощностью 800 Вт для электроскутера.

Топливные элементы с твердополимерной протонообменной мембраной считаются наиболее перспективными энергоустановками для транспортных средств. Они имеют высокую удельную мощность, высокий электрический КПД (более 50 %), удобный диапазон рабочих температур (10–80 °С).

В отличие от бензиновых двигателей, они не выделяют вредных выбросов и превосходят литий-ионные аккумуляторы по значению удельной энергии [1].

В работе произведен расчет энергоустановки на ТПТЭ мощностью 800 Вт. Показано, что такая мощность позволяет достичь скорости электроскутера 50 км/час, а запас хода может достигать 500 км.

Для хранения водорода используются облегченные баллоны под давлением 30 МПа. Для пробега скутера 500 км масса такого баллона должна составлять около 20 кг.

В экспериментальной части работы исследованы газодиффузионные электроды энергоустановки с малой закладкой катализатора на основе черни платины, синтезируемой в вакууме магнетронным напылением. Такие электроды с закладкой платины до 700 мкг/см<sup>2</sup> позволяют реализовывать плотности мощности топливного элемента до 350 мВт/см<sup>2</sup>. В работе электрохимическими методами исследована активность разработанных электродов, а также их устойчивость при работе энергоустановки в режиме циклической нагрузки.

### **Литература**

1. **Коровин Н.В.** Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. М.: Издательство МЭИ, 2005.

А.А. Кузьмина, студ. (НИУ «МЭИ»); И.А. Стенина, к.х.н. соиск. (ИОНХ РАН); рук. Т.Л. Кулова, д.х.н. (ИФХЭ РАН)

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОРАЗМЕРНОГО ТИТАНАТА ЛИТИЯ

*Методическая часть.* Одним из перспективных электродных материалов является титанат лития  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , одна формульная единица которого способна интеркалировать три иона лития, что соответствует теоретической емкости 175 (мА·ч)/г.

Целью данной работы является синтез титаната лития  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  с различным размером частиц, а также исследование процессов заряда и разряда полученных материалов в качестве отрицательного электрода литий-ионного аккумулятора.

*Результаты.* Исследование электрохимических характеристик образцов титаната лития проводили в трехэлектродных герметичных электрохимических ячейках с литиевым вспомогательным электродом и литиевым электродом сравнения.

Размер частиц титаната лития при 673 К составляет 20 нм, при 1073 К их размер повышается до 200–400 нм. Из сопоставления зарядно-разрядных кривых образцов, видно, что в начале и конце процесса наблюдаются различия в электрохимическом поведении образцов, отожженных при разных температурах, что связано с размером частиц, и как следствие с ростом взаимной растворимости фаз.

Кроме того, сравнивая полученные в ходе исследования данные, можно сделать вывод, что при повышенных плотностях тока емкость электрода на основе  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , отожженного при 673 К, оказывается существенно выше емкости  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , полученного отжигом при 1073 К. Так при плотности тока 800 мА/г (около 5С) она составляет 111,4 (мА·ч)/г, а при плотности тока 3200 мА/г (около 20С) – 61,3 (мА·ч)/г. Образцы, прокаленные при 1073 К при токах разряда 5С теряют больше половины начальной разрядной емкости, а при токах разряда 20С их разрядная емкость приближается к нулю.

Таким образом, уменьшение размера частиц позволяет увеличить ионную проводимость образцов  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  и существенно повысить эффективность их циклирования при высоких плотностях тока. В то же время при этом наблюдается изменение механизма процессов заряда и разряда от сосуществования двух фаз с небольшой взаимной растворимостью до модели неограниченного ряда твердых растворов.

Результаты данной работы будут использованы в научно-исследовательской работе по созданию литий-ионных аккумуляторов с новыми функциональными электродными материалами. Работа проводится при поддержке Минобрнауки России.

## **ЛИТИЙ-ПОЛИМЕРНЫЙ АККУМУЛЯТОР ДЛЯ СВЕТОСИГНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

В настоящее время использование энергии возобновляемых источников для нужд автономного энергосбережения активно развивается в мире. Среди маломощных устройств наибольшее распространение получили автономные светосигнальные устройства и установки наружного освещения. Одним из таких устройств является светофор LGMP, специально разработанный для обеспечения устойчивой и бесперебойной работы в самых тяжелых условиях российской зимы. Мощная монокристаллическая солнечная батарея заряжает аккумулятор в светлое время суток. Зарядка осуществляется даже в пасмурную погоду и в зимнее время года. Аккумулятор выдерживает повышенное количество циклов «заряд-разряд».

Катод аккумулятора представляет собой смесь  $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$  с электропроводящей добавкой и связующим в нанодисперсном состоянии. В качестве связующего катода и электролита в его порах используется твердополимерный электролит. Таким образом, в данном электроде полностью отсутствует жидкая фаза, т.е. он является твердофазным нанокластерным композиционным материалом. Задачей работы было исследование влияния доли твердополимерного электролита и электропроводящей добавки в активной массе катода на его электрохимические характеристики. Анализ разрядно-зарядных характеристик электродов аккумулятора свидетельствует о том, что катод с 10 % содержанием ТПЭ обладает более высоким разрядным потенциалом, более стабильной разрядной кривой и лучше сохраняет заряд, чем электрод с 5 % содержанием твердополимерного электролита в качестве связующего. Кроме того, электрод с 10 % содержанием ТПЭ имеет также лучшую поляризационную характеристику. Увеличение содержания твердополимерного электролита до 15 % также приводит к снижению разрядной характеристики, что, очевидно, связано с уменьшением содержания литий-металл фосфата.

В качестве электропроводящей добавки в активной массе катода применяли ацетиленовую сажу АД-100, пенографит (ПГ), а также пирографит марки PR1. Использование пенографита дает возможность получить более стабильную разрядную характеристику и выигрыш в поляризации, обеспечивается лучший контакт между частицами активной массы катода, что позволяет увеличить долю активного литий-титан фосфата в активной массе катода и соответственно емкость электродов. Содержание электропроводящей добавки должно быть не менее 5 %. Увеличение содержания ЭД до 10 % не сказывается на разрядных характеристиках.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ.

*И.В. Марусева, А.С. Пушкарев, студенты;  
рук. С.А. Григорьев, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Применение различных наночастиц углерода в электрохимических системах с твердым полимерным электролитом (ТПЭ) направлено на снижение содержания благородных металлов в катализаторе, а также на повышение его активности [1]. Например, в настоящее время в качестве носителя широко применяются различные сажи (марок Vulcan XC-72, Ketjen Black и др.). В последние годы графеновые материалы привлекают огромное внимание научного сообщества в силу своих уникальных свойств, таких как высокая электропроводность, площадь поверхности, стабильность, стойкость в агрессивных средах [2]. Указанные свойства делают графен и графеноподобные материалы перспективными в качестве компонентов электрокатализаторов для топливных элементов и других электрохимических систем с ТПЭ.

В рамках данной работы синтезированы и исследованы различные графеновые полиморфы (нановолокна, наноленты и их комбинации). Электрокаталитические материалы на их основе получены с применением химических и физических методов, их структурные и электрохимические свойства изучены с использованием просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, различных видов рентгенофазового анализа, циклической вольтамперометрии и др. методов. Ряд образцов испытан в составе мембранно-электродных блоков топливных элементов с ТПЭ, достигнуты плотности тока более  $0,6 \text{ А/см}^2$  при напряжении  $0,74 \text{ В}$ .

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-29-04071 оф<sub>и</sub>\_м.

### **Литература**

1. **Dai L., Chang D.W., Baek J.-B., Lu W.** Carbon Nanomaterials for Advanced Energy Conversion and Storage // Carbon Nanomaterials. 2012. 8. No 8.
2. **Губин С.П., Ткачев С.В.** Графен и родственные наночастицы углерода. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.

*М.В. Негородов, студ.; рук. И.А. Пуцылов, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛИТИЙ-ФТОРУГЛЕРОДНОГО ИСТОЧНИКА ТОКА**

В связи с бурным развитием портативной электроники, военной и космической техники, а также электротранспорта является актуальной проблемой создания высокоэффективных химических источников тока, которые обладают высокими энергетическими параметрами и ресурсом, а также простотой и надежностью в эксплуатации и производстве. Данная работа посвящена разработке высокоэнергоемкого твердофазного литиевого источника тока с катодом на основе фторированной фуллереновой сажи.

В экспериментальной части работы исследована корреляция между составом твердополимерного электролита и его электропроводностью. Проведенные исследования показали, что на значение электропроводности существенно влияет концентрация перхлората лития в полимерной матрице. Установлено, что оптимальное значение концентрации соли лития находится на уровне 17 % масс., при этом достигается максимальная электропроводность твердополимерного электролита и минимальная поляризация отрицательного электрода, работающего в контакте с ним.

В ходе работы была установлена взаимосвязь между природой компонентов, способом изготовления, структурой и электрохимическими характеристиками твердофазного фторуглеродного катода. Сопоставительное тестирование твердофазных катодов на основе фторированной фуллереновой сажи и на основе фторированного углерода ИТГ-124 проводили в трехэлектродной полипропиленовой ячейке. Поляризационные и разрядные характеристики электродов снимали до конечного потенциала в 2 В. Разрядную плотность тока варьировали в диапазоне от крейсерских режимов 0,015 мА/см<sup>2</sup> до форсированных в 0,1 мА/см<sup>2</sup>. Преимущество электрода на базе фторированной фуллереновой сажи при разрядной плотности тока от 0,015 до 0,1 мА/см<sup>2</sup> достигало соответственно 40 и 17 %.

По итогам работы был разработан макет элемента отличающегося от традиционных первичных химических источников тока высокой удельной энергией 586 (Вт·ч)/кг и высокой удельной емкостью 189 (А·ч)/кг. В некоторых областях науки и техники этот элемент может потеснить уже используемые источники тока.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов СП-1098.2015.1.

*Т.А. Рылова, студ.; рук. С.А. Григорьев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА НЕПЛАТИНОВЫХ ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ КЛАТРОХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОГО ПОЛИМЕРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА**

В современном мире одним из перспективных направлений развития альтернативных источников энергии является водородная энергетика, в рамках которой особое внимание уделяется топливным элементам и электролизерам воды, использующих в качестве электрокатализаторов металлы платиновой группы. Поскольку их стоимость высока, необходимы разработки неплатиновых электрокатализаторов.

В рамках данной работы исследована работа электролизера воды с твердым полимерным электролитом (ТПЭ) с катодными электрокатализаторами на основе клатрохелатных комплексов кобальта и железа (II) [1].

По итогам проведенных исследований были получены, в частности, вольт-амперные и ресурсные характеристики электролизных ячеек. Установлено, что ряд соединений демонстрирует достаточно высокую электрокаталитическую активность в реакции электрогенерации молекулярного водорода в системе с ТПЭ. Так, высокие характеристики демонстрирует электролизная ячейка с клатрохелатными комплексами железа. Плотности тока достигают  $1 \text{ А/см}^2$  и выше при напряжении менее 2,2 В.

Определены направления дальнейших исследований с целью выявления наилучших комплексов с точки зрения активности и стабильности. Ведутся исследования по применению клатрохелатных комплексов в качестве катализаторов топливных элементов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-29-04071 офи\_м.

### **Литература**

1. Voloshin Y.Z., Dolganov A.V., Varzatskii O.A., Bubnov Y.N. Efficient electrocatalytic hydrogen production from the  $\text{H}^+$  ions using the specially designed boron-capped cobalt clathrochelates // Chem. Commun. 2011. 47.

*А.Р. Токтарова, студ.; рук. В.Н. Кулешов, к.т.н., ст.н.с. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРОВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ**

Несмотря на развитие больших электрических сетей в стране, остается актуальной задача автономного энергоснабжения. Масштаб проблемы можно оценить по тому факту, что примерно 70 % территории России не имеет централизованного энергоснабжения. Состояние коммуникаций на таких территориях, как правило, не позволяет осуществлять регулярные и рентабельные поставки топлива.

Решение данной проблемы может быть основано на использовании возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) – солнца и ветра, которые являются повсеместно доступными и привлекают относительной дешевизной, экологической частотой, высокой безопасностью.

Цель данной работы – проанализировать возможность создания автономной энергоустановки, работающей только на ВИЭ для энергоснабжения метеорологической станции, расположенной в п. Усть-Камчатск.

Главной проблемой создания эффективных автономных энергоустановок на основе ВИЭ является проблема аккумулирования энергии в условиях ее существенной нестабильности поступления. Оптимальным решением является накопление и хранение произведенной энергии в виде водорода – высокоэффективного экологически безопасного энергоносителя. В этом случае основным компонентом энергоустановки является электролизный модуль, система хранения водорода и батареи топливных элементов.

В проекте наиболее целесообразно использование ветроэлектрической установки суммарной мощностью 9 кВт, обеспечивающей потребителя теплом и электроэнергией, с системой аккумулирования энергии на основе электролизера воды с твердым полимерным электролитом (ТПЭ), газобаллонной системы хранения водорода и топливного элемента с ТПЭ.

Достоинствами предлагаемой энергоустановки являются использование энергии возобновляемых источников, отсутствие потребности в заводе топлива, минимальные затраты на обслуживание, экологическая безопасность, высокая надежность гарантированного энергоснабжения потребителя.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/123.

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

*Председатель секции — к.э.н., доцент Д.Г. Шувалова*

*Секретарь секции — ассистент А.Ю. Амелина*

*L. Jurik, Ing., PhD. – student; supervisor: P. Sakal, prof., Ing., CSc.  
(Institute of Industrial Engineering and Management,  
MIF STU Trnava, Slovakia)*

### **THE EVALUATION OF COMPETENCIES OF MANAGERS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES BY USING THE METHOD AHP**

The area of evaluation of employees in industrial enterprises, specifically managers, is a problem, because during their selection, evaluation and remuneration evaluators often make decisions based on subjective feelings and opinions. Selection procedures and the evaluation of employees absent objective approach. Objective approach during evaluation of employees can be achieved by applying the method of Analytic Hierarchy Process (AHP). AHP method is an exact method, which is used in multicriteria evaluation. We applied method in the field of HR management in three enterprises in Slovakia.

For the first time, we used the method in an enterprise with foreign capital in selection procedure of the position of personnel worker, where on the basis of the importance of the individual criteria and thorough consideration of the candidates in the individual criteria, we recommended the most suitable candidate for the enterprise. The second was the application of the method in the enterprise with domestic capital for evaluating individual managers, where the enterprise needed to identify qualitative differences between managers and then determine, in which fields the employees must improve for the needs of achieving assigned goals. And subsequently, it was evaluated, by what values the qualities of employees were improved. The third application was the creation of a methodics for evaluating the competencies of managers in enterprise with foreign capital. In the above-mentioned enterprise, there was defined a competency model, which served as a system of criteria for evaluation, and by the application of method, quality of managers was able to be expressed by the synthetic indicator. These applications were part of the final theses solved at the UPIM MTF STU under the guidance of prof. Sakál.

By these applications, we managed to increase the objectivity of evaluation of employees, eventually candidates.

*The article is a part of the KEGA project No. 037STU-4/2012 „Implementation of the subject “Corporate Social Responsibility Entrepreneurship“ into the study programme Industrial management in the second degree at MTF STU Trnava“.*

*This thesis is also part of the upcoming grant VEGA project No. 1/0510/15 “Sustainable Strategic Management vs. Sustainable Corporate Social Responsibility vs. Integrated Management System for Strategic Business Units“.*

M. Šujaková, Ing., PhD. – student; supervisor: P. Sakál, prof., Ing., CSc.  
(Institute of Industrial Engineering, Management,  
MTF STU Trnava, Slovakia)

## PROPOSAL FOR EVALUATION OF COMPETENCY PROFILE OF UNIVERSITY TEACHERS THROUGH THE USE OF AHP METHOD

The status of a teacher is changing during the 21st century. A new model of teaching is being created together with various standards of competency categories to meet the objectives of education, functions of schools and universities and activities of teachers in the real environment of educational institutions. We believe the competency profile is the base for further professional and carrier development and a starting point for the evaluation system in relation to teacher motivation through evaluation and remuneration.

It is of importance for university teachers to sustain their quality. Our proposed **Evaluation Model of Sustainable Quality of a University Teacher (EMS QUT)** is a model that enables an objective assessment of the current status of the teacher and determines his/her further development required or allows you to identify shortcomings in the competence, respectively. The resulting competency model has up to four levels of evaluation criteria of worker. Given that teacher positions are held by qualified personnel, we propose to use our evaluation model for recruitment.

For the candidate selection we created **Evaluation Model for Selection of University Teachers (EMSUT)** in collaboration with the personnel department of the university. A competency model consists of only one level of criteria-based assessment and contains 12 criteria under which, candidates are evaluated.

Basis for multi-criteria decision-making method is multi-criteria nature of the problems in education process. For the preparation of both models we used an exact method of multicriteria decision. This method is called Analytical Hierarchy Process (AHP), which serves as a decision support tool. We used the software, which name is Expert Choice. Analytical Hierarchy Process is a method, which enables comparisons of semantically different criteria that help sustain the quality of university education and in the future.

*The article is a part of the KEGA project No. 037STU-4/2012 „Implementation of the subject “Corporate Social Responsibility Entrepreneurship“ into the study programme Industrial management in the second degree at MTF STU Trnava“. This thesis is also part of the upcoming grant VEGA project No. 1/0510/15 “Sustainable Strategic Management vs. Sustainable Corporate Social Responsibility vs. Integrated Management System for Strategic Business Units“.*

*Е.Ю. Абрамова, асп.; рук. Н.Д. Роголев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА**

От уровня подготовки специалистов сегодня зависит настоящее и будущее страны. На качество подготовки выпускника вуза влияет множество факторов: от профессорско-преподавательского состава до ситуации на рынке образовательных услуг данной специальности. Как правило, при оценке качества подготовки выпускников оцениваются имеющиеся ресурсы вуза и их использование. В современных реалиях, если рассматривать вуз, как самостоятельного участника рынка образовательных услуг, необходимо учитывать его конкурентоспособность и стратегический потенциал, что позволит выявить слабые места для дальнейшего улучшения качества образования и оценить перспективу развития организации в будущем.

Таким образом, целесообразно выделить 2 различных блока направления: оценка вуза и оценка соответствия выпускников требованиям работодателей.

$$I_{\text{качества}} = 0,5 \cdot I_{\text{вуза}} + 0,5 \cdot I_{\text{работодателей}}, \quad (1)$$

где  $I_{\text{вуза}}$  – это «Оценка вуза». Показатель, состоящий из набора факторов, непосредственно влияющих на процесс обучения. Оценка вуза проводится с учетом состава ППШ, интенсивности НИР, материально-технического оснащения, наличия аккредитации, финансового состояния, занимаемого положения в рейтингах, скорректированных на индекс значимости. Особое внимание следует уделить оценке конкурентоспособности модели с учетом теории стейкхолдеров и проведению SWOT-анализа для оценки внутренней и внешней среды вуза.

$I_{\text{работодателей}}$  – это «Оценка соответствия выпускников требованиям работодателей». Она учитывает результат обучения. Определяется путем проведения опросов работодателей и выпускников для определения степени соответствия реальных квалификационных характеристик и личных профессиональных качеств подготавливаемых специалистов.

Данная методика может применяться в вузах различной отраслевой направленности, так как изменяя характеристики выпускника и изучая рынок образования в сегменте своего направления подготовки, можно оценить качество подготовки выпускника любого профиля обучения.

### **Литература**

1. **Маслова Л.Д., Гаффорова Е.Б.** О системах оценки качества высшего образования // Международный научно-исследовательский журнал. 2012. № 3. – Режим доступа: URL: <http://research-journal.org/featured/pedagogy/o-sistemax-ocenki-kachestva-vysshego-ob/>

Е.С. Алферова, студ.; рук. Е.М. Лисин, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АВТОБУСОВ

Электрический транспорт, включая электробусы, считается экологически чистым видом транспорта. В мире эксплуатируется более 40 моделей электрических автобусов. Одна из крупнейших китайских автокорпораций BYD подписала в 2013 г. многомиллионный контракт на поставку в США 35 электроавтобусов, также она выиграла тендеры на их поставку в Нидерланды, Польшу и Канаду.

Основными причинами развития рынка электрических автобусов являются: удорожание углеводородов, рост эффективности технологий вследствие научных открытий, уменьшение вредных выбросов в атмосферу, снижение эксплуатационных затрат.

Сравнительная характеристика эксплуатационных затрат представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение затрат различных видов автобусов, тыс. руб/год

	Бензиновый	Газовый	Гибридный	Электробус
Расходы на ГСМ [1]	1944,4	1100,0	800,0	430,4
Затраты на ТО и ТР	536,0	450,0	300,0	482,5
Фонд оплаты труда водителей	2527,2	2527,2	2527,2	2527,2
Социальные нужды	631,8	631,8	631,8	631,8
Амортизация по подвижному составу	700,0	950,0	1300,0	1500,0
Амортизация «быстрой» подзарядки				200,0
Аморт. «медленной» подзарядки			30,0	30,0
Амортизация за газонаполнительную станцию		476,0		
Модернизация по уменьшению выхлопов	475,0	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Расходы на восстановление шин		122,6		122,6
Накладные расходы	579,9	557,5	616,4	511,1
Итого	6848,0	6132,0	6795,0	5803,9

С точки зрения экономического подхода, использование электроэнергии вместо нефтепродуктов значительно уменьшает эксплуатационные затраты. Но в статью затрат электробусов включаются амортизационные отчисления за комплекс подзарядки и отсутствует статья затрат по модернизации автобуса, в целях уменьшения вредных выхлопов.

Экономия от использования электробуса взамен использования традиционного бензинового составляет 1,044 млн руб. в год.

### **Литература**

1. **Методические** рекомендации «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте», введенные в действие распоряжением Минтранса РФ от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р.

## **ИЗМЕНЕНИЯ НАЛОГОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В 2015 ГОДУ**

Налоги являются одной из главных статей доходной части бюджета государства, также всем известна одна из функций налогов – регулирующая, которая призвана обеспечить максимально комфортные условия для осуществления своей деятельности экономическими организациями.

С одной стороны, можно решить, что государству невыгодно предоставлять разнообразные льготы малому бизнесу, но это не так, ведь он имеет ряд преимуществ: предоставление рабочих мест населению, использование ресурсов с максимальной пользой, способность быстро реагировать на предпочтения рынка и другие немаловажные аспекты. В развивающихся странах малый бизнес занимает важное место в экономике страны, а также в ВВП. В США, Японии и Германии доля малого бизнеса в ВВП страны на 2010 год составила более 50 %, в Италии – более 70 %. В России данный показатель ниже в несколько раз и составил всего лишь 20 %. Одной из причин является налоговая нагрузка, которую не способен осилить данный сектор экономики.

Одним из основных преимуществ малого предпринимательство является возможность использования специальных режимов налогообложения (ЕСХ, УСН, ПСН, единый налог на вмененный доход, система налогообложения при выполнении соглашений о разделе продукции). У каждого режима есть свои особенности, учитывая которые, бухгалтер может максимально снизить налоговую нагрузку на экономический субъект.

В последнее время правительство обращает особое внимание на поддержку малого бизнеса. В 2015 году для предпринимателей, со дня регистрации которых не прошло два года, ФСС планирует ввести дополнительную льготу, которая освобождает их от уплаты страховых взносов в Фонд соцстраха. Также на рассмотрение в Государственную Думу внесен проект Минфина РФ, который предполагает введение налоговых каникул на два года для вновь созданных ИП, которые перешли на УСН или ПСН.

В течение 2014 года Правительство РФ рассматривало законопроект на введение налога с продаж, но данный проект не был принят, что, несомненно, снижает налоговое давление на малые организации.

Таким образом, можно сделать вывод, что государство старается вывести малый бизнес из непосильного для него налогового бремени, вводя специальные режимы налогообложения, льготы, которые освобождают от уплаты взносов, и отклоняя глобальные законопроекты, которые могут оказать крайне негативное влияние на данный сектор экономики.

А.А. Ахаминова, студ.; рук. Д.Г. Шувалова, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## РАСЧЕТ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ СТОИМОСТИ КАПИТАЛА ДЛЯ ОАО «ТГК-2»

Для определения текущей стоимости потока денежных средств в качестве ставки дисконтирования используется величина средневзвешенной стоимости капитала (weighted average cost of capital – WACC) после налогообложения. Формула для определения средневзвешенной стоимости капитала принимает вид:

$$WACC = r_c g_c + r_z g_z, \quad (1)$$

где  $r_c$  – ставка доходности собственного капитала;  $r_z$  – цена заемного капитала (ставка процента по займу);  $g_c, g_z$  – доли собственного и заемного капитала в общем капитале.

Цена долгосрочной ссуды банка будет меньше, чем размер процента, уплачиваемого предприятием:

$$WACC = r_c g_c + (1 - t) r_z g_z, \quad (2)$$

где  $t$  – ставка налога на прибыль.

В соответствии со статьей 284 Налогового кодекса РФ (часть вторая), налоговая ставка устанавливается в размере 20 %.

Для определения стоимости собственного капитала применяется модель оценки долгосрочных активов (capital assets pricing model – CAPM), которая предполагает, что цена собственного капитала равна безрисковой доходности плюс премия за риск:

$$r_c = rf + \beta (r_T - rf), \quad (3)$$

где  $rf$  – безрисковая ставка дохода;  $r_T$  – требуемая доходность портфеля или ожидаемый рыночный доход;  $\beta$  – коэффициент, определяющий изменение цены на акции компании по сравнению с изменением цен на акции по всем компаниям данного сегмента рынка;  $(r_T - rf)$  – премия за рыночный риск.

В качестве безрисковой доходности использовалась долгосрочная ставка рынка ГКО-ОФЗ Банка России на 26.05.2014 г.

Показатели по премии за рыночный риск и  $\beta$ -коэффициенту основаны на данных журнала «РЦБ» № 8 2005. Материал журнала в свою очередь основан на базе данных А. Дамодарана (Stern School of Business, New York) и адаптирован под условия российского бизнеса.

Данная работа была проведена в рамках расчета экономической эффективности управления капиталом ОАО «ТГК-2» и конечным результатом стало искомое значение WACC, равное 15 %, что соответствует норме.

### Литература

1. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004.

## **НАУКОГРАДЫ – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ**

Одной из важнейших задач государства является развитие и поддержка науки, инновационной и научно-технической деятельности. Современная Россия столкнулась с проблемой отмирания науки как отрасли экономики. Основными местами концентрации научного потенциала страны являются муниципальные образования с особым статусом «наукоград».

Современное состояние наукоградов сложно назвать даже удовлетворительным. Возраст научного оборудования превышает более 30 лет. Постоянно сокращается численность людей, занятых в научном секторе. По данным Росстата в 2000 году численность персонала, занятого научными разработками и исследованиями в наукоградах составляла 887,7 тыс. человек, а на конец 2013 года составила 727 тыс. человек. Причем возраст ученых в среднем составляет 50–60 лет при условии, что возраст активной деятельности ученого приходится на 30–40 лет. Почти полностью отсутствует обновление кадров.

Статус наукограда дает определенные финансовые привилегии муниципальному образованию – на его развитие отдельно выделяются субсидии, которые, как предполагается, необходимо потратить на научные разработки и открытия. Но исследование показало, что большая часть федеральных средств идет на поддержание жилищно-коммунального хозяйства, что не отвечает цели наделения города особым статусом. А сам размер субсидии определяется по численности населения города. Практически отсутствует система взаимодействия органов федеральной, региональной и муниципальной власти. Предоставление средств из федерального бюджета не требует от местной власти разработки планов по реализации инновационной политики государства.

Исходя из всего этого предлагается разработать систему определения объема субсидий, предоставляемых наукограду, исходя из размера реального научного потенциала города, а также соразмерно затратам на развитие научного производства. Предполагается создать систему более жесткого контроля за деятельностью наукоградов на федеральном уровне. Необходимо предпринять меры, направленные на обновление и омоложение кадров, путем создания благоприятных условий для привлечения к работе в научно-производственных комплексах молодых ученых. Именно комплексный и системный подход к решению данных проблем позволит наукоградам стать основой для инновационного развития страны.

### **Литература**

1. **Иванов В.В.** Наукограды России: От методологии к практике. М., 2001.

*Е.А. Баврина, студ.; рук. О.В. Стоянова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА НОВОГО СОТРУДНИКА СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ**

Трудно представить современную страховую компанию без применения информационных технологий. Сотрудникам ежедневно требуется использовать в своей работе большое количество информационных систем.

В Департамент ИТ постоянно поступают заявки, связанные с предоставлением, лишением или изменением уровня доступа сотрудников к многочисленным ресурсам компании. Это связано с приемом и увольнением сотрудников, назначениями на новые должности, наделением дополнительными обязанностями и т.п. Частный случай, требующий особого внимания, – подготовка рабочего места для нового сотрудника.

Для начала выполнения своих должностных обязанностей новому сотруднику необходимо обеспечить полноценное рабочее место. Данный процесс занимает много времени и трудно поддается контролю. Основная проблема в том, что заявки на подготовку рабочего места передаются в Департамент ИТ в бумажном виде.

Проанализировав поступающие заявки, было выявлено, что руководитель подразделения указывает в заявке всю информацию по новому сотруднику, необходимую для его размещения и наделения правами для последующего выполнения им своих должностных обязанностей. По результатам проведенного анализа, можно сделать вывод, что составление «бумажной» заявки сложный и трудоемкий процесс. Он требует от руководителя четкого представления о необходимых информационных ресурсах и уровнях доступа к ним. При этом высок риск появления ошибок.

Поэтому был разработан проект системы обработки заявок для автоматизации процесса создания рабочего места. Такая система позволит оформить заявку с параметрами, соответствующими должностным обязанностям нового сотрудника, автоматически отправить заявку на согласование владельцам ресурсов и руководителям подразделений, распределить задания по ответственным сотрудникам, действующим в процессе, и, в идеальном случае, автоматически выполнить работы по созданию учетной записи и наделению необходимыми правами. Для решения последней задачи целесообразно использовать параметрические запросы создания объектных привилегий на уровне баз данных, настраиваемые интерфейсы на уровне приложений, шаблоны сетевых настроек и др.

Автоматизация процесса создания рабочего места для нового сотрудника позволит существенно сократить время обработки заявки, сроки адаптации нового сотрудника, а также нецелевые затраты времени сотрудников компании, участвующих в процессе.

*А.Ш. Байрамуков, студ.; рук. Д.В. Никифорова, асс. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛЫХ ГЭС ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

В нашей стране около 70 % территории находится вне централизованной системы энергоснабжения, где проживает около 15 млн человек. А значит, появляется задача электроснабжения территориально разобщенных, имеющих небольшой объем электропотребления объектов, находящихся в труднодоступных местах с плотностью электрической нагрузки от 0,5 до 70 кВт на км<sup>2</sup>. Возведение для этих целей воздушных ЛЭП в труднодоступных районах является трудоемким и экономически нецелесообразным. Отдельные регионы страны при этом располагают большим потенциалом возобновляемых источников гидроэнергии, с помощью которых может решаться проблема энергоснабжения отдаленных потребителей [1].

Исследования направлены на оценку технико-экономической эффективности установки малых ГЭС на территории РФ, в частности, на курортах Северного Кавказа, а именно выбрано несколько быстро развивающихся курортов в Карачаево-Черкесской Республике.

По итогам проделанной работы получены следующие результаты для проекта строительства микроГЭС: капитальные вложения на единицу установленной мощности составляют 500 \$/кВт, себестоимость выработки электрической энергии 0,56 руб/кВт·ч, период окупаемости проекта строительства электростанции 5 лет.

В дальнейшем на основе оценки эффективности проекта будет разработана стратегия развития малой гидроэнергетики на курортах Северного Кавказа. Это даст толчок для развития инфраструктуры на Кавказе, пополнению бюджета за счет налоговых отчислений от увеличения потока туристов, а также позволит сохранить первозданную красоту этого региона.

Развитие альтернативной энергетики в России должно создать основу для ухода от энергетики, основанной на ископаемых углеводородах. В связи с этим использование местных возобновляемых энергоресурсов позволит существенно экономить жидкое и твердое топливо, которое необходимо доставлять для обеспечения жизнедеятельности населения.

### **Литература**

1. **Информационно-аналитическое** агентство «Cleandex»: [Электронный ресурс]. М., 2014. URL: <http://cleandex.ru>. (Дата обращения: 12.10.2014).

*Т.С. Бакутина, студ.; рук. Е.А. Александрова, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ПРЕОДОЛЕНИЕ КРИЗИСА НЕПЛАТЕЖЕЙ**

Сегодня актуальной проблемой экономики является преодоление кризиса неплатежей. Кризис охватывает многие сферы и отрасли производства и услуг. Регулярные невыплаты денежных средств бюджету, банкам, поставщикам, работникам по заработной плате вызывают ухудшение финансового положения многих экономических субъектов.

Фактором, усиливающим кризис неплатежей, является не выполнение своих обязательств как со стороны покупателей, так и со стороны заказчиков. Проблемы расчетов по дебиторской задолженности решаются в арбитражах, но даже они не спасают от увеличения их суммы. Во-первых, арбитраж не справляется с большим потоком дел, а во-вторых, сроки рассмотрения дел слишком велики, и при всем этом задолженность сохраняется. Дебиторская задолженность часть средств выводит из оборота, из-за чего экономические субъекты вынуждены покрывать недостаток денежных средств ростом кредиторской задолженности [1].

Платежный кризис и возникновение неплатежей определено как общеэкономическими факторами, так и организационными недоработками. В числе общеэкономических факторов следует выделить:

- недостатки в системе ценообразования и оценке влияния валютного курса на уровень внутренних цен;
- усиление денежно-кредитной политики без достаточного изменения в организации финансовых и кредитных отношениях;
- потеря экономическими субъектами своих оборотных средств;
- нехватка платежных средств для исполнения процесса реализации товаров и услуг;

Организационные факторы, влияющие на рост объема неплатежей:

- отсутствие должного контроля расчетных отношений как со стороны государства, так и со стороны экономических субъектов;
- отсутствие ответственности экономических субъектов за срыв платежной и расчетной дисциплины.

Срывы платежей, которые возникают, вследствие недоработанной денежно-кредитной политики увеличиваются. Сегодня их уровень колеблется от 70 до 75 % общей численности экономических субъектов.

В качестве предупреждающих мер, которые разумно предпринимать при заключении крупных договоров, можно признать предварительное изучение и анализ данных о платежеспособности и надежности партнера.

### **Литература**

1. **Володина Т.** Увеличение неплатежей // Правовед. Вып. № 38 (29).

*Ю.А. Богдан, студ.; рук. М.А. Свириденкова, к.т.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ**

Материально-производственные запасы (далее МПЗ) являются основой деятельности предприятий различных отраслей. Данные, получаемые по результатам учета МПЗ, не только дают общее представление о движении запасов на предприятии, но и информацию, необходимую для эффективного прогнозирования и планирования управленческой и хозяйственной деятельности. Именно поэтому грамотная организация бухгалтерского учета МПЗ действительно важна.

Несомненно, для любой организации необходимо постоянное обновление системы автоматизированного учета, помогающей отслеживать все направления движения материалов. Однако для крупных предприятий может представлять интерес автоматизация так же складских служб, что позволит организовать внутренний документооборот учета материалов в электронной системе, сокращая таким образом время на сбор, обработку, систематизацию и оформление информации, получаемой в процессе учета МПЗ.

Согласно Закону № 402-ФЗ, с 1 января 2013 года организации вправе, помимо унифицированных форм первичных документов, применять самостоятельно разработанные формы, в том числе по оформлению движения материалов [2]. Данное положение дает возможность формировать документацию, которая будет отражать движение материалов в более удобном виде, но оставляя реквизиты, которые являются обязательными согласно нормативно-правовой базе. Например, если в приходный ордер добавить графы, в которых сотрудник на складе напишет пояснения по расхождениям, то от акта о приемке материалов можно попросту отказаться [1]. Для отпуска материалов со склада так же можно разработать единый документ, содержащий строки лимита (если он есть в организации), и данные об обособленном подразделении, в которое передают материалы. Такие меры помогут организовать более понятную и удобную систему учета МПЗ.

Применение предложенных усовершенствований по учету МПЗ на практике способствует созданию эффективной системы учета и внутреннего контроля производственно-хозяйственной деятельности.

### **Литература**

1. **Постникова Е.К.** Как обойтись минимумом первички и таким образом опустить учет материалов // Главбух. 2013. № 3.
2. **Фомичева Л.П.** Новация Закона о бухгалтерском учете // Бухгалтерский учет. 2013. № 3.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЗАКАЗНОГО И АВС-МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В условиях нестабильности мирового рынка необходимым условием успешного функционирования строительных организаций является контроль за затратами и их оптимизация. Актуальность темы обусловлена стратегическим значением рассматриваемой отрасли, определяющей уровень развития производительных сил в обществе и благосостояние страны.

Одним из видов деятельности строительных компаний является производство окон. Доля таких фирм на рынке составляет около 47 %. Учет затрат по производству окон включает определение их состава, оценку выполненных работ и выбор соответствующего метода их учета. Особое внимание при определении себестоимости продукции следует уделить порядку распределения накладных расходов организации. Предпосылкой расширения перечня методов их распределения стало увеличение себестоимости продукции за счет роста доли расходов, напрямую не связанных с производством. Так, грамотно выбранный метод калькулирования себестоимости продукции позволяет увеличить прибыль на 5–7 %.

При использовании позаказного метода калькулирования объектом выступает отдельный заказ, для которого открывается аналитический счет. Все затраты на нем до окончания работ считают незавершенным производством, а отчетные калькуляции сдаются при выполнении заказа. В случае периодического повторения заказа затраты определяются заново. В ходе продвижения объекта калькуляции по центрам затрат, на него распределяется доля накладных расходов экономического субъекта соответственно выбранной базе распределения.

Альтернативным методом является учет затрат по функциям (АВС-метод). Его применение обоснованно и эффективно при высоком уровне сложности бизнеса и накладных расходов. Отличие метода в том, что носитель затрат определяется по каждому виду деятельности отдельно. Для расчета себестоимости продукции рассчитывают стоимость единицы носителя затрат, которая далее станет базой для определения накладных расходов единицы продукции. На завершающем этапе все затраты суммируются и рассчитывается себестоимость единицы произведенной продукции.

В 2014 г. «оконный» рынок показал снижение с 4,5 % (2013 г.) до 3,2 %. Причиной спада стало перенасыщение рынка и высокий уровень конкуренции. Таким образом, для обеспечения эффективного развития строительных организаций и получения ими достаточных объемов прибыли следует уделять внимание снижению себестоимости продукции за счет внедрения наиболее выгодного метода распределения затрат.

*М.А. Булатенко, асп.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **УЩЕРБ ОТ НАЛИЧИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА В СЕТИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Нелинейные нагрузки, подсоединенные к распределительной сети, генерируют в ней высшие гармоники тока и напряжения (ВГ), ущерб от которых несут все участники рынка электроэнергии (э/э) [1].

За счет ВГ в системе электроснабжения понижается коэффициент мощности, вследствие чего у всех участников рынка э/э возрастают общие расходы на собственное потребление э/э, на ремонт и обновление парка электрооборудования (ЭО), возрастают штрафы за ухудшение качества э/э. Как следствие: у потребителей возрастает себестоимость продукции; у электросетевых компаний (ЭСК) – расходы на оплату потерь э/э; стоимость прокладки ВЛ и КЛ; у сбытовых компаний (СК) возникает упущенная прибыль из-за невозможности продажи дополнительного объема э/э.

За счет ВГ возрастает количество случаев ложного срабатывания автоматических выключателей, вследствие чего у всех участников рынка э/э появляются расходы на возобновление работы остановленного технологического процесса. А также у ЭСК и СК возникает упущенная прибыль от недопоставки э/э и возможные штрафы со стороны потребителей по договорам энергоснабжения; у потребителей – недовыпуск продукции, увеличения количества брака и дополнительных отходов, расходы от работы оборудования вспомогательных процессов (обогрев, кондиционирование, освещение, вентиляция) во время остановки основного процесса.

И потребители, и ЭСК вынуждены увеличивать суммарные амортизационные отчисления, так как наличие ВГ вызывает преждевременное старение изоляции кабельных линий, увеличивает вероятность проявления резонансных явлений в конденсаторах, вызывает нагрев токопроводящих частей ЭО, возрастают затраты на восстановление срока службы оборудования, т.е. завышение их исходных параметров. Наличие ВГ в сети означает невозможность использования конденсаторов, следовательно, возрастают затраты на компенсацию реактивной мощности. У ЭСК увеличиваются расходы на оплату сверхнормативных потерь э/э; а у потребителей – общие расходы на э/э за счет возрастания тарифа на э/э [1].

Таким образом, стоит задача разработки методики расчета финансовых потерь от наличия ВГ в сети для всех участников рынка электроэнергии.

### **Литература**

1. **Приказ** Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» (с изменениями и дополнениями).

Н.А. Васильев, соиск.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

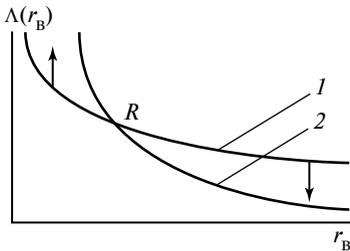
## ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ МОЩНОСТИ ОМСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Основной целью энергетической политики Российской Федерации согласно «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» от 13 ноября 2009 г. № 1715-р является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов для устойчивого роста экономики и повышения качества жизни населения страны.

Основными проблемами для Омской энергосистемы являются:

– высокий уровень потерь в сетях и расходов на собственные нужды электростанций – порядка 20,5 % произведенной энергии – при общем уровне в ОЭС Сибири 14,4 %.

– высокая степень морально и физического износа электростанций (более 60 % ТЭС работают более 30 лет), а также высокая концентрация генерирующей мощности при большой площади покрытия.



**Рис. 1.** Пример оптимизация за счет трансформации структуры техноценоза:

$\Lambda(r)$  – количество видов;  $r$  – видовой ранг

пример оптимизации на основе трансформации рангового видового распределения представлен на рис. 1 [2]. Идеальное распределение обозначено цифрой 2, а реальное 1, их точкой пересечения является  $R$ .

Основной задачей исследования является установление численных значений для введенных выше качественных категорий «мало», «больше» и «много» электростанций различной мощности с учетом реального территориального распределения потребителей Омской области.

### Литература

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 552 с.
2. Гнатьюк В.И. Оптимальное построение техноценозов. Теория и практика. М.: Центр системных исследований, 1999. 272 с.

*Т.О. Гапиенко, магист.; рук. Т.Н. Позднякова, к.с.н., доц.  
(ПензГТУ, г. Пенза)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ**

Переход к рыночным формам социально-экономических отношений привел к бурному развитию коммерческого сектора здравоохранения, что усилило конкуренцию оказываемых ими услуг. Высокое качество обслуживания пациентов во многом определяется использованием современного, качественного и высокотехнологического медицинского оборудования. Поэтому в рыночных условиях экономики у медицинских клиник периодически возникает необходимость в выявлении конкурентоспособных преимуществ новой медицинской техники (МТ). В связи с этим, тема нашей работы представляется как актуальная.

В настоящее время существует достаточно большое количество методов оценки конкурентоспособности продукции, такие как дифференциальный, комплексный, смешанный, графические методы и т.д., но все они имеют ряд существенных недостатков, например не учитывают весомость параметров при выборе товара. В связи с этим нами была разработана методика оценки конкурентоспособности МТ, которая позволяет избежать недостатков, выявленных в существующих методах.

Разработанная методика включает в себя:

1) оценку: нормативных параметров (патентная чистота, соответствие стандартам и нормам, прочие); медико-технических параметров (чувствительность, разрешающая способность, быстродействие, надежность и т.д.); экономических параметров (цена оборудования, стоимость доставки, стоимость монтажа и т.д.);

2) расчет значимости каждого параметра и выбор идеального значения;

3) расчет сводного показателя конкурентоспособности МТ и общего показателя экономических параметров;

4) расчет интегрального показателя конкурентоспособности МТ;

5) выбор наиболее конкурентоспособного оборудования.

Разработанная нами модель оценки конкурентоспособности МТ позволит медицинским учреждениям среди большого разнообразия выбирать наиболее качественное оборудование по оптимальной цене.

### **Литература**

1. **Позднякова Т.Н.** Экономика здравоохранения. Модуль 1. Маркетинг в медицинских учреждениях: учебное пособие. Пенза: Пенз.ГТУ, 2014.

2. **Портер Е. Майкл.** Конкурентная стратегия: Методика анализа и конкурентов: пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА РОССИЙСКИХ ПТИЦЕФАБРИКАХ**

В последнее время в отрасли отечественного птицеводства большое распространение получило внедрение системы контроля качества продукции. По данным различных исследований, более 70 % потребителей предпочитают приобретать продукцию высокого качества. Именно такая продукция может рассматриваться в качестве основного критерия конкурентоспособности предприятия в птицеводческой отрасли [1].

Управление качеством продукции происходит в течении всего процесса производства. С целью системной реализации такого управления, может оказаться эффективным создание группы из 5–7 сотрудников, отвечающих за внедрение системы контроля качества продукции на птицеводческом предприятии. В нее должны входить специалисты, обладающие достаточными знаниями и опытом работы, которые смогут принимать эффективные управленческие решения. Основной функцией таких специалистов является осуществление мероприятий по функционированию системы контроля качества на основании утвержденного руководителем предприятия плана [2].

Созданная группа специалистов контроля качества должна обследовать производство и выявить возможные риски, проверить состояние машин и оборудования, качество сырья, режим уборки и дезинфекции помещений.

Внедрение системы контроля качества оказывает большое влияние на прибыль организации. Например, контроль за кормом для птиц и повышение качества этого корма окажет положительное влияние на количество яиц. Таким образом, увеличится реализация продукции, что соответственно принесет организации более высокую прибыль. Такое изменение прибыли можно представить в виде следующей модели:

$$\Delta\Pi = (\Delta P - \Delta C) \cdot V_{р.п.}$$

где  $\Delta\Pi$  – изменение прибыли в связи с повышением качества кормов;  $\Delta P$  – изменение цены за счет изменения качества кормов;  $\Delta C$  – изменение себестоимости за счет изменения качества кормов;  $V_{р.п.}$  – объем реализованной продукции.

### **Литература**

1. **Маклакова Л.Р.** Организация работы по внедрению контроля качества и ее применение на птицефабрике // *Российский курьер*. 2014. № 15.
2. **Таймирова Т.Т.** Птицефабрика: инновационные пути развития // *Вопросы экономики*. 2014. № 3.

*Е.Е. Гудкова, асп.; рук. Н.Л. Кетоева, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ**

Согласно принятому 23 ноября 2009 г. ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», к 2020 году планируется увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобалансе страны с 0,5 до 4,5 %.

Достижение указанных целей предусматривает реализацию целого комплекса мероприятий: введение налоговых льгот, выдача государственных субсидий, поддержка использования отечественного оборудования при строительстве энергообъектов на основе ВИЭ, снятие административных барьеров с целью стимулирования развития альтернативной энергетики. Необходимо также инновационное развитие технологий, использующих ВИЭ, и повышение их конкурентоспособности.

Одним из перспективных направлений развития ВИЭ является использование тепла Земли. Однако в данный момент петротермальная энергия глубоких скважин не используется по причине дороговизны бурения и малой изученности. Именно поэтому необходимо внедрение инноваций, которые бы способствовали улучшению процесса бурения и уменьшению его стоимости.

Формирование инновационной среды является важнейшим условием для осуществления эффективных инноваций в возобновляемую энергетику и интенсификации экономического развития данной отрасли. При этом на формирование инновационной среды влияет инновационная активность.

Авторами была проведена оценка инновационной активности петротермальной технологии по следующим факторам: надежность, экономичность, экологичность, цена потребления инновационной технологии, уровень НИОКР, риски создания и внедрения, конкурентоспособность. В результате было получено, что петротермальная технология обладает высоким уровнем инновационности, однако имеется еще потенциал повышения инновационной активности [1].

Дальнейшее исследование будет направлено на разработку модели формирования инновационной среды возобновляемой энергетики.

### **Литература**

1. **Инновационная** активность петротермальной технологии / Е.Е. Гудкова, Н.Л. Кетоева и др. Современная экономическая наука: Материалы VIII МНТК «Энергия-2013». Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет», 2013. Т. 6.

*А.Н. Демьянов, студ.; рук. Т.Н. Прудникова, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА АУДИТОРСКИХ УСЛУГ В РОССИИ**

На данный момент в аудиторской отрасли назрело много серьезных проблем, связанных с ее регулированием и развитием.

Целью данной статьи является изучение структуры рынка аудита, которая характеризуется большинством малых аудиторских организаций. Клиенты этих экономических субъектов, как правило, являются представителями малого и среднего бизнеса, большинство из которых не обязаны проводить обязательный аудит.

Поэтому в сегодняшней ситуации универсальность аудиторской организации, ее способность оказывать наиболее широкий спектр услуг – прочная перспектива для выживания в условиях жесткой конкуренции на рынке аудита.

Аудиторское сообщество беспокоит демпинг, процветающий на рынке аудита. При этом аудиторские организации, предоставляющие аудиторские услуги по заниженным ценам, как правило, оказывают некачественный аудит, что тормозит развитие отрасли в целом. В результате чего происходит снижение престижа профессии аудитора, что приводит к сокращению притока новых кадров.

Для данной цели необходимо решить следующие задачи: контроль за качеством проведения аудиторских проверок и повышение ответственности аудиторских организаций перед клиентами; повышение требования к методическому обеспечению аудиторов и квалификации контролеров качества.

Инвесторы хотят быть уверены в том, что финансовые операции организации разумны и отчетность предоставляемая пользователям достоверна. В то же время одна из главных претензий к аудиторам со стороны бизнес-сообщества состоит в том, что «аудит неформативен», то есть аудиторские заключения по разным организациям практически одинаковы, а инвесторы желают знать больше, особенно о существующих рисках.

Для развития рынка аудита, по нашему мнению, необходимо:

- расширение сферы оказываемых услуг средними и малыми аудиторскими фирмами;
- повышение доверия к аудиту;
- предоставление комплекса аудиторских услуг по совершенствованию бизнеса клиента.

### **Литература**

1. **Шеремет А.Д.** Проблемы аудиторской профессии. М.: АВ, 2014.

*Я.Н. Денисова студ.; рук. Е.М. Табачный, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ТОВАРНОГО ЗНАКА ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Оценка стоимости товарного знака – это ключевой фактор успешных продаж и корректного подхода к стоимости нематериальных активов.

В данной работе разрабатываются практические и методические рекомендации по оценке стоимости товарного знака, а также проведена оценка его стоимости.

Товарный знак и его стоимость являются неотъемлемой частью стоимости компании, в том числе малых и средних предприятий (МСП). Необходимость оценки этой стоимости возникает при купле-продаже лицензии на использование товарного знака, страховании, кредитовании и инвестировании. На сегодняшний день методик для оценки малого и среднего бизнеса не существует [1].

В работе были проанализированы следующие методы оценки стоимости товарного знака: метод оценки стоимости бренда компании Interbrand, метод дисконтированных будущих прибылей, метод освобождения от роялти, метод преимущества в прибылях (Premium Profit). Области их использования различны для товарных знаков малых и средних предприятий. Существуют ограничения применения рассмотренных методов. Прежде всего, в связи с неприемлемостью применения методик, оценивающих бренд к небрендируемому товару-аналогу и к локальным брендам, которыми владеют МСП.

В связи с этим возникает необходимость разработать методику оценки стоимости товарного знака для малых и средних предприятий, которая основана на использовании существующих подходов к оценке стоимости бренда, преобразованных и адаптированных к оценке стоимости локального и небрендированного товарного знака.

В заключении работы проводятся расчеты по предлагаемой методике на примере конкретного предприятия. Доказана работоспособность и применимость предлагаемой методики к оценке товарного знака малых и средних предприятий.

### **Литература**

1. **Козлов С.В.** Проблемы коммерческого использования малыми предприятиями ИС в качестве имущества / Коммерциализация объектов ИС и повышение капитализации компании // Материалы секционного заседания Третьего Всероссийского форума «Интеллектуальная собственность – XXI век». Москва ГОУ-ВПО-РГИИС-2010 г.

*М.С. Дильдина, студ.; рук. Н.Л. Кетоева, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ТАРИФА НА СБОР, ВЫВОЗ И УТИЛИЗАЦИЮ ТБО С УЧЕТОМ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ**

Решение актуальной задачи по увеличению объемов твердых бытовых отходов (ТБО), вовлекаемых в хозяйственный оборот в качестве дополнительных материальных и энергетических ресурсов, невозможно без привлечения инвестиций. Для реализации подобных инвестиционных программ, а также повышения качества оказываемых услуг по сбору, вывозу и утилизации отходов необходимо включение в структуру тарифа инвестиционной составляющей.

В работе рассматривается вопрос совершенствования алгоритма расчета тарифа на сбор, вывоз и утилизацию ТБО (далее – тариф на утилизацию ТБО) путем включения инвестиционной составляющей.

На данный момент в России не существует законодательно утвержденных тарифов на утилизацию ТБО, имеются лишь методические рекомендации. Согласно этим рекомендациям тариф должен включать себестоимость услуг по сбору, транспортировке и утилизации ТБО, а также необходимый для развития компаний, осуществляющих данные услуги, определенный уровень прибыльности.

Зачастую компании при расчете тарифа завышают себестоимость оказываемых ими услуг либо, используя неактуальные данные, занижают. В результате тариф нельзя назвать экономически обоснованным. Включение инвестиционной составляющей позволит создать условия для замены изношенных основных фондов компаний, приобретения спецтехники для сбора и вывоза ТБО, приобретения оборудования, необходимого для вторичного использования отходов, их обезвреживания и экологически безопасного размещения и др. [1].

В то же время необходимо учитывать, что с введением инвестиционной составляющей может наблюдаться рост тарифа, поэтому реакцией потребителей может стать отказ от услуг по утилизации ТБО в пользу складирования их на несанкционированных свалках. В связи с этим необходимым условием является контроль над расчетом себестоимости услуг по утилизации ТБО, чтобы избежать необоснованного ее завышения.

### **Литература**

1. **Закалюкина Е.В.** Эколого-экономические аспекты управления процессом обращения с твердыми бытовыми отходами. М.: СтГАУ «АГРУС», 2013.

## ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В ходе исследования процессов информационного обеспечения подготовки производства наукоемкой машиностроительной продукции была выявлена проблема – отсутствие всестороннего анализа и оценки качества показателей, используемых при планировании производственных процессов. В качестве возможного решения была предложена методика оценки достоверности и непротиворечивости данных, обрабатываемых на этапе подготовки производства [1]. Тем не менее решение о внедрении разработанной методики на предприятии может быть принято только после проведения предварительной оценки эффективности ее применения.

Использование наиболее распространенных методов определения экономической эффективности (метода экономической оценки инвестиций и метода приведенных затрат) сопряжено в данном случае с рядом стоимостных и временных ограничений: основное назначение методики – поддержка принятия решений в процессе подготовки производства, не характеризуется большими затратами, прямой связью с доходами предприятия и не имеет четких временных рамок.

В работе рассмотрена возможность применения подхода к оценке экономической эффективности, в основе которого – влияние внедряемой методики на риски, связанные с качеством показателей, используемых в процессе принятия решений на стадии подготовки производства. Данный подход можно представить в виде последовательности этапов.

*Этап 1.* Вероятностная и количественная оценка выбранных для анализа рисков до применения предлагаемой методики.

*Этап 2.* Экспертная оценка силы связи между риском и качеством показателей, используемых в ходе принятия соответствующих решений. Расчет вероятностной оценки после применения методики.

*Этап 3.* Определение совокупного эффекта от применения методики.

*Этап 4.* Расчет совокупных затрат на использование методики.

*Этап 5.* Оценка эффективности применения методики, выраженная отношением эффекта снижения вероятности наступления рисков за счет внедрения методики (этап 3) и затрат на ее использование (этап 4).

### Литература

1. Стоянова О.В., Дружинина Н.А. Оценка качества показателей, используемых в процессе подготовки производства в машиностроении / О.В. Стоянова, Н.А. Дружинина // Научное обозрение. 2014. № 3. С. 287–292.

*А.А. Емельянцева, студ.; рук. Д.В. Никифорова ассист. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕТРЯНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Производство первичных энергоресурсов в 2011 г. в мире составило 13 113 млн тонн нефтяного эквивалента, что более чем в 2 раза превысило аналогичный показатель 1973 г. При этом свыше 80 % ресурсов составляют различные виды ископаемого топлива, запасы которого ограничены и по разным оценкам будут израсходованы в ближайшие 100–200 лет [1]. Поэтому уже сейчас необходимо развивать использование возобновляемых источников энергии.

Правительством РФ на период до 2020 г. установлены следующие значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием ВИЭ: в 2010 году – 1,5 %; в 2015 году – 2,5 %; в 2020 году – 4,5 %. В качестве механизма стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке определен механизм продажи мощности квалифицированных генерирующих объектов.

Исследования направлены на обоснование строительства ветряной электростанции мощностью 60 МВт в Краснодарском крае. Станция состоит из 20 турбин производства компании Siemens мощностью 3 МВт. При среднегодовой скорости ветра около 8 м/с выработка электроэнергии в год составляет в среднем 220 млн кВт·ч. Сроки строительства станции – 2013–2014 гг. Начало промышленной эксплуатации – 2015 г.

Объем инвестиций в проект – 3500 млн руб., 43 % от которых составляют собственные средства, а 57 % – заемные средства.

Расчетная цена продажи кВт·ч в 2015 г. – 1,5 руб. Расчетная цена продажи мощности в 2015 г. – 480,51 тыс. руб/МВт в мес. – определена в соответствии с Правилами определения цены на мощность генерирующих объектов на основе ВИЭ.

Расчет показателей экономической эффективности для представленного в данной работе проекта показывает, что с учетом установленных государством мер поддержки проект имеет положительную экономическую эффективность и пригоден к реализации.

В результате произведенного анализа выявлено, что показатели экономической эффективности проекта наиболее чувствительны к изменениям скорости ветра, цены РСВ и ставки дисконтирования.

### **Литература**

1. **Advantage Energy** // International Energy Agency, 2011.

*И.В. Ермаков, асп.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **МЕХАНИЗМ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАКУПНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В настоящее время во множестве компаний, в том числе и в энергетике, в нефтегазовой отрасли, процессы закупки товаров, работ и услуг построены таким образом, что предпочтение тому или иному поставщику (исполнителю, подрядчику) отдается на основании предложенной им цены без учета ряда факторов, которые оказывают непосредственное влияние на общую стоимость использования приобретенной технической системы, внедренной системы управления, системы обработки информации и т.п. Кроме того, имеют место и коррупционные процессы, которые также снижают экономический эффект от приобретения того или иного вида продукции.

Известно, что к техническим системам применяется методика выбора по критерию минимальной совокупной стоимости владения [1]. Внедрение этой методики в систему управления организацией позволяет принимать решения о закупке на основании результатов оценки общих затрат, необходимых для обеспечения функционирования оборудования на протяжении всего жизненного цикла. Однако указанная методика не применима к оценке и снижению рисков, связанных с заключением договоров на выполнение работ и оказание услуг.

В данной работе исследована возможность анализа и оценки предложений исполнителей и подрядчиков на основании инновационного механизма управления закупочной деятельностью предприятий посредством построения системы мониторинга функционирования контрагентов, анализа их квалификационного уровня и расчета совокупной стоимости предложения по выполнению работ или оказанию услуг. В работе был проведен анализ современных подходов к выбору поставщиков и на основе разработанной методики предложены элементы системы корпоративного управления, позволяющие оптимизировать закупочную деятельность в области взаимодействия с субподрядными организациями по выполнению работ или оказанию услуг, направленные в том числе и на борьбу с коррупционными процессами.

### **Литература**

1. **Тульчинская Я.И.** Организационно-экономический механизм борьбы с коррупцией в компаниях при закупке энергетического оборудования // Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2012. № 4. С. 6–12.

## **РОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА**

Материально-производственные запасы во многих экономических субъектах, как правило, составляют наибольшую часть оборотных активов. Следовательно, учет, управление и анализ данного вида активов играет важную роль для управления экономическим субъектом и для повышения эффективности его деятельности. Этим объясняется актуальность данной работы. Эффективное управление материально-производственными запасами служит надежным средством достижения запланированного экономического субъектом финансового результата.

Цель работы – обосновать необходимость планирования запасов как одного из элементов управления деятельностью всего экономического субъекта.

Решающим моментом в управлении материально-производственными запасами выступает именно планирование величины запасов. В результате эффективного планирования величины запасов становится возможным снижение величины запасов, в которых на данный момент нет потребности, и увеличение величины запасов, потребность в которых возросла на текущий момент. Таким образом, одним из вариантов решения проблем с величиной запасов является снижение сверхзапасов.

Эффективным средством решения проблем может явиться применение нормы запаса. Исходя из нормы запаса можно рассчитать дополнительное количество запасов, которые необходимо либо закупить, либо произвести, учитывая текущие запасы и запасы, которые находятся на пути от поставщика к экономическому субъекту или в процессе производства. Применяются такие показатели как норматив отдельного элемента оборотных средств (например, готовой продукции, товаров, запасов сырья и материалов) и общий норматив оборотных средств. Используя нормативы, руководство экономического субъекта может адекватно оценить потребность в запасах и величину уже имеющихся запасов. В таком случае проблема «затоваривания» склада или отсутствия необходимых для производства запасов будет решена.

Таким образом, управление запасами – задача достаточно широкая и требующая значительных усилий для ее решения. Экономистам и менеджерам экономического субъекта необходимо уделять существенное влияние состоянию и использованию запасов.

## **ХРАНЕНИЕ ЗАПАСОВ НА СКЛАДЕ: БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ**

Одной из проблем, с которыми сталкиваются руководители экономических субъектов, является использование или неиспользование склада для хранения запасов. В современном мире эта проблема актуальна, так как существуют как сторонники, так и противники работы без склада. Противоречий по данному поводу много, этим и объясняется актуальность данной работы. Цель работы – рассмотреть основные достоинства и недостатки обоих вариантов хранения запасов и обосновать преимущества выбора того или иного варианта. Предлагаемый подход к решению проблемы заключается в анализе показателей, характеризующих оба варианта хранения запасов, и выборе приемлемого варианта на основе наилучших показателей.

С одной стороны, наличие склада позволяет размещать готовую продукцию до отгрузки ее покупателю, дает возможность производить больше продукции. И в случае поиска новых покупателей наличие склада позволяет гарантированно поместить продукцию на определенный срок (от нескольких месяцев до года или более в зависимости от вида продукции) до того, пока экономический субъект сможет найти новых заказчиков. Экономический субъект получает возможность увеличить объем производства на 20–30 %, в случае если склады не полностью «затоварены». Также наличие склада дает возможность приобретать большие партии товаров, что часто бывает выгодно, так как на большую партию можно получить значительную скидку от поставщика (например, скидка 10 % за каждые дополнительные 100 единиц товара). В результате экономический субъект может увеличить оборот на 10–15 %. Таким образом, достоинства работы со складом очевидны.

С другой стороны, возникают сложности. Они обусловлены тем, что экономический субъект несет значительные затраты на содержание и обслуживание склада, составляющие большую часть затрат на хранение и реализацию продукции. Поэтому при анализе этих затрат необходимо рассмотреть такие показатели как оптово-складской товарооборот, коэффициент использования полезной площади склада, пропускная способность склада. Чем выше эти показатели, тем более рационально использование склада в работе экономического субъекта. Сопоставляя преимущества описанных вариантов, руководство экономического субъекта должно решить, что выгоднее: использовать или не использовать склад для хранения запасов. Также такие расчеты являются одним из способов оптимизации затрат на производство и реализацию продукции.

*Я.Д. Журавлева, студ.; рук. И.П. Лебедев, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ**

Одной из важнейших задач XXI века является развитие экономики, отвечающее целям устойчивого развития как страны в целом, так и любого ее региона. Достижение этих целей требует, чтобы энергоснабжение эффективно поддерживало экономический рост и повышение жизненного уровня.

Ни один из источников энергии в отдельности не сможет удовлетворить будущие потребности в энергии, которые значительно возрастут в XXI веке в результате исчерпаемости традиционных источников энергии и роста численности. В связи с этим возникает актуальная необходимость экономического и экологического обоснования энергетических систем будущего [2].

В этой ситуации понятен интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), обусловленный их экологической чистотой и неисчерпаемостью запасов.

В настоящее время около 100 стран имеют специальные государственные программы освоения ВИЭ.

Большинство стран ставят своей целью добиться вклада ВИЭ в энергобаланс страны на уровне не менее 15–20 % к 2020 г., а страны Европейского союза – до 40 % к 2040 г. [1].

Преимуществом ВИЭ прежде всего является сам факт их неисчерпаемости. Запасы традиционного топлива ограничены, а значит, их стоимость со временем будет возрастать.

Вместе с тем существенным недостатком большинства ВИЭ является малая удельная плотность энергии, приходящейся на единицу воспринимающей площади или объема соответствующего устройства, непостоянство поступающей энергии во времени. Это означает, что коэффициент использования установленной мощности значительно ниже единицы и что это обстоятельство необходимо учитывать для удовлетворения спроса потребителей.

Указанные недостатки приводят к удорожанию энергии, получаемой от ВИЭ, что существенно влияет на сегодняшнее отношение к ним.

### **Литература**

1. **Алхасов А.Б.** Возобновляемая энергетика. М.: Физматлит, 2010. 256 с.
2. **Исмагилов И.Ф.** Развитие альтернативных источников энергии – основа обеспечения экономической и национальной безопасности России в XXI веке // Проблемы современной экономики. 2009. № 4.

*А.А. Казанцев, асп.; рук. Н.И. Краскова, ст.преп. (СамГТУ, г. Самара)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОТАРИФА**

Рост тарифов на электроэнергию, сегодня заставляет задуматься о его актуальности.

По мнению авторов, создание критерия оценки развития и модернизации электрических сетей сетевыми компаниями способно снизить темп роста энерготарифов путем увеличения экономической эффективности средств, заложенных в энерготариф.

Конечная стоимость электроэнергии для потребителя в общем случае складывается из четырех крупных составляющих. Порядка 60 % приходится на покупку электроэнергии у генерирующих компаний, еще 8–9 % – на оплату услуг Федеральной сетевой компании, порядка 23–28 % забирают распределительные сетевые компании, а оставшиеся проценты достаются сбытовым организациям. Если 60 % доля «плавающая», то остальные не меняются в течение года.

Авторами разработаны следующие введения: первое – необходимо ввести в регламент работы региональных органов управления, это организация мониторинга и контроля жалоб на качество электроснабжения от населения. Поставка электроэнергии населению осуществляется по распределительным электрическим сетям 0,4 кВ, жалобы на перерывы в электроснабжении по этим сетям поступают от населения в Единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС), где ведется контроль, мониторинг, сбор всех данных о причинах отключений, в том числе о мерах, принимаемых по восстановлению питания. Все данные собираемые ЕДДС, в виде отчетов, могут передаваться в министерство энергетики и ЖКХ для исследования и учета с целью оценки эффективности средств, заложенных в тариф на модернизацию и сокращение аварийности сетей; второе – отключения и аварии в сетях 6, 10 кВ фиксируются и расследуются внутри сетевых компаний, которые составляют ежемесячный отчет содержащий информацию о нарушениях режимов работы и их причинах и отсылаются в ростехнадзор. Третье – отключения и аварии на сетях высокого напряжения – 35, 110, 220 кВ и т.д. полностью расследуются ростехнадзором. Данные о причинах аварий и оперативности ликвидации их последствий могут также передаваться в министерство энергетики и ЖКХ для оценки эффективности средств, заложенных в тариф на модернизацию и сокращение аварийности сетей.

Применение разработанных положений, по расчетным данным, позволит снизить темп роста энерготарифов на 3–4 % в зависимости от региональных особенностей формирования тарифов.

## **СПОСОБЫ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МСФО**

Большинство национальных компаний сейчас ведет учет по российским стандартам (РСБУ), но многие начинают переходить или уже перешли на составление отчетов в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности (МСФО). Этот переход требует достаточно больших финансовых расходов, из которых можно выделить:

- 1) расходы на формирование отдела МСФО;
- 2) расходы на профессиональных консультантов;
- 3) расходы на аудит;
- 4) расходы, связанные с подготовкой МСФО-отчетности;
- 5) создание или закупка и внедрение специализированных программных продуктов и приложений [1].

Таким образом, можно заметить, что расходов в связи с переходом на МСФО немало, и предложить некоторые рекомендации.

1. В случае формирования собственного отдела МСФО при найме специалистов стоит обратить внимание на их опыт.

2. Использование конкурсной основы при отборе аудиторов и специалистов может способствовать снижению расходов [2].

3. Следует применять единые формы отчетности и принципы учета как в материнской, так и в дочерних компаниях с целью сокращения сроков подготовки отчетности и сокращения расходов на аудит и заработную плату внутренних специалистов.

4. Автоматизация процесса консолидации в специализированном программном обеспечении может помочь с достижением уменьшения расходов на подготовку отчетности по МСФО в долгосрочной перспективе [3].

В заключение требуется отметить, что выше были рассмотрены только основные способы экономии, которые позволят сократить расходы при переходе на МСФО. Безусловно, они не являются бесспорными и у каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Поэтому возможность применения этих способов зависит от конкретной организации и ее отраслевых особенностей.

### **Литература**

1. **Колонников М.А.** Какие расходы ожидают компанию при переходе на МСФО // АИСРА. 2011. Т.21. № 8.
2. **Малицкая Т.Н.** Специфика перехода на МСФО в России // Аскон. 2014.
3. **Савицкая А.Д.** Существенные расходы при переходе на МСФО и пути их преодоления // Учет. Налоги. Право. 2013. № 53.

## РАЗРАБОТКА ПЛАНА МАРКЕТИНГА ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДОЛИ КОМПАНИИ НА РЫНКЕ ГИДРАВЛИКОВ

Излагается маркетинговое исследование по увеличению доли компании и объема продаж на рынке мобильной гидравлики. Разработанный маркетинговый план увеличения продаж охватывает большую часть деятельности фирмы (рис. 1).

Основные результаты: 1. Увеличение конкурентоспособности компании. Оценка проходила по 7 показателям: номенклатура (А1), качество (А2), цены (А3), отношения с поставщиками (А4), узнаваемость бренда (А5), квалифицированность кадров (А6), налаженность каналов сбыта (А7). До разработки комплекса маркетинга (КМ) компания проигрывала конкурентам в таких показателях как А3 и А1 и не обладала конкурентными преимуществами (рис. 2).

Разработка позволила создать конкурентное преимущество (А6), а также обойти своих конкурентов по общему показателю, что характеризует эффективность проведенных мероприятий (рис. 3).

2. Экономическая эффективность. Прибыль, полученная при исполнении КМ, составит 124 725 тыс. руб., что на 13,35 % больше, чем в прошлом году. Увеличение прибыли от реализации за 2012–2013 годы составила 27 273 тыс. руб. в абсолютном и 28,52 % в относительном выражении.

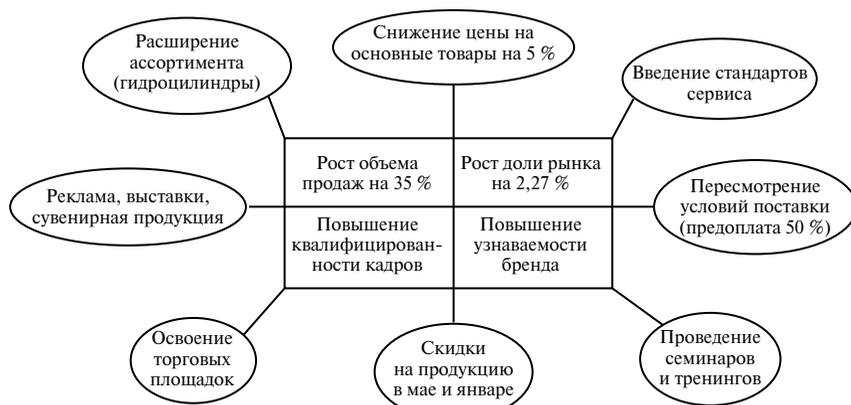
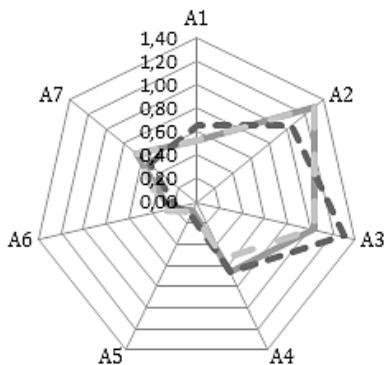
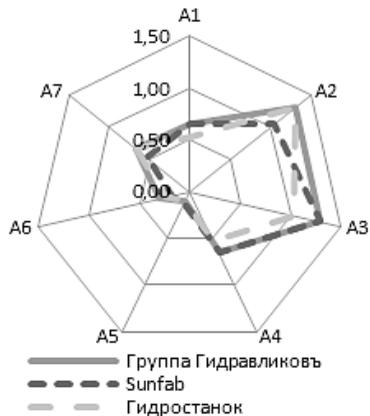


Рис. 1. Комплекс маркетинга (КМ)



**Рис. 2.** До реализации маркетингового плана



**Рис. 3.** После реализации маркетингового плана

### Литература

1. **Табачный Е.М., Фрей Д.А.** Маркетинг: учеб. пособ. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 323 с.

## **КЛАСТЕРНАЯ ОСНОВА РОСТА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СМОЛЕНСКОГО РЕГИОНА**

Современная экономическая система связана с неравномерностью развития, ростом неопределенности и усилением интенсивности конкуренции на всех уровнях, что делает практически невозможным функционирование в ней отдельных организаций и предприятий. Данные условия определяют формирование интегрированных образований, аккумуляции ресурсной базы как материальной, так и информационной.

Повышение конкурентоспособности Смоленских предприятий в основных секторах производственной специализации региона можно достигнуть с помощью создания конкурентоспособных кластеров в основных отраслях промышленного производства. Кластеры, сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных предприятий, специализированных поставщиков услуг, а также связанных с их деятельностью некоммерческих организаций и учреждений в определенных областях, конкурирующих, но вместе с тем и взаимодополняющих друг друга, играют ведущей роль в обеспечении конкурентных преимуществ региона. Именно кластеры создают основную критическую массу, необходимую для конкурентного успеха в определенных отраслях.

Фокусом формирования кластеров в регионе должно являться самоукрепление бизнес-сетей, а также совокупность факторов, определяющих конкурентоспособность секторов.

С учетом стратегического анализа конкурентоспособности отраслей специализации региона, в качестве локомотивов роста экономики региона можно выделить следующие потенциальные кластеры: машиностроительный, электронный, производство стройматериалов и деревообработки и пищевой промышленности.

Таким образом, для обеспечения роста конкурентоспособности экономики Смоленского региона необходимо, опираясь на специфику потенциала области и особенностей ее исторического развития, формировать кластерные региональные комплексы. Реализация данных мероприятий должна осуществляться в совокупности с обеспечением благоприятных условий как для промышленных предприятий и организаций, так и для населения со стороны управления региона.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕКЛАМНЫХ АГЕНТСТВ

В настоящее время реклама играет огромную роль в жизни современного общества. К ее созданию привлекаются различные рекламные агентства. При неправильной организации работы агентства, возникают путаницы с заказами, несоблюдение сроков, потеря различной информации.

Изучив особенности работы рекламных агентств в ходе производственной практики, было выявлено, что в данной сфере наблюдается: низкий уровень контроля над проектами, отсутствие систематизированного хранения различного рода информации, отчетность ведется в программных продуктах «не заточенных» под предметную область. Данные аспекты приводят к снижению эффективности деятельности агентств. Выявленные проблемы можно решить с помощью внедрения автоматизированных систем, разработанных специально для данной области. Для автоматизации у организации есть два пути: внедрение CRM-системы стоимостью от 30 000 руб. (SugarCRM для рекламных агентств) или комплексной автоматизированной системы от 100 000 руб. (EFSOL: AMS. Управление рекламой). Результатом внедрения CRM – системы будут являться: грамотная обработка информации, учет обращений, контроль бизнес-процесса продаж. CRM-системы справляются с частичной автоматизацией рекламного агентства, но не в состоянии решить проблемы связанные с контролем финансов и персонала. Комплексное программное обеспечение позволяет руководству агентства эффективно управлять информацией, персоналом и финансовыми потоками [1]. Специализированные информационные системы помогут организации улучшить работу и качество услуг. Из-за высокой стоимости целесообразно внедрять комплексное ПО крупным или активно развивающимся агентствам. Внедрение CRM-системы подойдет для автоматизации работы с клиентами и заказами в малых и крупных организациях, но и в дальнейшем придется устанавливать системы для работы с финансами и персоналом.

Подводя итог, можно сказать, что агентствам, которые хотят повысить эффективность деятельности, необходимо внедрять информационные технологии.

### Литература

1. **EFSOL:** Оптимизация деятельности рекламного агентства [Электронный ресурс] URL:<http://efsol.ru>(дата обращения 11.10.2014).

П.А. Князев, В.А. Круглов, студенты; рук. А.А. Гаврилова, к.т.н., доц.  
(СамГТУ, г. Самара)

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЭЦ

Поставлена задача исследовать устойчивость энергообъекта при различных управляющих воздействиях с помощью имитационного моделирования. В качестве объекта исследования рассмотрено генерирующее предприятие – ТЭЦ Волжского автозавода.

Для имитационного моделирования производственно-экономического объекта построена модель – неоднородная производственная функция типа Кобба-Дугласа. В качестве входных воздействий примем базовые ресурсы: основные фонды и трудовые ресурсы. Выходными величинами являются отпуск тепловой, электрической и суммарной энергии. Реальные статистические данные функционирования ТЭЦ ВАЗа взяты за 1990–2013 гг. и приведены к началу исследуемого периода.

Для энергетической системы модель имеет вид

$$Y(t) = A \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^\beta,$$

где  $Y$  – количество отпущенной энергии;  $K$  – основные фонды;  $L$  – трудовые ресурсы;  $A$  – параметр, характеризующий эффективность энерготехнологического процесса;  $\alpha$ ,  $\beta$  – эластичности выпуска по фондам и трудовым ресурсам.

Параметры модели идентифицированы методом наименьших квадратов. Проведен анализ качества и аппроксимативных свойств модельной зависимости с помощью коэффициентов детерминации, среднеквадратичных отклонений, значений  $t$ -критерия Стьюдента,  $F$ -критерия Фишера и критерия Дарбина–Уотсона.

Построена система управления энергообъектом, где в качестве управляющего воздействия принята относительная доля внутренних промышленных инвестиций в структуре годового выпуска продукции с учетом факторной эластичности  $\alpha$ .

Предложенная модель позволяет качественно и количественно оценить эффективность использования каждого вида ресурсов, определить границы устойчивости энергосистемы в целом, что дает возможность повысить качество управления генерирующим предприятием.

### Литература

1. Гаврилова А.А. Комплексный анализ эффективности использования капитальных, трудовых, топливных и водных ресурсов генерирующего предприятия // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2012 № 1 (33). С. 178–183.

## **ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ АТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА**

Сейчас большинство крупные физкультурно-оздоровительных центров имеют программное обеспечение (ПО) для автоматизации своей деятельности. ПО способствует обработки информации в таких отделах как: бухгалтерия, кадровые службы, хозяйственно-техническом и маркетинговом отделах. Но в малых центрах все еще стоит вопрос о том, какое ПО внедрить.

Главной особенностью для небольших фитнес центров является использование аутсорсинга для бухгалтерской деятельности.

Проанализируем следующие программы для физкультурно-оздоровительных центров: Servitum, Fitness Pro, «Спортивный клуб» от «АБС Софт».

Servitum является облачным ПО, благодаря чему есть возможность контролировать абонементы, группы, посещения и продажи в режиме онлайн, так же приложение позволяет упростить учет и получить все виды финансовых и операционных отчетов [1].

Fitness Pro позволяет вести клиентскую базу, распределять их по группам и присваивать персональные абонементы, вести учет денежных средств по кассе и еще: ведение складского учета, возможность списания оборудования и автоматическое начисление заработной платы [2].

Программа «Спортивный клуб» позволяет: вести учет клиентов и их посещаемости, работа с абонементами, учет оказанных и оплаченных услуг, ведение складского учета и формирование различных отчетов, взаимодействие с 1С: Предприятие 7.7 и внешнем оборудованием (кассовым терминалом и фискальными регистраторами) [3].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что Servitum подходит для центров, которым важна быстрота взаимодействия руководства, персонала и клиентов; Fitness Pro для средних центров желающих перенести документооборот в электронный вид; программа «Спортивный клуб» наиболее подходит динамично развивающимся центрам, а так же планирующим отказаться от аутсорсинга.

### **Литература**

1. Сайт организации Servitum URL:<http://servitum.net/> (дата обращения: 11.10.2014).
2. Сайт организации Tvidis URL: <http://tvidis.com/> (дата обращения: 11.10.2014).
3. Сайт организации АБС URL:<http://abs-software.ru> (дата обращения: 11.10.2014).

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТОВАРОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА**

Популярность интернет-магазинов растет с каждым годом. Отличия между обычным «классическим» магазином и интернет-магазином огромные.

В ходе проведенных исследований были выявлены основные особенности реализации товаров с помощью интернет-магазина:

Во-первых, существуют группы товаров, которые не будут так же хорошо продаваться в интернет-магазинах, как в обычных магазинах. Так, например, одежду, обувь, некоторые виды продуктов питания лучше продавать в обычных магазинах, где покупатель может потрогать, примерить, попробовать товар, убедиться в его соответствии качеству.

Во-вторых, в интернет-магазине продавец-консультант должен обладать не только высокой квалификацией в области продажи товаров, но и владеть навыками эффективного использования IT-технологий.

В-третьих, необходимо заниматься расчетом логистики по региону. Это может быть конкурентным преимуществом, если индивидуально подходить к доставке каждой единицы товара. Проведенный нами опрос показал, что ничто так не влияет на доверие покупателя к интернет-магазину, как своевременное совершение процесса доставки.

В-четвертых, товары стоят дешевле по сравнению с обычными «классическими» магазинами, что является дополнительным стимулом для привлечения покупателей. Данное преимущество достигается за счет отсутствия платы за аренду торговых площадей, зарплаты охранников и прочих работников, в связи с чем уменьшаются и налоговые выплаты. Естественно, что часть ресурсов будут уходить в другую область – создание и поддержка сайта интернет-магазина, но проведенные расчеты показывают что эти затраты намного ниже, чем в обычных магазинах.

В-пятых, дополнительным стимулом для привлечения клиентов является то, что добраться до интернет-магазина значительно проще и быстрее, чем до обычного магазина. Интернет-магазины работают круглосуточно и могут обработать прием заказа в любое время суток [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что интернет-магазины постепенно занимают свой сегмент рынка, в котором они значительно превосходят обычные «классические» магазины.

### **Литература**

1. **Shakin** // Ресурс продукта [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://shakin.ru/seo/online-shop-seo.html> (дата обращения 10.10.2014).

*С.Д. Козак, студ.; рук. Е.В. Сухарева, ассист. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА МЕТОДА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЕБЕСТОИМОСТИ ЭНЕРГИИ**

За последние годы в ряде регионов РФ теплоэлектроцентрали стали терять конкурентоспособность, прежде всего на рынке тепловой энергии. Одной из причин снижения конкурентоспособности тепла, вырабатываемого на ТЭЦ, явились завышенные тарифы на тепловую энергию вследствие несовершенства применявшегося до 1996 года «физического» метода распределения комплексных затрат на производство электрической и тепловой энергии и действующего с 1 февраля 1996 года – энергетического метода. Следствием стало снижение доли экономически эффективной выработки электроэнергии на базе теплового потребления на ТЭЦ.

Принятые меры в части совершенствования распределения затрат оказались недостаточными из-за следующих причин:

- 1) увеличения тарифов на тепловую энергию для предприятий в целях обеспечения льготных тарифов коммунально-бытовым потребителям;
- 2) значительных потерь энергии в тепловых сетях [1].

При формировании тарифов на электрическую и тепловую энергию при их совместном производстве важную роль играет обоснованное разнесение затрат между ними. Существует ряд методов, позволяющих рассчитать коэффициент распределения затрат между продуктами.

Разработка рекомендаций по применению методов распределения затрат при формировании себестоимости энергии на ТЭЦ в различных условиях хозяйствования является важной задачей современной экономики энергетики.

В работе проанализированы рынки тепловой и электроэнергии, выявлены причины и следствия снижения эффективности хозяйственной деятельности ТЭЦ. Проведено исследование влияния методов распределения затрат на конкурентное положение ТЭЦ на рынках тепла и электроэнергии, выявлены достоинства и недостатки каждого метода.

В результате работы разработаны рекомендации по выбору метода распределения затрат при формировании себестоимости энергии в рыночных условиях, которые могут быть использованы широким кругом энергетических предприятий, вырабатывающим в едином технологическом цикле электрическую и тепловую энергию.

### **Литература**

1. **Экономика** энергетики: учебное пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2008.

## **ТЭО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Система теплоснабжения является самой экономически неблагоприятной составляющей в топливно-энергетическом комплексе России. Она была сформирована в советское время, когда цены на энергоресурсы были относительно дешевы. В настоящее время в этой сфере накопилось множество крупных проблем. Для решения многих из них требуется немалые финансовые вложения, а также кардинальная перестройка сложившейся системы, которая не соответствует сегодняшним рыночным условиям. Эти проблемы касаются в первую очередь населения, которое является основным потребителем тепла, а также промышленных предприятий с существенным удельным весом затрат на тепловую энергию в себестоимости продукции.

Рациональность использования ресурсов сказывается на результатах деятельности предприятия и влияет на экономические показатели, такие как прибыль, рентабельность, себестоимость.

Физический и моральный износ большинства существующих в настоящее время в России котельных (по оценкам специалистов износ составляет 60–70 %) [1], приводит к низкой эффективности систем теплоснабжения и требует их комплексной реконструкции и технического перевооружения.

В работе исследована проблема повышения эффективности систем теплоснабжения на примере частного предприятия ООО «Арадион». Система теплоснабжения функционирует на предприятии с 1993 года и нуждается в модернизации.

Произведено технико-экономическое обоснование установки модульной котельной как альтернативы покупки тепловой энергии от удаленной на большое расстояние котельной. Затраты на единицу тепловой энергии при использовании модульной котельной снизилась на 18,6 %. Срок окупаемости вложений в модульную котельную составил 2 года и 5 месяцев. Снижение затрат на покупку тепловой энергии повлияло на снижение себестоимости продукции предприятия ООО «Арадион», а, значит, позволило уменьшить цены и повысить уровень конкурентоспособности предприятия в регионе.

### **Литература**

1. **Перспективы** развития теплоэнергетики в России: [Электронный ресурс]: экспертные исследования по проблематике энергетики и ЖКХ. М., 2012. – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru>

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Авторами предлагается модель устойчивого развития отрасли животноводства (рис. 1), отличающаяся наличием инновационной составляющей с выделением специфических видов животноводческих инноваций [1] с указанием особой роли инноваций отраслевой науки (НИИ и вузов), а также влиянием инновационной составляющей на 3 сферы концепции устойчивого развития: экономическую, экологическую, социальную.

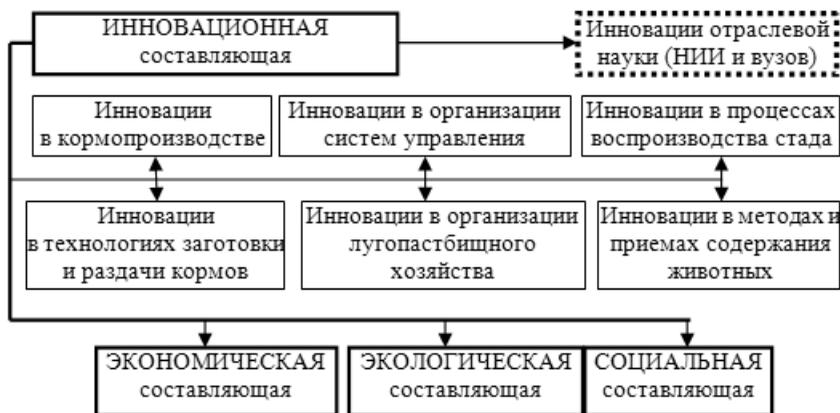


Рис. 1. Инновационная модель устойчивого развития отрасли животноводства

Авторами разработан алгоритм анализа производства продукции животноводства с учетом указанных на рис. 1 традиционных и инновационных составляющих и видов инноваций.

По итогам анализа выявлены резервы улучшений в экологической сфере: системный контроль за содержанием животных, модернизация очистных сооружений, обеспечение безопасности производства и экологической чистоты продукции; в социальной сфере: снижение ставок по кредитованию, налоговые льготы, государственные программы по улучшению качества жизни работников; в экономической сфере: расширение рынков сбыта, включая зарубежные с господдержкой, развитие сырьевой базы и племенного выращивания животных.

### Литература

1. Белкина Е.Н. Сущность и содержание модернизации аграрной сферы // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 5.

*Д.А. Кононенко, студ.; рук. Д.Г. Шувалова, к.э.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОЦЕНКА БЮДЖЕТНОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Модернизация отдельных инфраструктурных объектов коммунального хозяйства за счет окружного и муниципального бюджетов не решает задачи повышения энергоэффективности системы жизнеобеспечения в целом, так как у всех теплоснабжающих организаций наблюдается рост удельных расходов топливно-энергетических ресурсов, а не заявленное программой снижение. При этом у предприятий отсутствует достаточное количество денежных средств для проведения реконструкции.

Объектом исследования данной дипломной работы является филиал ОАО «Ямалкоммунэнерго» в Шурышкарском районе, расположенный в с. Мужы.

Целью работы является рассмотрение методов расчета эффективности инвестиционного: взвешенная оценка с учетом значимости характеристик инвестиционного проекта и без значимых характеристик – метод радара (или использование векторных диаграмм) [1]. Расчет социальной и бюджетной эффективности необходим для обоснования развития схемы теплоснабжения.

В ходе выполнения работы были разработаны мероприятия по модернизации схемы теплоснабжения, предложены два варианта развития системы. Для каждого двух вариантов была произведена комплексная оценка эффективности развития объектов и сооружений системы теплоснабжения систем и рассмотрены следующие факторы: 1) эффективность с позиции интересов государства, предприятия и городских потребителей; 2) рекомендуемый вариант должен удовлетворять условию, при котором его экономическое преимущество устойчиво сохраняется при изменении исходных показателей в пределах вероятного диапазона этих значений; 3) решения по сравниваемым вариантам принимаются с использованием методов, учитывающих риск и возможную неопределенность исходной информации.

При развитии системы теплоснабжения по предложенному варианту на протяжении всего рассматриваемого периода (до 2028 г.) обеспечивается комплексное решение проблем энергообеспечения сельского поселения за счет реализации инвестиционных проектов, направленных на удовлетворение растущего спроса на тепловую энергию с переходом на более экономичное топливо. Среднее значение эффективности инвестиционного проекта достигает 135 %.

### **Литература**

1. **Литвак Б.Г.** Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996.

*Ю.Б. Крылова, асп.; рук. Н.С. Губонин, д.т.н., проф.  
(ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей» им. Академика А.А. Расплетина, Москва)*

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕСУРСАМИ НИОКР ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Разработка высокотехнологичной и наукоемкой продукции средств специальной техники (ССТ) подразумевает согласованную работу всех подразделений предприятия и представляет собой целый комплекс задач со сложной структурой взаимосвязей. Поэтому роль информационной поддержки сопровождения разработки этих средств весьма значительна. В информационной поддержке НИР и ОКР ССТ важнейшее значение имеют две составляющие. Во-первых, это разработка, развитие и совершенствование моделей и инструментальных средств предметной области, которые способствуют созданию перспективных ССТ. Во-вторых, это информационная поддержка полного и своевременного обеспечения материальными ресурсами НИОКР при минимизации затрат на процесс обеспечения [1].

Выделение процесса информационной поддержки из общего процесса материально-технического обеспечения НИОКР обусловлено тем, что в современных условиях создание ССТ в сжатые сроки сопряжено с привлечением широкой кооперации для изготовления отдельных узлов разной степени сложности, использованием большого количества потенциальных поставщиков в условиях конкуренции. Это, в свою очередь, требует предварительных оптимизационных расчетов, динамически приспосабливаемых к динамически изменяемым внешним и внутренним условиям [2].

В докладе рассмотрены задачи оптимизации и проблемы сопровождения НИОКР высокотехнологичной продукции в части информационной поддержки обеспечения ресурсами, возникающие при их реализации, и пути их преодоления с помощью ИТ-технологий.

Приводятся варианты решения проблемы сопровождения НИОКР высокотехнологичной продукции с помощью систем информационной поддержки на основе существующих методов и моделей, позволяющих минимизировать затраты на хранение и организацию поставок.

### **Литература**

1. **Крылова Ю.Б., Губонин Н.С.** Задачи оптимизации информационной поддержки обеспечения ресурсами НИОКР высокотехнологичной продукции // Радиотехнические тетради. 2014. № 53.
2. **Трофимов В.В.** Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшее образование, 2007. 480 с.

## **МАЛЫЙ БИЗНЕС: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Малое предпринимательство занимает ключевую позицию в жизни современного общества. Оно оказывает существенное влияние на процессы экономического роста и развития страны, занятость населения, на качество производимого продукта, ускоряет внедрение новых технологий в производство. Небольшие масштабы производства и малый коллектив увеличивают эффективность управления. Это бизнес, который не требует от предпринимателя больших капиталовложений, гарантируя при этом высокий оборот ресурсов. Анализируя сложившуюся в стране ситуацию, можно выделить следующий перечень проблем, мешающих динамичному развитию малого предпринимательства: недостаточный уровень знаний организационно-правовых и экономических аспектов предпринимательства, низкий уровень деловой этики; сложная финансовая и экономическая ситуация в стране; несовершенная налоговая система; низкая квалификация персонала; недостаточная государственная поддержка малого предпринимательства; высокая плата за аренду, транспортные перевозки.

В городе Смоленске на 1 января 2014 года зарегистрированы около 18 527 субъектов малого и среднего предпринимательства.

Общими мерами развития малого предпринимательства в городе Смоленске являются: 1. Сокращение административных барьеров, совершенствование системы статистического учета. 2. Предоставление налоговых льгот, льгот по аренде помещений. 3. Создание условий для привлечения населения в малый бизнес, развитие у них предпринимательских способностей, а также организация подготовки, переподготовки и повышения квалификации предпринимателей. 4. Повышение эффективности действующих и создание новых программ по поддержке малых производств, разработка критериев оценки эффективности программ государственной поддержки. 5. Предоставление финансовой поддержки малому предпринимательству (субсидирование процентной ставки по инвесткредитам). 6. Обеспечение доступности инноваций. 7. Содействие местным предпринимателям в выходе на региональный, межрегиональный уровень. 8. Проведение активной антимонопольной политики. 9. Упрощение доступа малому предпринимательству к объектам инфраструктуры.

Реализация вышеперечисленных мер при тесном взаимодействии федеральных и городских органов власти позволит ускорить рост и развитие малого бизнеса на территории города Смоленска.

*А.О. Кутузова, студ.; рук. Д.Г. Шувалова, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗДЕРЖЕК НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦЕНОВОЙ КАТЕГОРИИ**

Повышение эффективности работы сбытовой компании – залог развития успешного рыночного взаимодействия в РФ. Сегодня конкуренция среди сбытовых компаний находится на низком уровне, и, как следствие, это ограничивает потребителя в выборе наиболее выгодных для него условий.

Каждая компания заинтересована в минимизации своих затрат, поэтому большое значение имеет оценка и поиск возможностей для снижения издержек.

Для того чтобы оценить возможные варианты снижения издержек, был выбран конкретный потребитель электроэнергии. На основе его месячного потребления были произведены расчеты средневзвешенной цены электроэнергии по всем шести ценовым категориям (ЦК) и первая оказалась самой выгодной для потребителя.

Так как у сбытовой компании существуют ограничения из-за мощности в выборе ценовой категории при расчете с гарантирующим поставщиком, она, постарается избежать убыточной ситуации и ограничит для своего потребителя выбор ЦК (на основе анализа зависимости ее прибыли от выбора ценовой категории потребителем). Потребитель, в свою очередь, будет вынужден принять все ограничения из-за слаборазвитой конкуренции в розничном сегменте [1]. Очевидно, что сбытовая компания ограничит своему потребителю выбор 1-й ЦК. Наиболее выгодной ценовой категорией для потребителя станет 5-я ЦК. В свою очередь, компания тоже выберет 5-ю ЦК для расчета с ГП, и будет поставлять потребителю электроэнергию с нулевой прибылью.

Для достижения финансового эффекта сбытовик может сделать свои плановые прогнозы по энергопотреблению данного клиента и отправить их ГП. Если прогнозные значения потребления окажутся верными, то у компании появится возможность не только покрыть свои издержки, но и получить прибыль.

Можно сделать вывод, что ситуация на отраслевом рынке вынуждает потребителя покупать электроэнергию в условиях, увеличивающих издержки. Однако потребитель может оптимизировать свои издержки на электроэнергию, расплачиваясь по 5-й ценовой категории, путем тщательного анализа и прогнозов своего месячного потребления.

### **Литература**

1. **Энергосбыты:** от монополии к конкуренции и обратно: [Электронный ресурс]: исследования по проблематике риска роста монополизации розничного рынка. М., 2010. – Режим доступа: <http://engoblog.ru/>

*К.С. Леонкова, В.В. Старовойтова, студенты;  
рук. М.Ю. Лебедева, доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ORACLE E-BUSINESSSUITE В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

Развитие рынка продажи электроэнергии в России все больше приобретает открытый характер. В силу этого возникают новые требования к информационным системам, внедряемым на предприятиях топливно-энергетического комплекса. Появляется необходимость не только контролировать безопасность и отслеживать работу реакторов, но и эффективно управлять финансовой и хозяйственной деятельностью станции, учитывая спрос на электроэнергию и непосредственных заказчиков. Таким образом, исследование и анализ возможностей одного из самых популярных программных продуктов, используемых в этой сфере, становится насущным и актуальным вопросом. В мире существует три главных поставщика ERP-систем, позволяющих автоматизировать деятельность предприятий, в том числе и энергетического комплекса. Это SAP, Oracle и MicrosoftDynamics. Остановимся подробнее на комплексе бизнес-приложений Oracle E-BusinessSuite, поскольку 80 % энергетических компаний России работают на технологиях Oracle [1].

Пакет бизнес-приложений Oracle E-BusinessSuite включает в себя более 150 программных модулей, позволяющих решать самые различные задачи. Удобство и популярность использования этого программного продукта объясняется высокой степенью интегрируемости всех его модулей между собой. Так, к наиболее часто используемым в энергетической сфере модулям, а именно: управление финансами, управление персоналом, управление логистикой и управление проектами могут быть беспрепятственно присоединены любые другие необходимые для организации модули.

Если необходимо анализировать спрос на электроэнергию и взаимодействовать с поставщиками и заказчиками, то полезными могут оказаться модули из семейства OracleCRM. Таким образом, программный комплекс Oracle E-BusinessSuite удобен для использования в энергетическом комплексе и отвечает современным рыночным условиям, благодаря своей функциональности и интегрируемости, что дает ему явное преимущество перед конкурентами.

### **Литература**

1. **Oracle** расширяет экспертизу по OEBS в энергетическом секторе России // Мир Oracle [Электронный ресурс]: URL: <http://mir-oracle.com.ua/2004/978.html> (дата обращения 13.10.2014).

*К.С. Леонкова, В.В. Старовойтова, студ.; рук. А.В. Алексеева, к.э.н.,  
доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **ИНТЕГРАЦИЯ 1С: ПРЕДПРИЯТИЯ И WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ**

По результатам исследования компании Netcraft на 2 февраля 2013 в мире функционирует свыше 630 млн сайтов, из них в России насчитывается более 200 000 интернет-магазинов [1]. Так, в условиях жесткой конкуренции организациям электронной коммерции необходимо заботиться не только о своевременном наполнении сайта актуальной информацией, но и о его оптимизации и интеграции с системами бухгалтерской и финансовой отчетности. На сегодняшний день существует ряд проблем в электронной коммерции, связанных с тем, что администратору web-приложения приходится вручную обновлять весь ассортимент предлагаемой на сайте продукции, также существует риск потери базы данных вследствие отсутствия автоматического создания резервных копий. Кроме того, организациям электронной коммерции зачастую приходится делать двойную работу по учету и отражении заказов в отчетности. В силу этого становится актуальным вопрос интеграции web-приложения с какой-либо информационной системой бухгалтерского и финансового учета.

В России наиболее популярной является интеграция интернет-магазинов с различными модулями из семейства 1С: Предприятие. Технология основывается на автоматической выгрузке на сайт изменений в ассортименте продукции и отображении оплаченных заказов в системе 1С: Предприятие.

Проанализировав опыт интеграции 1С: Предприятия с сайтами электронной коммерции на российском рынке, можно сказать, что основными преимуществами данной технологии, позволяющими решить ряд проблем, являются: более частое и качественное обновление информации, повышение безопасности хранения данных за счет создания резервных копий штатными средствами 1С, увеличение рентабельности деятельности организации посредством сокращения временных затрат. Таким образом, рассматриваемая интеграция дает интернет-магазинам возможность более эффективно осуществлять продажи, автоматически отражать их в финансовой и бухгалтерской отчетности, что позволяет решить ряд проблем, существующих в электронной коммерции.

### **Литература**

1. **Электронная** торговля в России 2014 // Shopolog.ru – Клуб умных ритейлеров [Электронный ресурс]: URL: <http://www.shopolog.ru/metodichka/analytics/data-insight-elektronnaya-torgovlya-v-rossii-2014> (дата обращения 13.10.2014).

*Д.В. Лопатин, асп.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АВТОНОМНОСТИ**

Горно-добывающие предприятия являются одними из крупнейших потребителей топливно-энергетических ресурсов. Из-за высокой энергоемкости продукции, а также постоянного увеличения цен на энергоресурсы доля энергетической составляющей в себестоимости продукции горно-добывающих предприятий достигает 28–32 % [1].

Технологические процессы на предприятиях требуют высокой надежности энергоснабжения, поскольку длительное отсутствие напряжения может привести к аварийным ситуациям.

В ходе разработки концепции повышения энергетической эффективности уранодобывающих производств в Южно-Казахстанской области Республики Казахстан, автономно функционирующих в значительной удаленности от ближайших населенных пунктов и сталкивающихся с частыми перебоями в поставке электроэнергии, автором было уделено значительное внимание вопросам повышения надежности энергоснабжения.

В качестве исходной информации для анализа мероприятий по повышению надежности энергоснабжения послужили проекты распределенной и альтернативной генерации. Основной задачей данной работы являлось выделение наиболее перспективных и экономически целесообразных из них.

Были рассмотрены следующие проекты:

- строительство фотоэлектрической станции;
- строительство ветроэнергетической станции;
- покупка аккумуляторного блока для накопления энергии;
- монтаж дизель-генераторной установки;
- установка тепловых насосных установок;
- монтаж солнечных накопителей тепловой энергии.

В результате исследования удалось оценить перспективы альтернативной энергетики для энергоснабжения уранодобывающих производств.

### **Литература**

1. **Перфильева Е.Н.** Повышение энергоэффективности горных предприятий на основе управления энергетическими ресурсами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. (Московский государственный горный университет). 2007. 20 с.

А.С. Маринченко, студ.; рук. В.В. Черненков, к.э.н., доц.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)

## АНАЛИЗ РЫНКА ТРУДА ГОРОДА СМОЛЕНСКА

Рынок труда – это система, формирующая спрос и предложение трудовых ресурсов.

Рынок труда города Смоленска зависит от социально-экономического положения региона. На 1 октября 2014 года 227 предприятий сообщило о сокращении 4783 человек, а уровень безработицы достиг 0,55 %. 185 612 человек – экономически активное население города. В настоящее время на учете в поисках работы находятся 2273 человека на 4288 вакансий (коэффициент напряженности равен 0,5 незанятого гражданина на одну вакансию). Востребованные вакансии приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

### Наиболее востребованные вакансии

	Вид экономической деятельности	Количество заявленных вакансий
1	Общестроительные работы	372
2	Деятельность больничных учреждений широкого профиля	331
3	Строительство зданий и сооружений	222
4	Врачебная практика	202
5	Деятельность лечебных учреждений	175
6	Предоставление социальных услуг с предоставлением проживания	148
7	Подготовка строительства участка	120
8	Деятельность федеральных органов государственной власти	117
9	Общестроительные работы по строительству мостов	113
10	Обеспечение военной безопасности	100

На рынке труда Смоленска следующая ситуация: вакансий больше, чем официально безработных. То есть граждане не хотят работать на предоставленных им рабочих местах. Причины того: низкая зарплата, плохие условия труда, несоответствие профессии и уровень сложности работы.

Чтобы изменить ситуацию, сложившуюся на рынке труда города Смоленска, необходимо:

1. Повысить уровень заработной платы.
2. Стимулировать самозанятость.
3. Проводить переподготовку кадров и профессиональное обучение.

### Литература

1. Смоленское областное государственное казенное учреждение «Центр занятости населения города Смоленска». Ситуация на рынке труда: <http://czn.smoladmin.ru/about.html>

## **КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

Реактивная мощность – неизбежная составляющая работы энергосистемы. Реактивная мощность нужна лишь для работы некоторых устройств имеющих индуктивный характер нагрузки, например, асинхронных двигателей. Источники реактивной мощности – генераторы на электростанциях, синхронные компенсаторы, высоковольтные линии электропередачи, батареи статических конденсаторов, синхронные двигатели. Если рассмотреть потребителя, который использует активную мощность для производства полезной работы, то по его линиям неизбежно протекает и реактивная мощность, без которой ни один двигатель работать не может. Но это не значит, что реактивную мощность надо получать от генераторов постоянно, ее можно получать, поставив на своих подстанциях автоматические компенсационные установки.

Экономический эффект от внедрения автоматической конденсаторной установки складывается из следующих составляющих:

1. Экономия на оплате реактивной энергии. Оплата за реактивную энергию составляет 12–50 % от оплаты активной энергии в различных регионах России (на практике стоимость конденсаторной установки компенсации реактивной мощности окупается через полгода – год после внедрения).

2. Для действующих объектов происходит уменьшение потерь электроэнергии в кабельных линиях за счет уменьшения значений фазных токов;

3. Для проектируемых объектов внедрение конденсаторной установки на этапе проектирования позволяет сэкономить на стоимости кабельных линий за счет уменьшения их поперечного сечения.

Компенсация реактивной мощности позволяет разгрузить основную питающую сеть, увеличить ее пропускную способность, уменьшить нагрузку на силовые трансформаторы. А это, в свою очередь, необходимо условие для технического присоединения новых потребителей к электросетям.

### **Литература**

1. **Паули В.К.** Реактивная мощность – состояние, проблемы, задачи // Новое в российской энергетике. 2006. № 1. С. 25–34.
2. **Интернет-портал** сообщества ТЭК EnergyLand.info [Электронный ресурс] URL <http://www.energyland.info/news-show-tek-electro-33417>
3. Сайт ООО Ньюкон [Электронный ресурс] URL <http://www.nucon.ru/reactive-power/economic-effect-of-the-introduction-of-reactive-power-compensation-systems.php>

*Д.В. Михеев, асп.; рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Совокупность невозобновляемых ресурсов, неравномерно находящаяся в распоряжении человечества и используемая не во всех случаях рационально, исчерпаема и в ближайшем будущем не сможет в полной мере отвечать постоянно растущим потребностям человеческого общества. Поэтому перед субъектами экономики стоит вопрос об эффективном использовании данных ресурсов в хозяйственно-производственной деятельности таким образом, чтобы последствия данного использования оказывали минимально возможный вред окружающей среде и социуму, а также не препятствовали гармоничному развитию будущих поколений.

Одной из широко известных концепций, реализация которой ориентирована на решение этих актуальных для общества задач, является концепция «устойчивого развития» (УР) (sustainable development) [1].

Потребность в безопасности и эффективности использования энергоресурсов и сильное влияние промышленных предприятий с высоким уровнем энергопотребления на окружающую среду и жизнь социума диктуют необходимость поиска перспективного направления по обеспечению УР. Одним из таких направлений является инновационное управление энергоэффективностью функционирования промышленных предприятий, ранее подробно не исследуемое на микроуровне. Повышение энергоэффективности способно оказать положительное влияние на все составляющие УР: финансовую, социальную и экологическую.

В рамках данной работы исследована возможность реализации концепции УР за счет внедрения инновационного организационного механизма управления энергоэффективностью промышленных предприятий посредством построения результативно функционирующей системы энергомеджмента. В работе был проведен анализ современных подходов к определению индикаторов УР и на основе предложенной методологической платформы в виде синтеза системно-креативного подхода и теории бизнес-укладов предложена авторская методика, учитывающая инфраструктурные особенности предприятия.

### **Литература**

1. **Перцева Е.Ю.** Реализация концепции устойчивого развития компании на основе проектно-портфельной методологии: Автореф. дисс. ... канд. эконом. наук. М., 2013. 31 с.

*С.Б. Моисеев, студ.; рук. А.Г. Зубкова, к.э.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КОМПАНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Все чаще в поисках конкурентного преимущества компании обращают взгляд вовнутрь себя, стараясь идентифицировать в себе те способности, вокруг которых можно будет выстроить бизнес-пространство. Сегодня компании перестали рассматривать себя с точки зрения портфеля бизнесов, производящих продукты, а успех корпоративной стратегии основывается на накоплении ресурсов и способностей и на их эксплуатации в соответствии с конъюнктурой рынка. В результате атрибуты компании, ее способности и ресурсы становятся более надежной базой, нежели изменчивые переменные внешней среды и запросы рынка как для отдельных бизнес-единиц, так и для корпоративной стратегии.

В работе приведены методологические основы анализа для выявления ключевых компетенций компаний, фрагментации ключевых компетенций и построения стратегической архитектуры, планирование приобретения и создания новых ключевых компетенций, а также рассмотрен механизм использования ключевых компетенций для развития динамических способностей компании с целью обеспечения конкурентоспособности.

По методике, предложенной В.С. Ефремовым и И.А. Ханьковым [1], выполнен стратегический анализ ключевых компетенций компании по производству высоковольтного оборудования – завода «Изолятор».

Результаты анализа взяты за основу для стратегического планирования уже существующего бизнеса по производству и реализации высоковольтных вводов для объектов энергетической отрасли, а также разработаны рекомендации по формированию интегрированной конкурентной стратегии компании, основанной на получении конкурентных преимуществ за счет использования эффекта синергизма, фокусирования, разработки и внедрения инноваций.

Необходимо отметить, что именно низкие динамические способности, т.е. неспособность быстро адаптироваться к изменениям на рынке и управлять знаниями, являются одной из наиболее существенных причин слабой конкурентной позиции отечественных компаний. По мере приобретения практического опыта анализа ключевых компетенций компании смогут перейти к структурированной, целеустремленной деятельности по разработке и реализации средне- и долгосрочных программ ее успешного развития.

### **Литература**

1. **Ефремов В.С, Ханьков И.А.** Развитие компании на основе использования ключевых компетенций // Менеджмент в России и за рубежом. 2002. № 2.

*Е.А. Мостокалова, А.С. Логвинова, студенты;  
рук. А.В. Алексеева, доц. (Филиал МЭИ в г. Смоленск)*

## **АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА**

В настоящее время неотъемлемой частью нашей жизни становятся интернет-технологии, которые занимают достаточно большое место в нашей повседневной жизни, внедряются во все ее сферы.

Маркетологи стараются не отставать от тенденций современного мира и поэтому в их обиход вошло понятие интернет-маркетинга, которое заключается в продвижении товара или услуги с помощью интернет-технологий. Существуют различные инструменты интернет-маркетинга, такие как: интернет-реклама, веб-сайт, маркетинг социальных связей, вирусный маркетинг и др.

Сейчас набирает свою популярность такой инструмент интернет-маркетинга как мобильный маркетинг, набор его инструментов также очень разнообразен, и каждый из этих инструментов решает определенный набор маркетинговых задач. Инструменты мобильного маркетинга разделяются на 3 группы [1]: медийная мобильная реклама, контекстная и смс-рассылка.

На смоленском рынке было опрошено 26 организаций в сфере торговли и оказания услуг конечным потребителям. Многие указали как достоинства этих инструментов, так и их недостатки, к которым относится вызов негативной реакции (например, смс-рассылка), отрицательно влияющий на имидж компании. С этой проблемой остро сталкиваются 68 % опрошенных. В связи с этим данную классификацию следует дополнить еще одной группой, в которую можно отнести: QR-коды, Bluetooth маркетинг, мобильный комьюнити и др.

Эти инструменты были опробованы данными организациями, и в процессе анализа полученных данных была выявлена их общая черта: пользователь сам принимает решение, будет ли он использовать данный инструмент или нет, т.е. данную группу инструментов можно назвать «контролируемая пользователем реклама». Так как пользователь сам принимает решение о получении рекламы, использование данных инструментов не вызвало негативную реакцию и позволило информировать именно целевую аудиторию.

Таким образом, компаниям, которые хотят следовать тенденциям современного мира, использовать интернет-маркетинг те средства, которые они направляют на мобильный маркетинг лучше перенаправить именно на инструменты «контролируемой пользователем рекламы».

### **Литература**

1. **Энциклопедия** маркетинга [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.marketing.spb.ru/read.htm> (дата обращения 12.10.2014).

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В АУДИТЕ**

Профессия аудитора является общественно значимой и предполагает высокий уровень ответственности за качество оказываемых услуг.

Предметом исследования является качество аудита, которое складывается из нескольких факторов, таких как профессиональная подготовка аудитора, качественная работа аудитора, качественная информация для пользователей.

В настоящее время пользователи бухгалтерской отчетности предъявляют высокие требования к качеству аудиторских проверок.

Федеральным законом «Об аудиторской деятельности» № 307-ФЗ от 30.12.2008 г. и федеральными стандартами аудиторской деятельности определены жесткие требования к системе контроля качества в аудите [1].

В то же время качество аудиторских проверок находится не на должном уровне, так как на практике выявляется лояльное отношение саморегулируемых организаций аудиторов (СРО аудиторов) при проведении проверок качества работы аудиторских организаций – членов данных СРО аудиторов.

Так по данным Федеральной службы финансово-бюджетного надзора (Росфиннадзор) в 2013 году было проведено 293 проверки, нарушения установлены в 240 проверках. По результатам этих проверок Росфиннадзором приняты 262 решения о применении мер дисциплинарного воздействия.

В то же время по результатам проведенных СРО аудиторов проверок внешний контроль качества работы прошли 823 аудиторских организации и 145 индивидуальных аудиторов, а меры дисциплинарного воздействия приняты по результатам 99 проверок [2].

Важнейшим гарантом обеспечения высокого качества аудита является государственный контроль над деятельностью СРО аудиторов и аудиторских организаций, осуществляемый Министерством финансов РФ.

Для решения проблемы качества в аудите необходимо:

- ужесточить требования к СРО аудиторов в части обеспечения контроля за качеством аудиторских проверок;
- законодательно усилить ответственность аудиторов за некачественно проведенный аудит.

### **Литература**

1. **Об аудиторской деятельности:** Федеральный закон от 30.12.2008 № 307-ФЗ.
2. **Контроль** качества работы аудиторских организаций и индивидуальных аудиторов: отчет Министерства финансов Российской Федерации за 2013 г.

## **К ВОПРОСУ О ЗНАЧИМОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В настоящее время электронные платежные технологии получили огромное распространение, так как они упрощают оплату товаров и услуг, а также перечисление денежных средств в другие территориальные точки, тем самым сокращая время и затраты на данные операции.

Целью исследования является анализ значимости электронных платежных технологий, выявление основных плюсов и минусов электронных платежей.

Тема очень актуальна, так как все больше людей начинают переходить на формы оплаты, перечисления и получения денежных средств с помощью электронных технологий. Например:

– способ получения заработной платы, пенсий, стипендий на карточки очень удобен, так как это происходит очень оперативно и безопасно. Даже при потере электронного средства платежа, его можно заблокировать, прежде чем злоумышленники спишут средства. Узвимой систему способна сделать лишь безответственность владельца, если он не будет принимать меры по скрытию ПИН-кода.

– бывают случаи, когда оплата иным (не связанным с электронным) способом невозможна, так как нет офисов фирм в городе, где находится клиент. Например, заказ вещей из других стран через Интернет.

– в случае если какие-либо обстоятельства разбросали родственников по разным городам, а порой и по разным странам, у каждого из них всегда есть возможность поддержать семью материально, не зависимо от расстояния между ними. Это возможно, так как существуют электронные наличные, с помощью которых реализуется перевод денежных средств.

Несмотря на плюсы данного вида платежей, в процессе их распространения нужно учитывать все социальные слои и группы населения. Молодежь легко приспосабливается к новому, а поколение постарше с трудом. Помимо этого минуса, есть и другие, к примеру, электронные деньги легче тратить, вследствие чего, происходит рост долгов. Кроме того, электронные деньги не являются общепринятым платежным средством, поэтому не везде ими можно расплатиться. Ввиду этого они могут выступать как дополнительные способы оплаты, не вытесняя из оборота наличные денежные средства.

Таким образом, была проанализирована система электронных платежных технологий и выявлены некоторые ее плюсы и минусы.

## КОНТРОЛЬ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Баланс – изначальное количество денег на день зачисления на дебетовую карту, расходы и другое будет удобно контролировать при создании приложения, поддерживаемого мобильными устройствами.

В настоящее время существует несколько способов узнать о состоянии карты: через Интернет, смс оповещение, банкомат, а также с помощью стационарного или мобильного телефона. Но все эти способы дают информацию либо о балансе, либо о списывании или начислении определенной суммы денег. Не хватает информации, которая давала бы общее представление обо всех расходах и о начислении денежных средств одновременно. Приложение, скачиваемое на телефон, могло бы решить данную проблему.

Предлагается создать программу, которая предоставляла бы пользователю не отрывочную информацию о каких-либо изменениях количества денежных средств на карте, а графическую, табличную и иллюстрационную информацию, которая должна объединить все данные по карте, связанной с денежными средствами.

Проблема неоплаченных кредитов также стоит очень остро. Это говорит, не только о финансовых трудностях граждан, но и о том, что на сегодняшний день люди не умеют правильно рассчитывать свои материальные возможности и порой берут кредит необоснованно особенно, когда это касается небольших сумм.

Для того чтобы уменьшить количество ситуаций, когда люди попадают в долговые «ямы», они сперва должны научиться правильно распределять свои денежные средства. Это было бы более удобно осуществить, если появится возможность наглядно (графически) увидеть свои затраты, что позволит каждому человеку проанализировать свои собственные расходы и постараться, возможно, больше экономить.

Научная новизна исследования заключается в предложении создать специальную программу, поддерживаемую электронными устройствами, которая будет показывать все изменения количества денежных средств на карте в графическом виде.

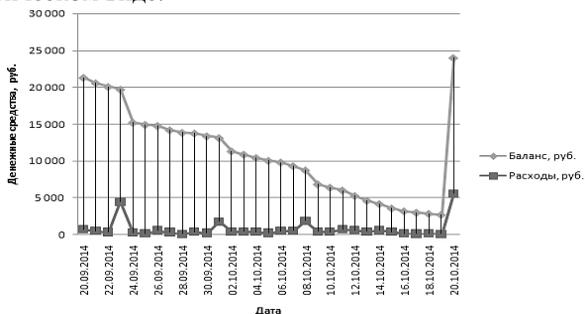


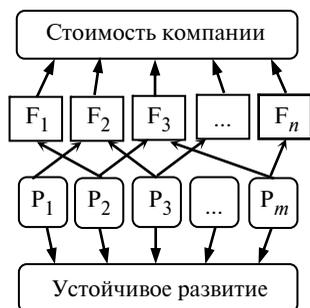
Рис. 1. Изменение денежных средств

Е.И. Павлова, асп.; рук-ли Н.Д. Роголев, д.т.н., проф;  
Е.Я. Сеницына, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## УЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СТОИМОСТЬЮ КРУПНЫХ КОМПАНИЙ

Сбалансированное развитие экономической, экологической и общественной сфер является залогом не только успеха РФ, но и всего мирового сообщества – это суть концепции устойчивого развития.

Управление стоимостью предприятия до недавнего времени представляло собой комплекс мер по укреплению финансовой устойчивости. В первую очередь внимание оказывалось финансовым показателям, финансовой отчетности, повышению экономической прибыли любыми способами. С принятием концепции устойчивого развития, ситуация меняется для крупных значимых компаний. Почему именно крупных компаний? Во-первых, крупные компании охватывают большую часть экономики, оказы-



**Рис. 1. Влияние параметров устойчивого развития на стоимость компании:**

$F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$  – факторы стоимости;  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$  – параметры устойчивого развития

В качестве экспериментальной базы для разработки модели используются данные отчетности по устойчивому развитию ОАО «НК «Роснефть».

Полученная модель может применяться для оптимизации изменяемых параметров таким образом, чтобы достичь наибольшего значения стоимости компании в рамках следования концепции устойчивого развития.

вают на нее заметное влияние и находятся под наибольшим контролем государства; во-вторых, крупные компании нацелены на долгосрочную перспективу, что соответствует срокам проявления результатов от внедрения мер по устойчивому развитию; в-третьих, именно для крупных компаний имеет значение социальная ответственность, степень которой оказывает большое влияние на репутацию, спрос на акции компании, а значит, и на ее стоимость.

Для управления стоимостью компании предлагается построение модели на основе параметров устойчивого развития.

На рис. 1 изображена схема взаимодействия параметров устойчивого развития с факторами влияющими на стоимость компании.

*О.А. Панкратова, асп., К.В. Болдырев, студ. ;  
рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ – ИНСТРУМЕНТ КОРРЕКЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРИРУЮЩИХ КОМПАНИЙ**

Лучшая практика – это уникальный успешный практический опыт достижения поставленной цели.

Формальным признаком «лучшей практики» является эталонное значение показателя, важного для обеспечения надежности и эффективности группы однотипных объектов. С эталонным показателем сравнивается текущий показатель. По результату оценки данных иницируются меры по повышению эффективности работы компании [1].

Рассмотрим содержание инструментов «лучшая практика» для коррекции систем управления, реализованных в ОАО «Мосэнерго», Электроэнергетической ассоциации стран тихоокеанского региона (PPA) и Индо-Германская энергетической программе (IGEN) [2].

Каждая организация разработала собственную методику для улучшения своей деятельности. В ОАО «Мосэнерго» применяется система оперативного сопоставления данных, которая сравнивает полученную информацию с базой данных, построенной по принципу «как должно быть», а затем выдает результат, служащий основой для принятия мер по повышению эффективности деятельности.

Ассоциация PPA использует методику, основанную на расчете и сопоставлении различных ключевых и прочих частных показателей эффективности, характеризующих эффективность различных видов и уровней производственной деятельности сравниваемых компаний.

Методика, применяемая в IGEN, основана на создании модели конкретного объекта, работающего в конкретных условиях. На готовой модели создается «идеальный» режим работы объекта, что демонстрирует лучший достижимый на этом оборудовании результат.

Из рассмотренных методик следует выделить методику, применяемую в IGEN, которая наглядно показывает текущие отклонения в работе моделируемого объекта. На основании отклонений проводится корректировка системы управления, что способствует повышению эффективности функционирования генерирующих предприятий.

### **Литература**

1. **Карла О'Делл, Джексон К. младший Грейсон.** If Only We Knew What We Know. – New York: Free Press, 1998. – 256 с.
2. **Доклад «Heat Rate Improvement Guidelines for Indian Power Plants»,** Tennessee Valley Authority (США) и National Thermal Power Corporation Ltd. (Индия): [Электронный ресурс]. 2000. URL: [http:// pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnacj953.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacj953.pdf) (дата обращения: 10.07.2014).

*О.А. Панкратова, асп., А.С. Крамченкова, студ.;*  
*рук. В.К. Лозенко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРИРУЮЩИМИ КОМПАНИЯМИ НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА**

В области совершенствования управления генерирующими компаниями представляет интерес опыт ведущих стран Западной Европы и США по созданию отраслевых систем сбора и сравнительного анализа ключевых показателей энергетической деятельности [1]. Данные для анализа представляют генерирующие компании не только внутри страны, но и за ее пределами. В итоге формируется и обновляется колоссальный объем информации, который может использовать любая энергетическая компания для повышения качества управления своей деятельностью.

Создание такой системы в России позволит генерирующим компаниям обмениваться опытом успешной работы, оценивать собственные результаты и возможности их улучшения.

Для изучения методов сравнительного анализа взяты автоматизированные системы с возможностью оперативного контроля, имеющие большое количество присоединенных компаний, опыт положительных результатов применения и цитирования в научно-технических источниках, следующих зарубежных организаций: VGB PowerTech, North American Electric Reliability Corporation, World Energy Council и Electric Utility Cost Group [2].

Результаты изучения этих систем показывают, что все они используют метод статистического анализа. Входными данными являются показатели о событиях, производительности и паспортных данных оборудования генерирующих станций, на основании которых рассчитываются показатели технического использования и надежности [2].

Однако стоит отметить, что полное копирование зарубежной методики в нашей стране может быть невозможно, так как абсолютная гармонизация технических показателей России и Запада крайне сложная задача [1]. Поэтому вероятно целесообразно построение своей собственной системы сравнительного анализа с заимствованием наилучших решений в этой области у зарубежных организаций.

### **Литература**

1. **Белов П.Г.** Управление рисками, системный анализ и моделирование. М.: Юрайт, 2014. 732 с.
2. **Neibo R.J.** Establishing Realistic Availability Goals Using Statistical Benchmarking Techniques // IJPGC Conference . – 1995. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.sercl.org/Documents/GADS/GADS%20Workshop%20\(12-7-2011\)/NERC%20Reports/Benchmarking%20-%20RAM%2032.pdf](http://www.sercl.org/Documents/GADS/GADS%20Workshop%20(12-7-2011)/NERC%20Reports/Benchmarking%20-%20RAM%2032.pdf) (дата обращения: 30.09.2014).

*О.И. Пахомова, студ.; рук. Е.Я. Сеницына, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ РЕПУТАЦИОННЫХ РИСКОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СТОИМОСТИ КОМПАНИИ**

В современных условиях ведения бизнеса учитывается большое количество рисков. Среди них важными являются репутационные риски. Многие организации пренебрегают ими и недостаточно учитывают при принятии управленческих решений. Сегодня репутационные риски должны учитываться при построении стратегии компании для получения эффективного и безопасного результата. В связи с этим актуальной является задача выявления влияния репутационных рисков на стоимость компании и разработка рекомендаций по их снижению.

Цель работы состоит в разработке методических рекомендаций по снижению репутационных рисков компании с целью повышения ее стоимости. В работе детально раскрывается понятие репутационных рисков, определяются основные принципы, механизмы и инструменты системы управления рисками.

Репутационные риски компании имеют внутренние и внешние источники возникновения [1]. Влияние каждого из них негативно отражается на деятельности компании и соответственно на ее стоимости. Так, котировки акций компании «Мечел» в ноябре 2013 года на бирже упали на 41,5 %. На следующий день акции обесценились еще на 18 %. Рыночная капитализация упала с 24 млрд до 830 млн долл., а долги достигли 9,5 млрд долл. Компания начала сдерживать выплаты поставщикам и зарплату сотрудникам. Большинство экспертов считают, что кризис компании «Мечел» вызван неэффективными поглощениями и крайне рискованной финансовой политикой. Это свидетельствует о том, что компанией не были выбраны адекватные, выявленным рискам, методы управления, которые позволили бы снизить величину ущерба и избежать падения репутации компании, находящейся в предбанкротном состоянии.

При проведении оценки влияния управления репутационными рисками, в работе были предложены методические рекомендации по их снижению с целью повысить стоимость компании.

### **Литература**

1. **Козлова Н.П.** Управление репутационными рисками компании // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ СКВАЖИН ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

В настоящее время Россия является одной из богатейших стран мира по количеству залежей природных энергоресурсов. Однако их запасы стремительно сокращаются. Что в скором времени может привести к их дефициту.

Более 70 % территории России приходится на зону децентрализованного энергоснабжения. Преимущественно это регионы с низкой плотностью населения, в которых развиты добывающие отрасли и сельское хозяйство [1]. Именно в них наиболее целесообразно развивать альтернативную энергетику.

Петротермальная энергия является одним из способов производства тепловой и электрической энергии, путем извлечения тепла, заключенного в твердых горячих породах земных недр.

На данный момент в России насчитывается более 100 тыс. заброшенных скважин, и только часть из них законсервирована или ликвидирована. Потенциал применения их для целей энергоснабжения крайне велик. По результатам анализа выявлено, что извлекать тепловую энергию из уже пробуренной нефтегазовой скважины экономически целесообразнее, поскольку обеспечивается значительная экономия на бурении [2].

Для проведения расчетов был выбран Березовский район Пермского края. На территории этого края было пробурено 37 скважин для добычи нефти, находящихся в непосредственной близости друг к другу и подлежащих ликвидации. Их можно использовать для энергоснабжения обособленных объектов сельского хозяйства, индивидуального строительства коттеджей, а также для нужд малого предпринимательства.

Результаты оценки экономической эффективности подтвердили высокий уровень инвестиционной привлекательности проекта с учетом увеличения субсидий государства в сельское хозяйство, как меры поддержки отечественных производителей.

### **Литература**

1. **Енгоян А.** Децентрализованное энергосбережение: проблемы и перспективы – журнал «Ползуновский вестник». 2012. № 4.
2. **Всероссийский Экологический Портал:** [Электронный ресурс]. М., 2014. URL:<http://ecportal.ru> (Дата обращения: 12.10.2014).

*Е.И. Рукина, студ.; рук. Г.Н. Курдюкова, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **КОРРЕКТИРОВКА РЕЙТИНГА ВУЗА С ИЗМЕНЕНИЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО И ИМУЩЕСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Интеграция России в мировое образовательное пространство заставляет все более внимательно относиться к вопросу рейтинга вузов. В работе рассматривается вопрос управления потенциалом образовательного учреждения.

В данной работе рассматривается проблема в оценке потенциала образовательного учреждения.

Комплексное развитие вуза возможно только при целенаправленном управлении его ресурсами. В основу работы легла оценка потенциала образовательного учреждения с позиции ресурсного подхода [1].

Анализ потенциалов образовательного учреждения основывается на изучение в отдельности всех 3-х составляющих, выявление внешних и внутренних факторов, которые оказывают прямое воздействие на них и выявление тех из них, которые в одинаковой степени существенны. После того, как факторы были выявлены и систематизированы, была построена матрица попарного сравнения. Оценка значимости была произведена с помощью расчета весовых коэффициентов, которые вошли в интегральную оценку привлекательности образовательного учреждения. Также произведен анализ рейтинга вуза, который включает в себя рассмотренные потенциалы, что позволяет сравнить вузы между собой и оценить конкурентные преимущества.

Проведенный анализ завершен построением модели студенческого, профессорско-преподавательского и материально-технического потенциала образовательного учреждения, учтены весовые коэффициенты.

Предложенная модель позволяет проводить оценку потенциалов, отвечает на вопрос о привлекательности вуза, его конкурентоспособности на рынке образовательных услуг и позволяет принимать обоснованные управленческие решения в области направленного развития образовательной деятельности высших учебных заведений.

### **Литература**

1. **Ильина О.В., Соломатин А.Н.** Управление ресурсным потенциалом: учеб. пособ. СПб.: ТЭИ, 2011.

## ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

Сегодня большинство энергетического оборудования работает в нерасчетных режимах. Для выбора оптимальных режимов его работы, необходим анализ комплексной эффективности этого оборудования.

Одним из способов получения обобщенных оценок эффективности является метод DEA [1]. Его главным достоинством является минимальное использование субъективной информации о рангах частных критериев качества, сворачиваемых в обобщенный критерий эффективности [2].

Поставлена задача исследования паровых котлов, работающих на газе. Из условий максимизации КПД котла  $\eta_n$ , и минимизации расхода топлива  $G_{\text{топл}}$  и удельного расхода электроэнергии на тягу и дутье  $\mathcal{E}_{\text{тд}}$ , определен обобщенный критерий экономичности:

$$f_{\text{экон}} = \max_{a_{jn}, b_{jn} \in G} \frac{a_{1n} \eta_n}{b_{1n} G_{\text{топл } n} + b_{2n} \mathcal{E}_{\text{тд}}}, \quad n = 1, 2, \dots, N,$$

где  $N$  – количество объектов;  $a_{in}$  и  $b_{jn}$  – весовые коэффициенты.

Система ограничений определяет область весовых коэффициентов  $G$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{a_{11} \eta_1}{b_{11} G_{\text{топл } 1} + b_{21} \mathcal{E}_{\text{тд } 1}} \leq 1, \\ \frac{a_{12} \eta_2}{b_{12} G_{\text{топл } 2} + b_{22} \mathcal{E}_{\text{тд } 2}} \leq 1, \\ \dots \\ \frac{a_{1n} \eta_n}{b_{1n} G_{\text{топл } n} + b_{2n} \mathcal{E}_{\text{тд } n}} \leq 1. \end{array} \right.$$

Получив для каждого режима работы показатель экономичности, мы можем сравнивать эффективность использования однотипного оборудования, работающего на одной производительности и оптимизировать выбор режимов эксплуатации котлов с учетом их реального состояния.

### Литература

1. Дилигенский Н.В., Гаврилова А.А., Цапенко М.В. Построение и идентификация математических моделей производственных систем. Самара: ООО «Офорт», 2005.

2. Посашков М.В., Салов А.Г., Немченко В.И. Реинжиниринг структуры управления газораспределительной организации // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 1.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СПЕЦИАЛИСТА ОТДЕЛА КРЕДИТОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ ОАО «СМОЛЕВИЧ»

В работе проведен сравнительный анализ базисных функциональных возможностей программных продуктов для автоматизации рабочего места (АРМ) специалиста отдела кредитования физических лиц. Актуальность данной темы обусловлена тем, что для повышения эффективности работы необходимо внедрять в деятельность организации новейшие разработки, представленные на рынке ИТ-технологий.

В настоящее время в отделе кредитования банка ОАО «Смолевич» на АРМ специалиста используются следующие прикладные приложения: «RUSOFT-RETAIL» и «RS-Bank» [1]. Для оценки актуальности существующего программного обеспечения было проведено исследование рынка программных продуктов и сделан их сравнительный анализ по следующим критериям: стоимость; функциональность; технические требования; простота освоения и использования.

Результаты сравнения (с использованием пятибалльной шкалы) в соответствии с выбранными критериями представлены на рис. 1.

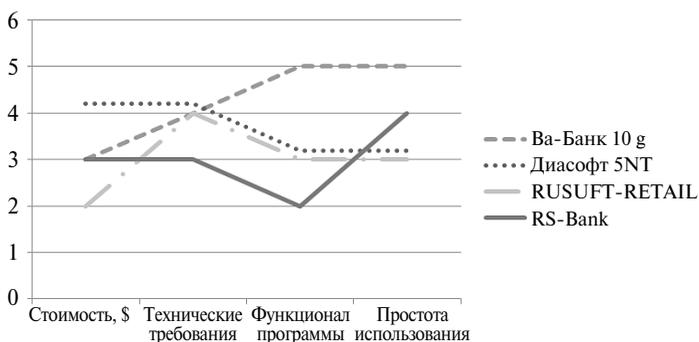


Рис. 1. Сравнительный анализ программных продуктов

На основании проведенного сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что для автоматизации рабочего места специалиста отдела кредитования физических лиц, с целью повышения эффективности его работы, целесообразно внедрить более современное программное обеспечение, например, приложение «Диасофт 5NT» и автоматизированную банковскую систему «Ва-Банк 10g».

### Литература

1. Банк Смоленск [электронный ресурс]: <http://smolensk.smolevich.ru/> (дата обращения 12.07.2014).

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Вопросы энергосбережения и энергоэффективности стали новым вызовом для всех стран мира, для России они имеют особую актуальность в контексте утверждения в качестве важнейшего ориентира концепции Устойчивого развития страны. Одной из приоритетных целей, поставленных Правительством Российской Федерации, является достижение к 2020 году снижения энергоёмкости ВВП Российской Федерации на 40 % [1].

На данный момент в России практически сформирована нормативно-правовая база по реализации государственной политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности и началась практическая реализация запланированного курса.

В современных условиях стратегическое планирование стабильного и эффективного функционирования хозяйствующего субъекта подразумевает обеспечение решения целого комплекса взаимосвязанных задач управления, среди которых важное место занимает рациональное использование энергоресурсов. Управление энергосбережением как элементом стратегии развития промышленных предприятий в РФ представляется одной из наиболее актуальных и недостаточно исследованных проблем [2].

В повышении эффективности энергосбережения большое значение имеет не только внедрение современных технологий и передового оборудования, но и широкое использование вторичных энергетических ресурсов, а также организованное на современном уровне управление энергопотреблением, то есть энергоменеджмент.

Необходимость исследований в области эффективности энергоменеджмента обусловлено не только ростом стоимости энергоносителей и растущими ограничениями в области энергоснабжения, но и потребностью в повышении конкурентоспособности российских предприятий и ориентацией на устойчивое развитие страны в целом.

Методологические предпосылки исследований состоят в том, что повышение уровня энергоэффективности промышленных предприятий ставится не только как технологическая проблема, требующая технических решений, но и как управленческая проблема, которая носит стратегический характер.

Таким образом, энергоменеджмент должен рассматриваться как часть системы стратегического управления предприятий, имеющих конечной целью повышение конкурентоспособности промышленных предприятий в современных условиях за счет достижения оптимального уровня энерго-

эффективности производства и управления ею на основании стратегических показателей деятельности предприятия.

Переход к энергоэффективному ведению бизнеса предполагает изменение методологии стратегического управления, включение системы энергоменеджмента в систему стратегического управления, формирование системы показателей для оценки эффективности деятельности по энергосбережению и контролю над ней в рамках стратегического управления предприятием [3].

### Литература

1. **Богатов В.А.** Энергоменеджмент – системный подход в энергосбережении и повышении энергетической эффективности // ЭСКО. 2012.
2. **Мордвинов А.М.** Совершенствование механизмов, инструментов и условий повышения эффективности использования электроэнергии в промышленности // Инновационная деятельность. 2011. № 3 (16).
3. **Чумаков Е.В.** Формирование механизма управления энергоэффективностью предприятия / Е.В. Чумаков // Социально-гуманитарные знания. 2012. № 8.

## **ОБЗОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

Решение демографической проблемы в России невозможно без развития детских дошкольных учреждений. Около 98 % организаций социальной сферы используют в своей деятельности персональные компьютеры. Для оптимизации деятельности дошкольных образовательных организаций также используются информационные технологии. Рассмотрим несколько систем для автоматизирования деятельности детских садов:

1) CRM «Отмечалка» [1] содержит 4 модуля. Модуль «Управление задачами, звонками, напоминаниями» позволяет фиксировать все звонки и их результаты. «Бронирование» дает возможность ограничивать количество свободных мест, записывать ребенка на занятие, просматривать список посещающих занятия. «Бухгалтерия» фиксирует простейшие финансовые операции. «Расписание занятий» предназначен для составления расписания, учитывая время, место, преподавателя.

2) «1С: Детский сад, учет питания» [2] позволяет вести справочник продуктов питания, учет поступления и расходования продуктов, картотеку рецептов, формировать заявку на продукты питания, составлять меню, формировать различные отчеты;

3) «1С: Дошкольное учреждение» [2] осуществляет ведение учета о воспитанниках и сотрудниках, учет родительской оплаты, ведение кадрового учета, формирование расписания, сопровождение педагогической деятельности, учет материальных ресурсов.

Но каждая организация имеет свои особенности, поэтому при выборе информационной системы следует сначала изучить бизнес-процессы и сопоставить их с функциональными особенностями рассматриваемой информационной системы. Проведенный анализ показал, что для дошкольных учреждений, расположенных в удаленных районах и имеющих большое количество сотрудников и воспитанников, нерационально использование дорогих систем, обладающих широким функционалом. Возможно, целесообразна будет разработка собственной информационной системы, которая, обладая необходимым функционалом, будет гораздо дешевле.

### **Литература**

1. «Отмечалка», [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://otmechalka.com/> (дата обращения 13.10.2014).
2. «1С: Предприятие» [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://www.1c.ru/> (дата обращения 13.10.2014).

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Отличительной чертой энергетической отрасли является многояростность решения задач энергоснабжения. Потребность в тепловой энергии может быть удовлетворена различными способами благодаря взаимозаменяемости энергоресурсов и установок, широким возможностям комбинирования. Выбор подходящего варианта энергоснабжения осуществляется через оценку каждого из них как отдельного инвестиционного проекта.

В работе проведена оценка эффективности теплоэнергетического проекта и выбраны показатели наиболее адекватно отражающие его эффективность (ЧДД, ВНД и т.д.). Следует принимать во внимание, что любой проект энергоснабжения – социальный проект, следовательно, при оценке его эффективности должны рассматриваться не только показатели экономической эффективности для инвестора, но и последствия для потребителей. Проект может быть неэффективен с экономической точки зрения, но все равно реализован, в силу его высокой социальной значимости.

В работе рассмотрен Куйбышевский район г. Самара, который планируется к застройке. Для покрытия дополнительной тепловой нагрузки района потребуется источник теплоснабжения. Для решения этой задачи предлагается два альтернативных проекта: строительство ПГУ или строительство котельной. Расчет показал, что при существующих тарифах на тепловую энергию в районе, с учетом индексов изменения цен, ни один из вариантов централизованного теплоснабжения не является выгодным с экономической точки зрения. С позиции инвестора, каждый из вариантов проекта может быть экономически эффективным, если тарифы на отпущенную тепловую энергию будут рассчитываться с учетом компенсации необходимой валовой выручки (НВВ). В работе были посчитаны тарифы с учетом компенсации НВВ и посчитаны показатели эффективности при новом тарифе, оценка которых подтвердила, что проекты являются выгодными и привлекательными для инвестора.

При таком варианте реализации проекта, полученные тарифы на тепловую энергию в несколько раз превышают существующий тариф на тепловую энергию в Самарской области. Следовательно, ввод в эксплуатацию источника с такой дорогой тепловой энергией, существенно повысит средневзвешенный тариф по области, что является негативным последствием для населения. Данный вариант является неприемлемым.

*Е.В. Соловьева, студ.; рук. В.А. Щевьёва, ст. преп. (НИУ «МЭИ»)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПО ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ КАФЕДРЫ АЭТУС**

Современное общество требует высокообразованных кадров. Для их воспитания требуется высококвалифицированный профессорско-преподавательский персонал и высокотехнологическое оборудование. К сожалению, переход к рыночной экономике, сменяющие друг друга кризисы и реформы образования в нашей стране понизили уровень качества образования. Появилось огромное количество университетов и институтов, а качество образования с каждым годом только ухудшается. Для его повышения с 2012 года проводится ежегодный мониторинг высших учебных заведений и выявляются неэффективные. Например, в 2013 году 7 государственных и 125 негосударственных вузов были признаны неэффективными. Критерии оценки эффективности вуза: образовательная деятельность, научно-исследовательская работа, международная деятельность, финансово-экономическая деятельность, инфраструктура, трудоустройство выпускников [1].

Московский энергетический институт вошел в число эффективных вузов, благодаря многим факторам, в том числе тому, что техническая база института постоянно обновляется, налажены межвузовские отношения с такими странами, как Германия, Китай, Польша и т. д.

Современное инженерное образование является базой становления и развития инновационной экономики, основанной на новых научных знаниях, технологиях, высококвалифицированных специалистах. Причем процесс развития как специалистов, так и вуза должен быть непрерывным. При решении задачи выбора подходящего оборудования, из имеющегося на рынке, необходимо проведение сравнительной оценки качества представленной продукции. Выбор подходящего оборудования производится исходя из целей, потребностей, возможностей кафедры АЭТУС. В роли экспертов при выборе оборудования выступили ведущие преподаватели и научные сотрудники кафедры. Главными требованиями к оборудованию являются напряжение питания, частота питания, рабочая частота, мощность, емкость печи, техническое обслуживание, срок службы, расходные материалы, срок поставки и цена. В результате экономического анализа была выбрана компания «Индукционные установки», г. Новосибирск. Стоимость работ по модернизации составила 77 000 рублей.

### **Литература**

1. **Огвоздин, В.Ю.** Управление качеством. Основы теории и практики: учебное пособие. М.: Дело и сервис, 2002.

## **ЗНАЧЕНИЕ КОДЕКСА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭТИКИ В ПРОФЕССИИ АУДИТОРА**

Этические правила поведения складываются в любой профессии, но их официальная регламентация зависит от социальной значимости и специфики конкретной сферы деятельности. Практическая деятельность аудиторов заключается в том, что они вынуждены работать в условиях постоянно возникающих этических конфликтов. Проблемы этического характера могут иметь различную сложность, но в любом случае они требуют своего разрешения. Поэтому аудитору необходима формализация норм поведения, соблюдение которых дает возможность правильно разрешить проблему этического характера в ходе конкретной ситуации. Именно эти нормы содержит кодекс профессиональной этики аудиторов. Рассмотрим основные этические принципы, которые должны соблюдать аудиторы. Принцип «честности» – это не только правдивость, но также беспристрастность и надежность. Принцип «объективности» означает непредвзятость, неподвластность какому-либо влиянию. Принцип «профессиональной компетентности и должной тщательности» предполагает необходимый объем знаний и навыков, позволяющим аудитору квалифицированно и качественно оказывать услуги. Принцип «конфиденциальности» заключается в том, что аудиторы обязаны обеспечивать сохранность документов, получаемых или составляемых ими. Принцип «профессионального поведения» обязывает аудитора поддерживать высокую репутацию своей профессии [1]. Эти принципы применимы ко всем видам аудиторских услуг. В то же время нередки случаи их нарушения. Общественная значимость профессии аудитора обязывает ее представителей руководствоваться не только общечеловеческими моральными ценностями, но и правилами поведения, установленными в рамках данного профессионального сообщества.

В целях предотвращения угроз их нарушения необходимо:

- разработать четкие инструкции для участников аудиторских групп по вопросам безопасности и конфиденциальности;
- избегать ситуаций, которые могут вызвать нарушения этических принципов;
- уведомлять клиентов о необходимости соблюдать этические правила. Данные меры позволят повысить эффективность аудита.

### **Литература**

1. **Кодекс** профессиональной этики аудиторов. Одобрен Советом по аудиторской деятельности 22 марта 2012. Протокол № 4.

С.А. Теплов, асп.; рук. Г.Н. Курдюкова, к.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ УГОЛЬНОГО ЭНЕРГОБЛОКА С ПОВЫШЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРА

За последние десятилетия в мировой энергетике наметилась тенденция создания существенно усовершенствованного оборудования, в том числе котлов, турбогенераторов, турбин и ПТУ. Проблема технического перевооружения основного силового оборудования, исчерпавшего свой ресурс, не может решаться без одновременного кардинального повышения его эффективности. Основываясь на зарубежном опыте по созданию и освоению угольных энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара, необходимо отметить, что при использовании угольного топлива энергоблоки ССКП и УСКП как в ближайшее десятилетие, так и в перспективе не имеют реальных конкурентов по экономичности [1].

Существенное увеличение коэффициента полезного действия энергоблоков (до 45 % и более) может быть реализовано за счет разработок усовершенствованных паросиловых установок.

Расчетный метод для определения капитальных затрат в основное энергетическое оборудование тепловых электростанций на повышенных параметрах пара включает в себя метод прямого расчета и сопоставления с известными аналогами [2].

Прогнозную модель для оценки капиталовложений в котлоагрегат на суперсверхкритические параметры пара для угольного энергоблока на повышенные параметры пара можно представить в виде следующей зависимости:

$$C_{\text{котел ССКП}} = K_{\text{пароген}} \cdot k_{\text{уд}1} + K_{\text{паропров}} \cdot k_{\text{мас}} + (K_{\text{тягодут}} + K_{\text{доп}}) \cdot k_{\text{уд}2}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{пароген}}$  – удельный вес стоимости парогенератора принятый для котла;  $K_{\text{паропров}}$  – удельный вес стоимости паропроводов;  $K_{\text{тягодут}}$  – удельный вес стоимости тягодутьевой системы котлоагрегата;  $K_{\text{доп}}$  – удельный вес дополнительных капиталовложений (системы золоудаления, КИП, автоматики и элементов подвески);  $k_{\text{уд}1}$  и  $k_{\text{уд}2}$  – коэффициенты учитывающие удорожание узлов;  $k_{\text{мас}}$  – коэффициент отражает увеличение массы главных паропроводов котла.

### Литература

1. **Вихрев Ю.В.** О научно-техническом прогрессе в мировой теплоэнергетике // Энергетик. 2002. № 2.
2. **Ашинянц С.А.** Оценка стоимости строительства и эксплуатации угольных ТЭС. М.: ОАО «ВТИ», 2009.

*Н.О. Фёдорова, студ.; рук. Д.В. Никифорова, ассист. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

Сегодня перспективы развития энергетики в России связаны с парогазовыми установками. Они имеют исключительно высокий коэффициент полезного действия по отпуску электроэнергии, в среднем почти 60 %, для сравнения коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет 40 %.

За последние несколько лет в стране наблюдается положительная динамика строительства парогазовых установок. В соответствии с разработками Агентства по прогнозированию балансов в электроэнергетике намечаются мероприятия по замещению более 600 паровых агрегатов на ТЭС парогазовыми установками на природном газе мощностью от 100 до 400–420 МВт с КПД 51–57 % [1].

За счет высокого коэффициента полезного действия ПГУ повышается энергоэффективность используемого топлива, его удельный расход снижается на 30 %. Помимо этого, за счет современной технологии горения снижается негативное воздействие на окружающую среду. Также немаловажны короткие сроки строительства парогазовой установки, снижение общих затрат и удельной стоимости установленной мощности.

Вследствие роста промышленного производства, а также увеличения потребления электроэнергии со стороны жилого сектора на территории Москвы и Московской области наблюдается дефицит электроэнергии, который составляет 29 693,3 млн кВт·ч в год. С целью его частичного покрытия вводится ПГУ-400 с годовой выработкой электроэнергии 2970 млн кВт·ч на базе ТЭЦ-25.

Оценка эффективности ввода ПГУ-400 проведена по следующим экономическим показателям: срок окупаемости капитальных вложений 14 лет, чистый дисконтированный доход за расчетный период 15 лет – 19 967 млн руб., внутренняя норма доходности – 16 %. Результаты расчетов говорят об инвестиционной привлекательности проекта, что наглядно доказывает энергоэффективность ввода ПГУ-400 на ТЭЦ-25.

На основе проведенного исследования возможно рассмотрение перспективы замещения конденсационных и теплофикационных энергоблоков парогазовыми установками.

### **Литература**

1. **Березинец П.А.** Разработка и исследование циклов, схем и режимов работы парогазовых установок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. – 6 с.

*С.В. Фокин, студ.; рук. В.Е. Озерова, ст. преп.  
(Филиал МЭИ в г. Смоленске)*

## **СБЛИЖЕНИЕ РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ЧАСТИ УЧЕТА ВОЗНАГРАЖДЕНИЙ РАБОТНИКАМ**

Проект Положения по бухгалтерскому учету (ПБУ) «Учет вознаграждений работникам» был разработан Министерством финансов РФ еще летом 2011 года [2]. Основой создания проекта данного ПБУ стал Международный стандарт финансовой отчетности (МСФО) «Вознаграждения работникам» (IAS 19 «Employee Benefits») [1]. В законную силу он так и не вступил.

Мы попытались выявить причины, затягивающие принятие указанного ПБУ в силу.

Одна из причин – практически полное дублирование МСФО 19 по всем основным пунктам без учета особенностей РСБУ. На наш взгляд, следует более четко выделить определение такой категории, как «вознаграждения работникам», который регламентирует критерии признания обязательств по вознаграждениям работников, которые полностью соответствуют критериям признания оценочного обязательства, указанного в ПБУ 8/2010 «Оценочные обязательства, условные обязательства, условные активы». Необходимо также более детализировать пункт проекта, рассматривающий условия признания оплачиваемых перерывов в работе, который уступает своему аналогу в МСФО.

На основании подробного изучения проекта ПБУ можно сделать вывод, что проект нуждается в значительной доработке. Доработку можно провести и в части учета в организациях, которые реализуют программы дополнительного пенсионного обеспечения.

По нашему мнению, проект ПБУ «Учет вознаграждений работникам» после его значительной доработки применительно к отечественной специфике ведения учета и бизнеса должен быть принят в ближайшее время.

### **Литература**

1. **Международный** стандарт финансовой отчетности (IAS) 19 «Вознаграждения работникам» (введен в действие приказом Министерства финансов РФ от 18.07.2012 № 106н).
2. **Проект** положения по бухгалтерскому учету «Учет вознаграждений работникам» (Разработан Министерством финансов РФ 28.07.2011).

*В.Д. Хитриченко студ.; рук. Д.Г. Шувалова, к.э.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ**

Энергетика является одной из базовых отраслей в экономике любого государства. Решая задачи энергоснабжения и передачи электроэнергии в регионы страны, государство подготавливает прочный фундамент для обеспечения устойчивого развития и промышленного роста экономики.

В связи со сложившейся внешнеполитической ситуацией России необходима разработка и реализация стратегии импортозамещения во многих отраслях, включая энергетику. При этом необходимо создать условия для привлечения инвестиций с существующими гарантиями государства, не нарушая экономическую и энергетическую безопасность страны [1].

Особенностью энергетики России является отсутствие необходимости в импорте сырья. Но, с другой стороны, учитывая тесную связь энергетики и машиностроения, наблюдается недостаток высокотехнологичного электротехнического оборудования отечественного производства. Все инвестиционные программы ведущих отраслевых предприятий зависят от импортной продукции.

Одним из главных преимуществ стратегии импортозамещения является обеспечение промышленного роста экономики в целом. Реализация инвестиционных проектов на территории России позволит создать новые промышленные предприятия, не уступающие по качеству и технологиям зарубежным, обеспечить трансфер технологий. Процессом локализации производства необходимо управлять, чтобы не допустить нарушений российского налогового и таможенного законодательства.

Вместе с тем необходимо отметить, что реализация инвестиционных проектов в энергетике требует значительных финансовых и капитальных вложений. Учитывая заинтересованность государства в развитии энергетики, возможно применение ряда мероприятий по стимулированию инвестирования таких как: повышение таможенных пошлин на импорт продукции, заключение долгосрочных инвестиционных контрактов и государственная поддержка инвестиционных проектов. На практике рассчитан пример реализации стратегии импортозамещения для одного вида продукции машиностроения.

### **Литература**

1. **Кадочников П.А.** Анализ импортозамещения в России после кризиса 1998 года. ИЭПП. 2006. 148 с.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ ПО РАСШИРЕНИЮ СВОЕГО ПРИСУТСТВИЯ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЫНКАХ АРАБСКИХ СТРАН АЗИИ**

В арабских странах Азии (АСА) в 90-х гг. прошлого столетия были начаты преобразования электроэнергетической отрасли, вызванные неэффективностью ее функционирования.

1) Тарифы на электроэнергию в АСА формируются не на основе законов спроса и предложения, являются одними из самых низких в мире и субсидируются государством. Дотации для населения в Кувейте, АбуДаби, Сирии, Катаре, Бахрейне, Королевстве Саудовская Аравия (КСА) составляют от 42 до 91,25 % действующего тарифа [1].

2) Потери электроэнергии в электрических сетях Бахрейна, Катара, КСА, ОАЭ составляют 10 %, однако они выше уровня развитых стран (5–6 %) [2]. В Ираке, Йемене, Сирии и Ливане эти потери превышают 20 %.

3) Быстрорастущий спрос на электроэнергию, в среднем 7–8 % в год.

Вследствие указанных причин в АСА в конце XX – начале XXI в. электроэнергетика была открыта для деятельности крупных мировых энергетических компаний. За последние 13 лет при участии иностранного капитала было введено почти 37 тыс. МВт новых мощностей.

Крупнейшими игроками на энергетических рынках рассматриваемого региона остаются корпорации из развитых стран, также велико присутствие компаний из Японии и Южной Кореи.

Российские энергетические компании, в первую очередь «ИНТЕР РАО ЕЭС» и «Технопромэкспорт», могут составить конкуренцию западным компаниям на развивающихся рынках арабских стран Азии.

В своей работе автор разработал рекомендации для российских компаний по расширению их присутствия на энергетических рынках АСА. Для этого необходимо осуществлять многовекторную деятельность, направленную на развитие конкурентных преимуществ за счет: рыночной разведки; кооперации и специализации; международного сотрудничества; инвестиционного сотрудничества; работы на опережение.

### **Литература**

1. **Khatib Hisham.** Electricity Subsidies in Arab Counties // Arab Energy Forum. Qatar: Doha. 13/05/2010.
2. **Statistical Bulletin 2011**, 20<sup>th</sup> Issue // Arab union of Electricity. Jordan: Amman. 2011.

## **ПРОБЛЕМЫ АТТЕСТАЦИИ В АУДИТЕ**

По состоянию на 06.10.2014 по данным реестра аудиторов в России насчитывается 22 272 аттестованных аудиторов, из которых лишь 3377 имеют единый квалификационный аттестат аудитора [2]. Данного количества слишком мало, чтобы удовлетворить потребности рынка, так как аттестат старого образца ныне не дает возможности для оказания ряда аудиторских услуг. Сложившаяся ситуация осложняется падением престижа профессии аудитора. Незначителен приток новых кадров в аудит.

Так за 2010–2013 годы для сдачи квалификационного экзамена Единой Аттестационной Комиссией было зарегистрировано 1360 человек. По проведенным результатам участие приняли лишь 558 человек или 41 %. Из них только 104 человека получили единый аттестат или 18,6 % от числа сдававших экзамен [3].

Причинами, вызвавшими негативную тенденцию, являются:

- большой объем материала из 5 областей знаний, включая не менее 2000 тестов и 800 вопросов для экзаменационных билетов [1];
- высокая стоимость обучения и процедуры сдачи экзамена;
- большой проходной бал, в частности не менее 86 % правильных ответов при тестировании и 67 % при письменной работе [1].

Саморегулируемые организации (далее СРО) аудиторов должны быть озабочены сложившимся положением с притоком новых кадров в профессию. На основании этого можно сделать следующие выводы:

- СРО необходимо активно привлекать в аудиторские организации ассистентов аудиторов, чтобы они могли получить необходимый двухлетний стаж;
- также нужно обеспечить качественное предквалификационное образование для лиц, желающих стать аудиторами;
- следует постоянно рекламировать привлекательность профессии.

### **Литература**

1. **Об утверждении** положения о порядке проведения квалификационного экзамена на получение квалификационного аттестата аудитора и о признании утратившими силу приказов Министерства финансов Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ М-ва финансов Рососсийской Федерации от 19 марта 2013 г. № 32н. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. **Реестры** аудиторов и аудиторских организаций саморегулируемых организаций аудиторов [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL [http://www.minfin.ru/ru/accounting/reestr\\_audit/auditors](http://www.minfin.ru/ru/accounting/reestr_audit/auditors)

3. **Результаты** экзаменов [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL [http://www.eak-rus.ru/about\\_attestation](http://www.eak-rus.ru/about_attestation)

*Г.И. Шолохова, студ.; рук. Г.Н. Курдюкова, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Актуальность проблемы переработки твердых бытовых отходов (ТБО) возрастает в мире с каждым годом. Это вызвано их вкладом в общее состояние загрязненности окружающей природной среды. Одним из субъектов РФ, в которых проблема безопасного обращения с различными отходами стоит весьма остро, является Республика Башкортостан. Сложившаяся в республике ситуация ведет к загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью жителей и будущим поколениям. В качестве малого региона Республики Башкортостан рассмотрен г. Нефтекамск.

Объектом исследования работы является технологический цикл утилизации твердых бытовых отходов путем сжигания на промышленном предприятии города ОАО «НЕФАЗ» с получением энергии и вывозом шлака на полигоны.

Все отходы города можно разделить на две большие группы: твердые бытовые отходы (ТБО) и отходы производства. Город производит до 40,5 тыс. т ТБО в год и более 1000 т отходов производства.

Была проведена экономическая оценка инвестиций строительства комплекса переработки ТБО [1]. В расчет были заложены наибольшие затраты и наименьшие сроки службы, т.е. был рассчитан наилучший вариант. Капитальные затраты составили – 38 млн руб.; срок окупаемости комплекса с учетом дисконта и дефляции – 2,2 года, внутренняя норма доходности составляет 59 %, что больше принятой нормы дисконта (13 %); снижению затрат за счет экономии природного газа составляет около 46 млн руб.

В результате реализации технологии решается актуальная для г. Нефтекамск проблема ТБО и экономия природного газа составляет более 11 млн м<sup>3</sup>/год.

Расчет экономической оценки эффективности показал, что проект комплекса переработки ТБО с получением тепловой энергии и экономией природных ресурсов является эффективным. Срок окупаемости комплекса менее 3 лет.

Для инвесторов проект является привлекательным в отношении прибыльности. Предприятие получает прибыль за счет платы, взимаемой за переработку ТБО и за счет экономии природного газа.

### **Литература**

1. **Щевьева В.А.** Учебное пособие по курсу «Экономическая оценка инвестиций». Москва.

**Направление**  
**ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**  
**И ТЕПЛОФИЗИКА**

Научный руководитель направления —  
директор ИТАЭ,  
д.т.н., профессор А.В. Дедов



## **АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И УСТАНОВКИ**

*Председатель секции — зав. каф. АЭС, д.т.н., Ю.В. Парфенов  
Секретарь секции — вед. инженер Р.Х. Хасанов*

*А.А. Арцыбашев, студ.; рук-ли М.С. Алхутов, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»);  
А.В. Иванов, соиск. (ОАО «НИКИЭТ»)*

### **РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТВС РБМК-1000 В УСЛОВИЯХ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ГРАФИТОВОЙ КЛАДКИ**

На данном этапе эксплуатации энергоблоков с реакторами типа РБМК-1000 актуальной является работоспособность ТВС в искривленном технологическом канале.

Влияние искривления технологических каналов непосредственно сказывается на работоспособности ТВС и это может проявиться:

- в изменении условий выполнения перегрузок ТВС (на данный момент этот вопрос широко изучен и продемонстрирована возможность выполнения перегрузок ТВС в искривленном канале);

- в изменении условий эксплуатации ТВС в технологическом канале на мощности вследствие перераспределении зазора между оболочками твэлов наружного ряда ТВС и внутренней поверхностью канальной трубы.

В связи с этим на данный момент все еще остается актуальной возможность эксплуатации ТВС в искривленном технологическом канале на мощности.

Выходом из сложившейся ситуации является модернизация конструкции ТВС, которая в зависимости от состояния графитовой кладки может проходить по двум направлениям:

- на энергоблоках, где проявилось вторичное распухание и растрескивание графитовых блоков необходимо обеспечить приемлемую величину коэффициента запаса до кризиса тепловой нагрузки за счет сохранения допустимого минимального зазора между твэлами наружного ряда и внутренней поверхностью канальной трубы путем модернизации системы дистанционирования твэлов ТВС.

- на энергоблоках, где деформационные процессы еще не проявились, возможно внедрение специального высотного профилирования обогаще-

ния топлива по активной зоне, при котором снижается скорость набора флюенса в потенциально опасных зонах, где растрескивание наиболее вероятно.

На данный момент проведена проработка и анализ возможных альтернативных конструкций дистанционирующих решеток и схем их размещения по высоте ТВС.

Запланировано проведение расчетного анализа нейтронно-физических характеристик активной зоны с целью оценки целесообразности внедрения высотного профилирования обогащения топлива.

## **АНАЛИЗ КОМПОНОВКИ СИСТЕМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВОДОРОДНО-КАЛИЕВОГО ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

Опыт эксплуатации АЭС с ВВЭР свидетельствует, что надежность работы реакторной установки (РУ) в значительной степени зависит от оптимальности выбора и ведения ВХР теплоносителя первого контура и его поддержания.

Для первого контура энергоблока ВВЭР ТОИ предусматривается слабощелочной восстановительный координированный водородно-калиевый ВХР с борной кислотой, в отличие от традиционного слабощелочного восстановительного аммиачно-калиевого ВХР с борной кислотой.

В составе оборудования проекта ВВЭР-ТОИ можно выделить следующие существенные отличия:

- из состава системы низкотемпературной очистки теплоносителя исключены резервные фильтры. Это обусловлено тем, что отсутствует необходимость дозирования аммиака;

- из состава системы переработки теплоносителя исключены фильтры доочистки дистиллата: Н-фильтр, ОН-фильтр и фильтр-ловушка. Это обусловлено тем, что отсутствует необходимость очистки дистиллата от аммиака. Внесено изменение: группа доочистки борного концентрата, механический фильтр, Н-катионитный фильтр, анионитный фильтр, фильтр-ловушка, бокс воздушников, перенесена и выполняет функцию очистки теплоносителя перед поступлением на выпарной аппарат. Вышесказанное решение позволяет повысить эффективность работы фильтров очистки системы переработки теплоносителя;

- из системы приготовления и подачи реагентов исключены бак раствора аммиака, насосы-дозаторы аммиака. В состав системы включены бак раствора цинка и насосы-дозаторы цинка и узел дозирования газообразного водорода.

Таким образом, отсутствие аммиака позволяет минимизировать состав, габариты оборудования и оптимизировать эксплуатационные характеристики вышеуказанных систем, а также систем по переработке и хранению активных технологических отходов.

*Н.С. Вододохов, В.Н. Подгорный, студенты;  
рук. В.И. Горбуров, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ПОВЕДЕНИЕ МИКРОЧАСТИЦ В ОБЪЕМЕ КИПЯЩЕЙ ЖИДКОСТИ**

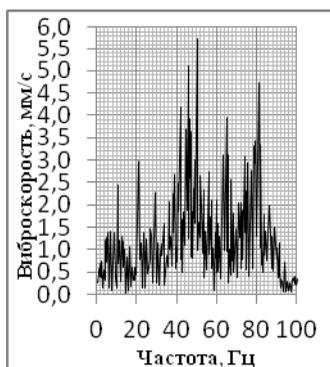
В современной атомной энергетике большую роль играют парогенераторы. Поэтому основной задачей является эффективная работа этого элемента станции. Одной из проблем, ухудшающей работу парогенератора является возникновение шлама. Вследствие этих отложений происходит образование накипи на теплопередающих поверхностях, тем самым увеличивая температуру поверхности выше допустимой, что сказывается на надежности работы установки. Так что возникает задача ликвидации этих отложений.

Помимо питательной воды в парогенераторе находятся как ионные примеси, так и продукты коррозии, которые представляют собой твердые частицы разной дисперсности. Это позволяет рассматривать среду в парогенераторах как трехфазную (газообразная и жидкая фаза – вода, твердая фаза – частицы шлама). Большая часть шлама – это частицы размерами от 5 до 25 мкм. В основном это окислы железа и меди. Рассмотрение этих примесей показало, что у них различные способы оседания. Оксиды меди имеют свойство хорошо прятаться, но слабую способность к оседанию. У железосодержащих частиц наоборот, преобладает способность к оседанию, нежели к прятанию. Следует заметить, что концентрация частиц, при проведении замеров в трубопроводах, в продувке и при останове парогенератора, всегда различна.

Основным способом удаления шлама является останов и дальнейшая специальная химическая отмывка парогенератора. Определенная доля микрочастиц уходит через продувку, но она очень мала (так как растворимость этих примесей недостаточно велика). Исследуя механизм оседания частиц, их наиболее вероятные размеры, условий их вымывания, можно найти более эффективный способ очистки парогенерирующей установки.

## СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗА С ДАННЫМИ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИЙ В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ РАБОТЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

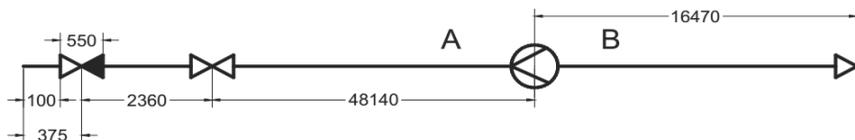
Расчетные значения частот доминирующих пиков вибраций напорного трубопровода, представленные на рис. 1, сопоставлены с результатами измерений при работе насоса ПЭ-250-75 с оборотной частотой вращения 49,58 Гц. Спектральные характеристики получены с помощью анализатора вибраций АГАТ-М. Акустическая схема трубопровода, состоящая из участков А и В, разделенных расходомерной шайбой, представлена на рис. 2. Прогнозируемые частоты собственных колебаний давления теплоносителя на участке А равны 81,8 и 83,0 Гц на участке В 13,75 Гц. Из сопоставления результатов прогноза и измерений приведенных в табл. 1 следует их удовлетворительное соответствие. Полученные результаты подтверждают гипотезу о влиянии места расположения запорно-регулирующей арматуры и дроссельной шайбы на спектр пульсаций давления теплоносителя в трубопроводе. Первые собственные частоты исследуемой системы, согласно проведенным оценкам, находятся в диапазоне от 2 до 200 Гц.



**Рис. 1.** Спектральная характеристика вибраций напорного трубопровода

Таблица 1

Частоты доминирующих пиков, Гц	
Прогнозируемые	Полученные
13,75	13,75
49,6	49,25
81,8	81,25
83,0	82,5



**Рис. 2.** Напорный трубопровод 3

*М.А. Вольман, асп.; рук. В.К. Семенов, д.т.н., проф. (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА АЭС НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ТРЕНАЖЕРОВ-ИМИТАТОРОВ**

Прогнозируемые темпы развития ядерной энергетики в нашей стране требуют опережающего роста ее кадрового наполнения, а также повышают требования к качеству их подготовки. В любой сфере промышленной деятельности многие аварии обусловлены ошибками человека, причем к факторам, создающим почву для ошибок операторов, относят обычно как недостаток профессиональных знаний, так и отсутствие умений использовать знания в конкретных ситуациях. В связи с этим представляется актуальной работа по интенсификации вузовской подготовки будущих операторов.

Для решения обозначенных проблем нами предлагается комплекс обучающих программ, в основе которого лежит компетентностный подход, подразумевающий, что в качестве результата образования рассматривается не сумма усвоенной информации, а компетенции выпускника, характеризующие его способность применять знания и умения для успешной профессиональной деятельности.

Первый часть комплекса – лабораторный практикум, посвященный компьютерному моделированию кинетики водо-водяного реактора, позволяющий изучить широчайший спектр вопросов, связанных с процессами, происходящими в реакторе, показывает важнейшие параметры, влияющие на его динамику за счет наглядности среды реализации, в качестве которой выбран Mathcad.

Следующая часть предлагаемого обучающего комплекса касается реакторных измерений. Симуляция нейтронно-физических экспериментов в рамках данного лабораторного практикума проводится на компьютерном и полномасштабном тренажерах блока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Заключительной частью комплекса является симуляция на компьютерном и полномасштабном тренажерах процессов пуска и останова блока АЭС. Лабораторный практикум разработан на базе Типовой пошаговой программы пуска/останова с целью освоения студентами базового перечня операций по пуску/останову, порядка и последовательности их выполнения для энергоблока АЭС ВВЭР-1000 с реакторной установкой В-320. Это позволяет не только изучить принцип действия отдельных элементов энергоблока, но и исследовать их взаимные связи, закрепить и систематизировать

теоретические знания, приобрести навыки управления сложным технологическим объектом.

Кроме того, в ходе работ по симуляции пускоостановочных работ на ПМТ ведутся исследования по выявлению индивидуально-личностных качеств, влияющие на успешность выполнения тренажерных заданий.

Внедрение комплекса обучающих программ направлено на решение кадровой проблемы атомной отрасли, способствуют повышению качества подготовки будущего оперативного персонала, а также способны сократить сроки адаптации на рабочих местах.

*А.И. Говорунов, студ.; рук. М.А. Скачек, доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ РАО**

Чрезвычайно важным заключительным этапом обращения с РАО является их локализация, имеющая конечной целью минимизацию негативного воздействия радиоактивных излучений на персонал, население и биосферу. И если в настоящее время считается, что максимально возможная степень защиты населения и биосферы достигается локализацией РАО при их долговременном контролируемом хранении с последующим окончательным захоронением, то для крупномасштабной ядерной энергетики будущего предлагается принцип радиационно-эквивалентного захоронения (РЭЗ).

Можно сделать вывод о том, что наиболее реальным перспективным способом утилизации радиоактивных отходов является их захоронение геологической среде. Сложная экономическая ситуация в нашей стране не позволяет использовать альтернативные дорогостоящие способы захоронения в промышленных масштабах. Поэтому важнейшей задачей геологических исследований будет исследование оптимальных геологических условий для безопасного захоронения РАО, возможно на территории конкретных предприятий атомной промышленности. Наиболее быстрым путем решения задачи является использование скважинных могильников, сооружение которых не требует больших капитальных затрат и позволяет начать захоронение ВАО в сравнительно небольших по размерам геологических блоках благоприятных пород.

Представляется актуальным создание научно-методического руководства по выбору геологической среды для захоронения ВАО и определение на территории России наиболее перспективных мест для сооружения могильников.

Д.В. Гудеменко, П.С. Климов, аспиранты;  
рук-ли В.И. Мелихов, д.т.н., проф.;  
О.И. Мелихов, д.ф.-м.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СО СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ МЕТОДОМ MPS

В данной работе представлены результаты применения бессеточного полунявного метода движущихся частиц MPS (MovingParticlesSemi-implicit) [1] к задаче фрагментации водяного столба [2].

Геометрия задачи представляет собой столб воды, расположенный в прямоугольной емкости у левой стенки. В начальный момент времени он покоится в вертикальном положении. После запуска расчета водяной столб под действием силы тяжести начинает опускаться и сталкивается с правой стенкой, из-за чего происходит фрагментация жидкости.

Задача рассматривается в двумерном приближении. Параметр свободной поверхности  $\beta = 0,97$ . Расстояние между соседними частицами в начальной конфигурации водяного столба  $l_0 = 8 \cdot 10^{-3}$  м, радиус взаимодействия частиц равен  $2,1 \cdot l_0$ .

Столб жидкости состоит из 648 частиц, 36 частиц в высоту и 18 частиц в ширину. Нижняя, левая и правая стенки представлены 474 частицами, расположенными в три слоя. Координаты частиц стенки фиксированы и их скорости равны нулю. Частицы первого внутреннего слоя стенки используются при решении уравнения Пуассона для определения давления. Так как ключевым условием модели несжимаемой жидкости в методе MPS является использование числовой плотности частиц, то необходимо ввести еще два слоя частиц в стенке из-за условия взаимодействия частиц  $ge = 2,1 \cdot l_0$ , иначе, частицы стенки будут приняты за свободную поверхность.

Был проведен расчет вышеизложенной задачи, и полученные результаты сопоставлены с экспериментом, проведенным Koshizuka и Ока.

Результаты расчета хорошо согласовываются с экспериментом Koshizuka и Ока.

### Литература

1. **Koshizuka S., Tamako H., Oka Y.** A particle method for incompressible viscous flow with fluid fragmentation // International Journal of Computational Fluid Dynamics. 1995. No 4.
2. **Koshizuka S., Oka Y.** A moving particle semi-implicit method for fragmentation of incompressible fluid // Nuclear Science and Engineering. 1996.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БАССЕЙНА ВЫДЕРЖКИ ПРИ УПЛОТНЕННОЙ ЗАГРУЗКЕ УРАН-ЭРБИЕВЫМ ТОПЛИВОМ

В настоящее время осуществляется перевод реакторов типа РБМК на уран-эрбиевое топливо, направленный на повышение безопасности реактора, а также улучшение его технико-экономических характеристик.

Текущего объема бассейнов выдержки (БВ) недостаточно для штатного размещения отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), поэтому необходимо применять уплотненное хранение.

Использование ТВС с добавлением выгорающего поглотителя в виде оксида эрбия позволяет повысить безопасность реактора. Существенно улучшаются экономические характеристики реакторов РБМК.

При переводе реактора на уран-эрбиевое топливо необходимо учесть влияние тепловыделяющих сборок (ТВС) с обогащением топлива 2,8 % с выгорающим поглотителем (эрбием), следует обратить внимание на температурный режим бассейнов выдержки.

При определении остаточных тепловыделений в БВ принимаем, что выгрузка ОТВС осуществляется одновременно в оба БВ, то есть 3875 ОТВС с обогащением 2,8 % и 125 ОТВС аварийной выгрузки распределяются равномерно по двум БВ.

При полностью загруженном БВ в запас расчета принимаем  $Q_6 = \text{const}$ .

$$t_{\text{БВ}} = t_{\text{БВ}} + \int_0^{\tau} \frac{Q_6 - Q_{\text{исп}}}{m_{\text{В}} \cdot c_p} d\tau, \quad ^\circ\text{C}, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{исп}}$  – количество тепла, отведенного с испарившейся водой, [ккал/ч];  $m_{\text{В}}$  – масса воды в бассейне [кг];  $t_{\text{БВ}}$  – температура воды бассейна выдержки [ $^\circ\text{C}$ ];  $c_p$  – истинная массовая изобарная теплоемкость воды, [ккал/кг· $^\circ\text{C}$ ];  $Q_6$  – мощность остаточных энерговыделений отработавшего топлива, [ккал/ч].

При расчете температурного режима бассейна выдержки при уплотненной загрузке ТВС с уран-эрбиевым топливом стоит учитывать:

- количество выгружаемых ОТВС;
- плотность загрузки ОТВС;
- сопротивление загрязнения трубного и межтрубного пространства;
- время работы ТВС в активной зоне;
- мощность теплообменников;
- тепло, отводимое от БВ с испаряющейся водой.

## СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ОБОРУДОВАНИИ АЭС С ВВЭР-1000

При выполнении расчетов по оценке интенсивности сейсмических воздействий на строительные конструкции АЭС используются графики спектров отклика. На рис. 1 [2] представлены рассчитанные для одной из возможных площадок размещения АЭС спектры отклика, соответствующие относительному демпфированию от 1 до 15 %.

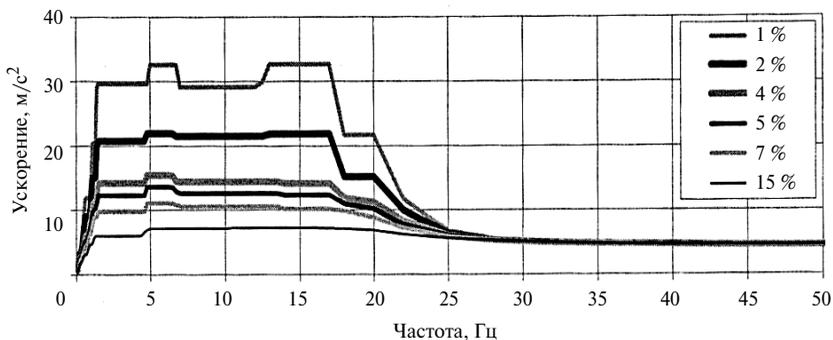


Рис. 1. Расчетные спектры отклика

Для серийных блоков ВВЭР-1000 частоты акустических стоячих волн (АСВ) составляют ряд 0,6; 6,5; 9,2; 13,2; 15,5; 20,0 Гц [1]. Результаты проведенных расчетов показывают, что при аварии с течью теплоносителя происходит смещение частот АСВ в оборудование АЭС в область более низких частот. Из сопоставления частот АСВ, со спектром отклика, следует, что при сейсмическом воздействии имеются опасные диапазоны частот для возникновения резонансов колебаний строительных конструкций АЭС с частотами АСВ и колебаниями теплоносителя, обусловленными работой ГЦН. Проведенное сопоставление свидетельствуют о возможности усиления колебаний давления теплоносителя при сейсмических воздействиях на здание АЭС.

### Литература

1. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Усанов А.И. Виброшумовая диагностика ВВЭР / под ред. А.А. Абагына. М.: Энергоатомиздат, 2004.
2. Саргсян А.Е. Динамика и сейсмостойкость сооружений атомных станций: монография. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013.

*А.Ш. Исхаков, студ.; рук. В.И. Мелихов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ КАПЛИ ВОДЫ В СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ**

Внедрение новых технологий требует проведения сложных комплексных исследований, в том числе моделирование аварийных ситуаций. В существующих проектах БРЕСТ-300 и БРЕСТ-1200 одним из важных вопросов, требующих углубленного анализа, является обоснование безопасности запроектной аварии с множественным разрывом теплообменных труб парогенератора.

Данная работа является продолжением исследования теплофизических процессов, протекающих при разрыве трубки парогенератора реакторной установки БРЕСТ. В работе выполнен обзор численных методов моделирования течений жидкостей со свободными границами.

Для математического описания процесса термической фрагментации капли воды в свинце, имеющем температуру выше критической для воды, выбран метод движущихся частиц (MPS – Moving-Particle Semi-implicit method) [1]. На основе выбранного метода разработана расчетная программа для анализа течения нескольких жидкостей со свободными границами. Данная программа применена для анализа термической фрагментации капли.

Одним из ключевых механизмов взрывного процесса взаимодействия свинца с водой является фрагментация капель воды под воздействием гидродинамических сил. Наибольшую опасность на данном этапе истечения представляет паровой взрыв: вода, быстро диспергируя в тяжелой несжимаемой жидкости, превращается в перегретый пар [2]. Но как показывают качественные исследования данной проблемы, вероятность возникновения парового взрыва мала, так как необходимым условием взрывного взаимодействия является фрагментация относительно больших капель воды. В экспериментальных исследованиях показано, что пароводяная смесь, истекающая в свинец мелкодисперсная, что ограничивает энергию взаимодействия [3].

### **Литература**

1. **Koshizuka S., Oka Y.** Moving-particle semi-implicit method for fragmentation of incompressible fluid. 1996. Nucl. Sci. Eng. 123.
2. **Dinh T.N.** Multiphase Flow Phenomena of Steam Generator Tube Rupture in a Lead-Cooled Reactor System: A Scoping Analysis // Proceedings of ICAPP 2007, Nice, France, May 13-18, 2007. Paper 7497.
3. **Безносков А.В.** Экспериментальные исследования характеристик контактного теплообмена свинцовый теплоноситель – рабочее тело // Атомная энергия. Т. 98. 2005. № 3.

*Е.Т. Коянбаев, студ.; рук. М.К. Скаков, д.ф.-м.н., проф.  
(ГУ им. Шакарима, г. Семей)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАКТОРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

В данной работе приведены результаты определения изменения микроструктуры и механических свойств материала отработавшей сборки ЦЦ-19РУ БН-350 в результате реакторного облучения и последующего термического старения. За время эксплуатации в реакторе материал ОТВС облучен до максимальной повреждающей дозы 58,9 с.н.а. Температура облучения в интервале (280÷450) °С.

Проведено металлографическое изучение изменений микроструктуры, определены значения плотности, микротвердости, характеристик прочности и пластичности образцов, подвергнутых отжигам при температурах 600, 550, 400 и 300 °С в среде аргона (7000 ч) и воздуха (12 000 ч). Экспериментальные данные, полученные для облученных образцов, сопоставляли с результатами для образцов-имитаторов из необлученной стали, отожженных в тех же условиях.

По результатам проведенных исследований выявлено различие структуры не только по высоте, но и по ширине грани чехла ОТВС ЦЦ-19 [1]. На участке +175 мм от ЦАЗ обнаружено максимальное упрочнение материала (~50 %). Установлено наличие распухания (около 4 %) и радиационно-стимулированного упрочнения материала.

Установлено, что в структуре образцов после термических испытаний имеется большое количество мелких дисперсных карбидов типа  $Me_{23}C_6$ . Механические испытания облученных образцов до отжига показали наличие эффекта их радиационного упрочнения. Однако длительный отжиг привел к уменьшению их прочности и увеличению пластичности [2].

### **Литература**

1. **Влияние** длительных пострadiационных отжигов на структуру и свойства стали 12Х18Н10Т, облученной нейтронами в реакторе БН-350 // Тезисы VIII междунар. уральского семинара / О.П. Максимкин, Е.Т. Коянбаев и др. Снежинск, 23 февр.–03 марта 2009 г., Снежинск: ВНИИТФ, 2009.
2. **Изменения** микроструктуры и физико-механических свойств стали 12Х18Н10Т, облученной быстрыми нейтронами до 58,9 с.н.а в условиях имитирующих длительное сухое хранение // Безопасность исследовательских ядерных установок: Тезисы междунар. конф. / М.К. Скаков, Е.Т. Коянбаев и др. 26–30 мая 2014 г. ОАО «ГНЦ» НИИАР». г. Димитровград.

*Б.С. Мухамедкалиева, студ.; рук. А.Д. Вурим, доц.  
(ГУ им. Шакарима, г. Семей)*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИВГ.1М**

Актуальность работы обусловлена необходимостью использования методов неразрушающего контроля при поиске и разведке месторождений полезных ископаемых, в добывающей промышленности, а также при экологических исследованиях.

Были определены условия внедрения метода инструментального нейтронно-активационного анализа для элементного анализа проб минерального сырья и объектов внешней среды на исследовательском реакторе.

Метод ИНАА является одним из наиболее чувствительных методов анализа микропримесей. Объектами исследований ИНАА на реакторах могут быть вода, пищевые продукты, растительность, ткани животных и человека, атмосфера, почва, горные породы и руды. Особенности промышленной деятельности на территории Республики Казахстан обусловили необходимость постоянного мониторинга состояния объектов окружающей среды, включая контроль содержания в них различных химических элементов [1].

С другой стороны развивающаяся экономика Казахстана испытывает растущую потребность в разведке и уточнении запасов минерального сырья. ИНАА может применяться для решения многих геологических задач [2]. Практический интерес к ИНАА в условиях Казахстана может быть связан с его применением в медицинских и биологических исследованиях, металлургии, гидрологии, экологии и геологии.

На основе анализа физических и технических особенностей исследовательского реактора ИВГ.1М сформулированы критерии пригодности и эффективности его использования для проведения ИНАА.

### **Литература**

1. **Метрология** нейтронных измерений на ядерно-физических установках. (Рекомендуемые справочные данные и методики измерений) // Материалы 1 всесоюзной школы. Т. 1 и 2 / под ред. Р.П. Васильева. М., 1976.

2. **Боун Г., Гиббонс Д.М.** Радиоактивационный анализ: пер. с англ. / под ред. И.П. Алимарина. М.: Атомиздат, 1968.

## НАКОПЛЕНИЕ ВОДОРОДА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Водород растворяется практически во всех металлах, вызывая изменение их свойств. В простейшем случае, взаимодействие водорода с металлом можно представить как ряд этапов: диссоциация гидроксония  $\text{H}_3\text{O}^+$ , присоединение электрона к протону, адсорбция атома водорода, частичное поглощение атомов водорода и их диффузия, накопление водорода преимущественно в растянутых областях металла.

На рис. 1 приводится дислокационно-водородная модель коррозионного растрескивания под напряжением [1].

Зависимость концентрации водорода  $C_{\text{H}_2}(\tau)$  в стали имеет вид [1]:

$$C_{\text{H}_2}(\tau_i) = k(\tau_{hi} + \Delta\tau_i)^{0,5} \exp(-q \cdot pH_i), \quad (1)$$

где  $k$ ,  $q$  – константы, определяемые при обработке данных целевых экспериментов;  $\tau_{hi}$  – вспомогательный параметр, имеющий размерность экспозиции, необходимой для накопления водорода  $(C_{\text{H}_2})_{i-1}$  при значении  $pH_i$ ;  $\Delta\tau_i$  – интервал времени наблюдений между двумя последовательными измерениями.

В данной работе проведен расчет накопления водорода  $C_{\text{H}_2}(\tau)$  в углеродистой стали 10ГН2МФА, используя уравнение (1), при неизменном и при стохастически меняющихся значениях  $pH$ . Получается сходимость результатов вычислений концентрации водорода при перестановке интервалов времени с условно-постоянными числовыми значениями  $pH$  – свой в пределах каждого интервала. Установлено, что водород в металлах нестационарно накапливается, это приводит к сокращению времени до разрушения металлов.

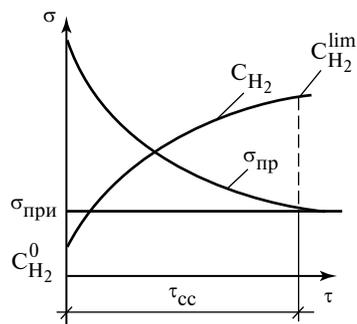


Рис. 1. Дислокационно-водородная модель коррозионного растрескивания под напряжением:

- $\sigma_{\text{при}}$  – приложенное напряжение;
- $\sigma_{\text{пр}}$  – предел прочности;  $\tau$  – экспозиция;  $\tau_{\text{сс}}$  – срок службы до отказа;
- $C_{\text{H}_2}^0$  – начальная концентрация водорода;  $C_{\text{H}_2}^{\text{lim}}$  – предельная концентрация водорода перед возникновением трещины

### Литература

1. Горбатов В.П. Недокументированные возможности параметрических методов и моделей процессов повреждения конструкционных сплавов оборудования АЭС // Надежность и безопасность энергетики. 2013. № 21.

Нгуен Чунг Зунг, студ.; рук. В.П. Горбатов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## ВЛИЯНИЕ АДсорбЦИИ ХЛОРИД-ИОНОВ НА НАРАБОТКУ ДО ПЕРВОГО ОТКАЗА ТЕПЛОобМЕННЫХ ТРУБОК ПАРОГЕНЕРАТОРА

Хлорид-ионы, адсорбированные на поверхности стали марки 08X18H10T (АХНС), снижают ее стойкость к растрескиванию. При адсорбции хлорид-ионов на поверхности АХНС их действие проявляется двояко: 1) происходит ускорение перехода металла в водный раствор (анодное растворение); 2) катодная деполяризация в деаэрированных средах (преимущественно водородная). Часть водорода при этом поглощается металлом (абсорбируется), что вызывает водородное охрупчивание.

В случае, когда поверхность металла покрыта оксидной пленкой, хлорид-ионы адсорбируются на металле после миграции через слой оксида. Миграция хлорид-иона через оксид наблюдается преимущественно в области максимальных растягивающих напряжений. В них хлориды накапливаются локально и локально снижают поверхностную энергию решетки (эффект Ребиндера). Уравнение (1) долговечности  $\tau_{Cl}^{\lim}$  стали марки 08X18H10T – конструкционного сплава трубных пучков парогенератора – в условиях растрескивания имеет вид [1]

$$\ln t_{Cl}^{\lim} = \ln L + 17,79 - 0,5 \ln C_{O_2} + 1,5 \ln C_{Cl^-} + \\ + \left[ U_0 - (\sigma\sqrt{2} - \alpha G\bar{b}\sqrt{\rho})\theta N_A \right] / RT, \quad (1)$$

где  $\bar{b}$  – вектор Бюргерса,  $\bar{b} = 2,53 \cdot 10^{-10}$  м;  $\alpha$  – коэффициент,  $\alpha = 0,22$ ;  $L$  – толщина металла;  $G$  – модуль упругости второго рода;  $N_A$  – число Авогадро по физической шкале;  $\rho$  – плотность дислокаций;  $\sigma$  – суммарное (внешнее и внутренне) действующее механическое напряжение;  $U_0$  – энергия связи кристаллической решетки;  $\theta$  – активационный объем;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура;  $C_{O_2}$ ,  $C_{Cl^-}$  – концентрация кислорода и хлорид-иона соответственно. Вытеснение воды адсорбирующимся хлорид-ионом может быть реализовано при концентрации хлорид-иона  $C_{Cl^-} = 10^{-6} \div 10^{-3}$  н =  $35 \div 35 \cdot 10^3$  мкг/кг.

Такие условия практически всегда реализуются в парогенераторах АЭС с ВВЭР, так как  $C_{Cl^-} \leq 150$  мкг/кг.

### Литература

1. **Локальная** коррозия металла теплоэнергетического оборудования / П.А. Акользин, В.В. Герасимова, В.В. Герасимов, В.П. Горбатов. М.: Энергоатомиздат, 1992.

## **О РАСХОДЕ ТЕПЛОТЫ В ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКЕ НА ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

В работе [1] показано, что распределение подводимой к паротурбинной установке (ПТУ) теплоты  $Q_0$  между производством электрической  $N_э$  и тепловой энергии  $Q_{T_{отп}}$ , отпускаемой потребителям, определяется способом расчета эффективности работы ПТУ. Пусть эффективность ПТУ рассчитывается как электрический КПД  $\eta_э$ . После преобразования соответствующей формулы получено:

$$Q_0 = \frac{N_э}{\eta_э} + \frac{Q_{T_{отп}}}{\eta_T}, \quad (1)$$

где  $\eta_T = Q_{T_{отп}} / Q_T$  – КПД по выработке тепловой мощности для потребителей;  $Q_T$  – тепловая мощность, затраченная на выработку  $Q_{T_{отп}}$ .

В работе [1] принято  $\eta_T = 0,98$ . Различие между значениями  $Q_T$  и  $Q_{T_{отп}}$  нередко оценивается с помощью тепловых потерь в сетевых подогревателях (СП). Назовем другие составляющие  $Q_T$ : расход части теплоты  $Q_0$  на выработку электроэнергии для привода насосов, подающих сетевую воду в теплосеть, подающих дренажи СП в систему регенерации (СР) ПТУ, а также далее в системе регенерации, по крайней мере, до регенеративных подогревателей (РП), обогреваемых паром из тех же отборов турбины, что и СП, а также расход теплоты на подогрев дренажей СП в СР до температуры воды на входе в уже названные здесь РП. Расходы части теплоты  $Q_0$  на перекачку дренажей СП от упомянутых РП до паропроизводительной установки и их подогрев до температуры питательной воды можно отнести на выработку электроэнергии, производимую потоками пара от входа в турбину до вывода их в отборы на СП. Определение  $Q_{T_{отп}}$  с учетом названных факторов для уже спроектированных ПТУ на основе расчетов тепловых схем этих ПТУ позволит определить диапазон изменения  $\eta_T$ , что может быть полезным при проектировании новых ПТУ и исследованиях, подобных работе [1].

### **Литература**

1. **Охогин В.С., Архипова И.М.** О расходе теплоты в паротурбинной установке на производство тепловой энергии для потребителей // Новое в российской электроэнергетике (электронный журнал). 2013. № 3.

## **РАЗРАБОТКА CFD-1D СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АЭС**

На сегодняшний день большая часть расчетных анализов переходных и аварийных режимов АЭС выполняется расчетными кодами с использованием одномерной модели теплогидравлики, которая не позволяет корректно смоделировать возможные локальные 3D эффекты. Указанные недостатки моделирования можно компенсировать посредством использования кодов расчетной гидродинамики (CFD), что в свою очередь налагает чрезвычайно высокие требования к вычислительным ресурсам при попытках моделирования всей АЭС. Возможным решением проблемы является разработка CFD-1D системы, в которой вся станция моделируется на основе одномерного кода, а отдельные объекты, где существенны трехмерные эффекты, моделируются на основе CFD кода.

Хотя использование CFD-1D системы позволяет отчасти решить вопрос ресурсозатратности, однако проблема остается при необходимости проведения большого ряда расчетов, так как система является все же существенно более медленной по сравнению с 1D кодами. Задача проведения серии расчетов может быть связана с возрастающими в мире требованиями к безопасности АЭС, что требует выполнения анализов неопределенностей и чувствительности для получения вероятностных оценок для расчетов по детерминистическим кодам.

Использование методов динамического вероятностного анализа безопасности (ДВАБ) требует еще большего количества расчетов. ДВАБ является направлением, которое призвано дополнить существующий ВАБ в проблематичных для него областях. В частности, методы ВАБ имеют недостатки при учете динамических свойств физических процессов и их взаимодействия с вероятностными характеристиками в анализе безопасности АЭС. В ДВАБ проводится исследование пространства состояния моделируемого объекта (АЭС) для нахождения опасных состояний и оценки их вероятностных характеристик. Попытка использования CFD-1D системы в ДВАБ представляется проблематичной из-за высоких требований к вычислительным ресурсам.

В докладе рассматриваются существующие на сегодняшний день методы создания CFD-1D систем на основе декомпозиции и наложения расчетных доменов. Приводятся результаты разработки «скелета» платформы на основе проведенных расчетов, демонстрирующих функциональные возможности разработанной системы.

## **ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОАКТИВНЫХ ТРАПНЫХ ВОД НА АЭС**

При эксплуатации АЭС обычно имеются весьма незначительные, но неизбежные потери теплоносителя. Кроме того, с целью снижения радиоактивного фона, удаления радиоактивных загрязнений с оборудования проводятся дезактивации помещений, оборудования и трубопроводов. Все это вызывает наличие постоянного определенного объема жидких радиоактивных сред, собираемых в баках-приямках и называемых трапными водами.

В настоящее время широко используется способ переработки жидких радиоактивных отходов (ЖРО) методом выпаривания, который заключается в нагревании воды до кипения и упаривания ее. Данный способ позволяет достаточно эффективно производить переработку низкоактивных жидких отходов, обеспечивает высокую степень очистки основной массы воды как от масла, так и от радиоактивных компонентов и достаточно эффективно снижает объем радиоактивных отходов. При всех своих достоинствах метод выпаривания – один из наиболее энергоемких процессов и занимает продолжительное время, что приводит к необходимости использования накопительных емкостей больших объемов.

Таким образом, актуально внедрение новых технологий, позволяющих отойти от консервативного подхода в переработке ЖРО.

Один из подходов в области переработки ЖРО без использования выпарных аппаратов был применен в проекте AP1000 компании Westinghouse Electric Company. Жидкие радиоактивные отходы обрабатываются через предварительный фильтр для удаления основной массы твердых частиц. Затем они проходят через ионообменники и фильтр тонкой очистки перед входом в бак контроля.

Аналогом предложенного выше метода может быть замена системы переработки трапных вод на группу фильтров, после которых очищенная вода будет подаваться в контур, а регенерат из фильтров на установку ионноселективной очистки (УИСО).

Другой подход состоит в очистке сточных вод от радиоактивных компонентов путем концентрирования радиоактивных компонентов и минерального масла с последующим отверждением и захоронением концентратов, при этом сточные воды перед переработкой подкисляют до величины рН 2,5–3,0, далее вводят коагулянт, после чего нейтрализуют щелочью до величины рН > 7 с последующим центрифугированием смеси с получением после центрифугирования очищенной воды и концентрата, содержащего радиоактивные компоненты и минеральное масло.

## **ПРИПОВЕРХНОСТНОЕ ХРАНЕНИЕ ТВЕРДЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

Для реализации концепции захоронения отходов в геологических формациях используют глубокие или приповерхностные сооружения – могильники.

Приповерхностные могильники могут обеспечить безопасную изоляцию РАО в течение не более нескольких сотен лет. Это не позволяет использовать их для всех категорий РАО. Категории 1-3 (то есть высокоактивные отходы) должны захораниваться только в глубокие геологические формации, а отходы категории 4 и 5, т.е. средне- и низкоактивные, содержащие короткоживущие радионуклиды с  $T_{1/2}$  до 30 лет и незначительное количество альфа-излучателей допускается захоранивать в приповерхностных могильниках [1].

Для каждого района предполагаемого создания могильника необходимо выполнение условий:

- Геолого-гидрогеологических изысканий в районах предполагаемого размещения.
  - Физико-химических исследований свойств захораниваемых отходов, материалов отдельных элементов строительных конструкций, пород окружающего массива для получения характеристик их удерживающей способности и прогнозирование поведения системы на длительном отрезке времени, для разработки требований к устойчивости отходов (выщелачиваемости, деструкции и пр.) и удерживающей способности к продуктам разложения.
  - Научно-технического обоснования системы защитных барьеров, в том числе разработки основных структурных элементов системы.
- Выполнению таких условий посвящена данная работа.

### **Литература**

1. **Скачек М.А.** Обращение с обработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

Р.А. Хлопов, асп.; рук. В.М. Зорин, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## УЛУЧШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В АКТИВНОЙ ЗОНЕ ВВЭР-СКДИ

В работе [1] было показано, что при самопрофилировании расхода теплоносителя в активной зоне происходит отток части теплоносителя из наиболее энергонапряженных центральных ТВС к периферии. Вследствие чего повышается максимальная температура оболочек твэлов. В таблице приведены результаты вариантных теплогидравлических расчетов по улучшению температурного режима активной зоны.

Таблица

Результаты вариантных расчетов

Вариант	Гидравлическое сопротивление активной зоны, кПа	Максимальная температура оболочек, °С	Увеличение высоты контура естественной циркуляции, м
Базовый [1]	27,7	443	0
Чехловые ТВС	32,3	456	1,46
Перегородка после 2/3/4 ряда ТВС	30,1/29,7/29,3	432/433/435	0,77/0,65/0,53
Выравнивание подогревов до 395 °С	48,6	399	6,57

Применение чехловых ТВС приводит к еще большему снижению расхода через центральные ТВС, а также повышает гидравлическое сопротивление активной зоны из-за уменьшения гидравлического диаметра. Для повышения расхода теплоносителя через центральные ТВС предложено отделить их вертикальной непроницаемой перегородкой от остальной части активной зоны. Для компенсации большего гидравлического сопротивления группы центральных ТВС, связанного с большей скоростью теплоносителя в ней, расход через внешние ТВС дросселируется. Также проведен расчет с установкой перегородок после каждого ряда ТВС с выравниванием подогревов в них. Мощность и средняя температура на выходе из активной зоны в вариантных расчетах не менялись. Наиболее предпочтительным с точки зрения уменьшения температуры оболочек твэл является расположение перегородки за вторым рядом ТВС.

### Литература

1. Хлопов Р.А., Зорин В.М. О расчете гидравлического сопротивления активной зоны ВВЭР-СКДИ // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез. докл. 18 Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 4-х т. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. Т. 3.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РУ ВВЭР-600 И РУ ВБЭР-600**

Несмотря на то, что наиболее высокие экономические показатели достигаются на АЭС большой мощности, в России и в мире растет заинтересованность в АЭС малой и средней мощности.

Особенностью ВВЭР-600 является двухпетлевая компоновка. Проект предусматривает применение оборудования, унифицированного с ВВЭР-1200, сочетание пассивных и активных систем для управления проектными и запроектными авариями, снижение частот исходных событий, связанных с оборудованием петель и трубопроводами первого контура.

Принятая в проекте АЭС с реакторной установкой (РУ) ВБЭР-600 технология в целом опирается на многолетний опыт разработки, сооружения и эксплуатации судовых реакторных установок, а также успешно эксплуатирующихся как в России, так и за рубежом АЭС с реакторами типа ВВЭР, что выражается в максимальном использовании материалов, оборудования и систем, подтвердивших свою надежность и ресурсные показатели при эксплуатации.

В реакторном блоке реализована четырехпетлевая схема циркуляции теплоносителя первого контура.

Отличительной особенностью компоновки реакторного блока РУ ВБЭР-600 является то, что корпуса реактора, парогенераторов и гидрокамеры главных циркуляционных насосов соединяются между собой с помощью сварки через короткие патрубки в интегрированный корпус. Такая компоновка исключает трубопроводы большого диаметра, а вместе с тем и класс аварий с большими течами.

Неустрашимые концептуальные недостатки вертикальных парогенераторов (ПГ) классического исполнения это загрязнение трубной доски шламом, приводящее к повреждению теплообменных труб, а также механические повреждения из-за вибрации и воздействия посторонних предметов. В горизонтальных ПГ основной проблемой на сегодня является коррозионное повреждение теплообменных труб из нержавеющей стали, но как показала практика, оно отсутствует при реализации комплекса мероприятий по ведению требуемого водно-химического режима.

При сравнении альтернативных конструкций следует помнить, что любая новая конструкция ПГ может проявить себя в эксплуатации рядом негативных свойств, предусмотреть которые до накопления опыта работы таких ПГ практически невозможно, а потери от простоев в процессе приобретения такого опыта столь значительны, что очень быстро перекрывают стоимость ПГ.

*К.Н. Чьонг Ван, асп.; рук. Ю.Б. Воробьев, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТИПА АВАРИИ НА АЭС НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В докладе рассматриваются проблемы идентификации аварии на АЭС. Данный вопрос злободневен, так как из-за нелинейности, не монотонности, многомерности и стохастичности характеристик аварийных процессов, неопределенностей, связанных с прогнозированием по системным кодам, сам факт начала аварии и тем более ее развития может быть трудно идентифицируемым, прогнозируемым и, следовательно, является проблематичным управление аварийной ситуацией.

Имеющиеся системы поддержки оператора обычно базируются только на идентификации предаварийной ситуации и факте возникновения аварии на основе определения отклонения контролируемых параметров от номинальных значений. Однако для принятия действенных противоаварийных мероприятий необходима система, позволяющая не только сигнализировать о возникновении аварии, но также определять тип аварийной ситуации и осуществлять поддержку оператора или кризисного центра непосредственно в процессе протекания аварии путем прогнозирования ее последствий.

Для решения этой проблемы в докладе представлены методы, реализующие подход по идентификации аварии на основе использования нейронных сетей. Особенностью метода, разрабатываемого авторами, заключается в совместном, гармоничном использовании, как новых современных методов обработки информации и вычислений, так и уже хорошо апробированных вариантов. В частности, в предлагаемом подходе совместно с нейронными сетями используются методы прогнозирования состояния АЭС на основе современных интегральных кодов типа RELAP5.

В докладе представлена архитектура разрабатываемой системы, основные моменты по ее построению и настройке. В частности, рассматриваются вопросы формирования базы данных, включая шаги, необходимые для тренировки нейронных сетей, ее настройку и проверку, а также функционирование для различных этапов развития аварии. Существенную роль в успешности работы системы идентификации играют корректные процедуры определения архитектуры нейронной сети и правильный выбор ее параметров.

Предлагаемый подход иллюстрируется на основе расчетов для АЭС с ВВЭР, но это не ограничивает его общности и возможности использования для реакторов других типов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТАНОВКИ ИОНОСЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА АЭС

Решение проблемы кондиционирования и локализации, прежде всего жидких радиоактивных отходов АЭС, улучшает экологическую и экономическую ситуацию, существенно снижает потенциальную радиационную опасность атомной станции.

Анализ состава кубовых остатков АЭС показывает, в зависимости от формы связей радионуклидов может быть выбран метод их удаления, извлечения из раствора.

Стандартная схема переработки кубовых остатков предполагает последовательность систем концентрирования и цементирования. Для стандартной схемы характерен существенный недостаток:

– получение большого количества кондиционированных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в год – до 63 шт. 200-литровых бочек;

Его устранение повысит безопасность АЭС, улучшит экологический аспект.

Для этого предлагается способ оптимизации системы переработки кубовых остатков, а именно установка ионоселективной очистки.

Установка ионоселективной очистки (УИСО) ЖРО предназначена для очистки декантата кубовых остатков от радионуклидов кобальта, цезия и других продуктов коррозии с получением неактивного солевого плава.

Расчет количества кондиционированных ЖРО при использовании установки ионоселективной очистки (УИСО) для одного энергоблока ВВЭР ТОИ в год:

Требуемое количество 200-литр. бочек:

$$N_B = V_{\text{ШЛ}\Sigma} : (0,2 \text{ м}^3 \cdot 0,95) = 8,91 \approx 9, [\text{шт.}]. \quad (1)$$

Требуемое число фильтр-контейнеров:

$$N_{\text{ФК}} = V_C : (1000 \cdot v_{\text{СОР}}) = 0,43 \approx 0,5, [\text{шт.}]. \quad (2)$$

Требуемое количество 200-литр. бочек,

$$N_B = V_{\text{СОЛ}} : (0,2 \text{ м}^3 \cdot 0,95) = 13,64 \approx 14, [\text{шт.}]. \quad (3)$$

Из определения необходимого количества 200-литровых бочек в год при использовании УИСО видно, что их количество сократится почти в 3 раза.

Следовательно:

– ежегодные затраты на 200-литровые бочки и их транспортировку сокращаются;

– увеличивается время заполнения хранилища.

А.В. Югова, студ.; рук. В.М. Зорин, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СХЕМЫ СТУПЕНЧАТОГО ИСПАРЕНИЯ В ПГУ НА АЭС С ВВЭР

Схема ступенчатого испарения нашла широкое применение на ТЭС с барабанными котлами. Она позволяет снизить содержание примесей в воде чистого отсека при практически том же уровне концентрации примесей в солевом отсеке. В работе [1] предлагалось использовать двухступенчатую схему испарения для парогенераторной установки (ПГУ) АЭС с ВВЭР-1000. В [1] назывались проблемы, которые необходимо решать до использования схемы ступенчатого испарения на АЭС. Среди этих проблем не была названа еще одна, а именно: насколько эффективна новая схема в отношении продуктов коррозии конструкционных материалов. Чтобы ответить на этот вопрос были выполнены расчеты на основе результатов анализов, полученных на одной из московских ТЭЦ, по содержанию железа в воде чистого и солевого отсеках котлов. Расчеты проводились с целью определения коэффициента прятанья (осаждения)  $k_{oc}$  нерастворимых частиц продуктов коррозии у поверхности нагрева котла. В расчетах использовалась формула:

$$\frac{S_{\text{сол}}}{S_{\text{чис}}} = \frac{1 + p + y}{p + (k_p + y + k_{oc})\chi},$$

где  $p = 0,11$  – расход продувочной воды из циклонов в отношении к ее производительности;  $y = 0,005$  – относительная влажность пара;  $k_p = 0$  – коэффициент распределения нерастворенных примесей;  $\chi = S_{\text{в.ср}}/S_{\text{сол}} = 1$  – отношение средней концентрации примесей в циклонах к концентрации в продувочной воде;  $k_{oc}$  – коэффициент осаждения. Значение коэффициента осаждения получено в диапазоне 0,4–0,6. Среднее его значение оказалось равным 0,47. Эффективность ступенчатого испарения по проведенным расчетам можно характеризовать как недостаточную. В то же время этот вывод может измениться при обработке большего числа результатов анализов, в том числе полученных и на ПГУ одной из АЭС.

### Литература

1. **Об организации** ступенчатого испарения в парогенераторной установке АЭС с ВВЭР-1000 / В.И. Горбунов, В.М. Зорин, Н.Г. Рассохин и др. // Теплоэнергетика. 2001. № 12.

## Секция 39

# ПРОБЛЕМЫ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Председатель секции — д.т.н., профессор каф. ОФияС,  
А.Т. Комов, д.ф.-м.н., профессор А.М. Борисов (МАТИ)  
Секретарь секции — д.т.н., профессор А.В. Лубенченко*

*Ю.Н. Андриянова, студ. (НИУ «МЭИ»); А.В. Ефимов, асп. (ОИВТ РАН);  
рук. В.Ф. Чиннов, д.ф.-м.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭРОЗИОННОМ РАЗРЯДЕ

Получение высокоэнтальпийных плазменных потоков является одним из важных направлений физики низкотемпературной плазмы, систематические исследования по которому проводятся, начиная с 50-х годов прошлого века. Свойства плазменных струй представляются перспективными для целого ряда практических приложений, в частности, в задачах плазменной аэродинамики, при стимулировании горения, в плазмохимии [1, 2].

В настоящей серии исследований с использованием высокоскоростной техники производилась регистрация пространственно-временных распределений излучения импульсной эрозионной струи в поперечном и продольном направлениях для дозвукового и сверхзвукового режимов истечения. В качестве материалов внутреннего и наружного электродов использованы С и Си, что позволяет идентифицировать вещество эрозионной струи и факела, формирующегося на наружном электроде. Проводилась регистрация следующих спектральных компонент: CuI 510,5 нм, CuI 515,3 нм, CuI 521,8 нм, CuI 282,44 нм, CuII 283,74 нм, CN 388, H $\beta$ , C $_2$  516,5 нм, что позволило построить в выбранный момент времени пространственные распределения концентрации заряженных частиц (по штарковскому уширению линии H $\beta$ ) и температуры электронов  $T_e$  (методом относительных интенсивностей ряда линий, в частности линий CuI и CuII) [3, 4].

Для контроля хода протекания плазмохимических реакций во всех областях плазменного объекта при коротком времени энерговыклада (1–10 мс) использована синхронизированная с импульсным источником система получения и регистрации 2D спектров и скоростной визуализации объекта,

обеспечивающая высокое пространственное (50 мкм), временное (50 мкс) и спектральное (0,2 нм) разрешение.

### Литература

1. **Минько Л.Я.** Получение и исследование импульсных плазменных потоков. Минск: Наука и техника, 1970.
2. **Pashchina A.** Features of Dynamics and Structure of Long-Lived Plasma Formations Created in the Capillary Type Discharge // 11<sup>th</sup> International Workshop on Magneto-Plasma Aerodynamics. Moscow, ИИТ RAS, April 10–12, 2012.
3. **Чиннов В.Ф.** Излучательные свойства и спектроскопия низкотемпературной плазмы: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2012.
4. **Очкин В.Н.** Спектроскопия низкотемпературной плазмы. М.: Физматлит, 2006.

*А.Ю. Архипов, студ.; рук. А.В. Лубенченко, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИЙ ЭЛЕКТРОНОВ**

Методами электронной спектроскопии можно проводить анализ поверхностей и получать спектры от многослойных мишеней. Тонкие пленки таких элементов, как нитрид ниобия, в настоящее время широко применяются в различных областях науки и техники. Благодаря высокой температуре перехода в сверхпроводящее состояние, достаточно низкому удельному сопротивлению и высокой химической стойкости пленки NbN являются перспективными в вопросе создания различных устройств вычислительной и измерительной техники, а также сильноточных проводников. Для анализа тонких пленок необходим послойный и неразрушающий метод исследования. Одним из наиболее перспективных методов анализа поверхности является спектроскопия характеристических потерь энергий электронов высокого разрешения (СХПЭЭ).

В данной работе решалась задача восстановления послойного профиля материала по спектрам характеристических потерь энергий электронов мишеней Nb/Si и NbN/Si, полученных на установке Нанофаб 25, находящейся в научно-образовательном центре по направлению «Нанотехнологии» НИУ «МЭИ». Разработан метод интерпретации экспериментальных данных СХПЭЭ на основе квазиоднократного и малоуглового приближения с учетом всех кратностей неупругого рассеяния [1].

Для корректной интерпретации экспериментальных данных необходимо знать дифференциальные сечения неупругого рассеяния. В работе предложен метод восстановления сечений из экспериментальных данных для полубесконечных мишеней, основанный на методе Тоугаарда [2]. Также продемонстрирована возможность создания модельной индикатрисы неупругого рассеяния NbN, с помощью которой удалось интерпретировать экспериментальные данные спектров NbN/Si. С помощью предложенного алгоритма удалось определить толщину слоя исследуемого образца NbN/Si с определенной погрешностью.

В результате удалось разработать метод интерпретации экспериментальных данных СХПЭЭ и определить толщину слоев для многослойных мишеней NbN/Si.

### **Литература**

1. **Afanas'ev V.P. and Naujoks D.** Energy spectra of electrons reflected from layered targets // *Z. Phys. B. Condensed Matter*. 1991. 84.
2. **Tougaard. S.** Quantitative analysis of the inelastic background in surface electron spectroscopy // *Surface and interface analysis*. Odsense, 1988.

А.В. Бороздин, Ю.В. Сморгочова, аспиранты;  
рук. А.В. Дедов, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОБМЕНА В ШАРОВОЙ ЗАСЫПКЕ

В последнее время все более актуальной становится проблема повышения энергоэффективности и безопасности ядерных энергетических установок. Одним из путей решения этой проблемы является использование тепловыделяющих сборок с микротвэлами, непосредственно охлаждаемых однофазным или двухфазным теплоносителем. Такие ТВС обладают рядом существенных преимуществ по сравнению со сборками из стержневых твэлов [1].

В работе представлены результаты экспериментального исследования гидродинамики и теплообмена при однофазном течении теплоносителя в шаровой засыпке, моделирующей засыпку микротвэлов.

Схема гидравлического контура экспериментальной установки представлена на рис. 1. В качестве теплоносителя используется дистиллированная вода, которая находится в баке 1. Циркуляция теплоносителя осуществляется многоступенчатым центробежным насосом Grundfos CRNE 1-4 2.

Измерение расхода через рабочий участок 9 производится с помощью электромагнитного расходомера 4 марки Взлет ЭМ ПРОФИ, а также ротаметром 3.

Для измерения давления на рабочем участке используются образцовые стрелочные манометры 7, 10 на входе и выходе рабочего участка и датчик перепада давления 8 марки Yokogawa EJA110. Температура измеряется с помощью хромель-алюмелевых термопар.

Экспериментальный стенд рассчитан на температуру в контуре от 20 до 180 °С, давление в контуре до 1,0 МПа, расход теплоносителя (0,01–0,50) кг/с.

Нагрев шаровой засыпки осуществлялся с помощью ВЧ-генератора ИНС20-60 с тепловой мощностью до 20 кВт.

При финансовой поддержке Гранта Президента РФ НШ-3783.2014.8.

### Литература

1. **Перспективы** развития микротвэлов в ВВЭР / Н.Н. Пономарев-Степной, Н.Е. Кухаркин, А.А. Хрулев и др. // Атомная энергия. Т. 86. 1999. № 6.

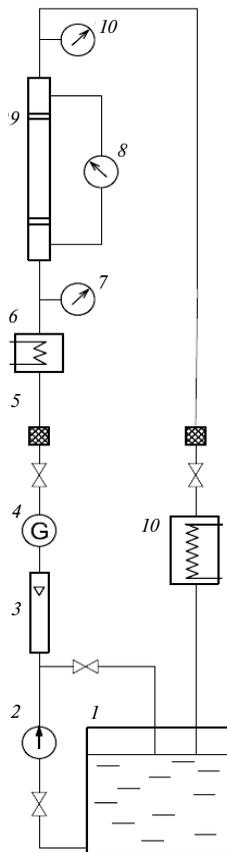


Рис. 1. Гидравлический контур

*Е.Ю. Брагин, студ.; рук. В.М. Кулыгин, к.ф.-м.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТНОМ СОПЛЕ**

В плазменных ракетных двигателях расходящаяся конфигурация магнитного поля, через которую вытекает плазменный поток, называется магнитным соплом. Магнитное сопло является одним из основных элементов безэлектродного плазменного ракетного двигателя, поэтому изучение процессов, протекающих в нем, является одной из ключевых задач.

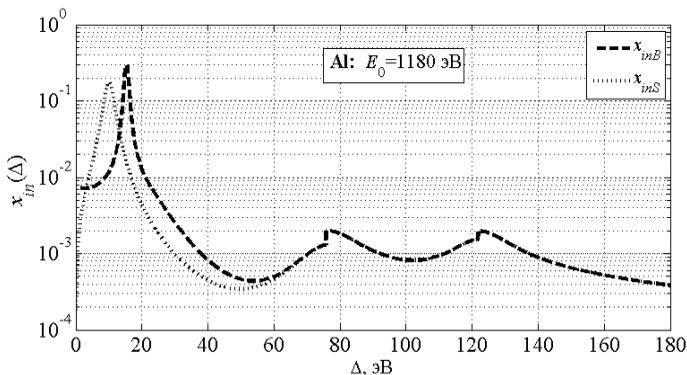
Эксперименты проводились на установке ПС-1, в которой плазма создается при ЭЦР-разряде в пробочной ловушке с тороидальным дивертором. Плазма вытекает из ловушки через соленоид и попадает на его торце в область спадающего магнитного поля, которое служит магнитным соплом. СВЧ-мощность вводилась по радиусу от антенны, расположенной вне плазмы. Исследовались параметры плазмы в области соленоида и магнитного сопла. В качестве основных диагностик использовались подвижные зонды Ленгмюра, сеточные анализаторы и интерферометр.

С помощью зондовых диагностик сняты осевые и радиальные распределения электронной температуры и плотности плазмы, плавающего потенциала и потенциала плазмы. Установлено, что плотность плазмы в магнитном сопле меняется пропорционально изменению магнитного поля при его уменьшении на два порядка. Радиальные измерения показали, что диверторная конфигурация магнитного поля позволяет добиться плоских радиальных распределений основных плазменных характеристик. Так же измерения показали, что основные плазменные характеристики слабо зависят от величины магнитного поля. При увеличении вводимой мощности основные плазменные характеристики резко возрастают, пока мощность не достигает порогового значения, после чего плотность плазмы ограничивается критической плотностью для использованной частоты генератора (7 ГГц).

С помощью сеточных анализаторов измерены функции распределения ионов и электронов по энергиям вдоль оси и по радиусу магнитного сопла. Сделан вывод, что ускорение ионов носит потенциальный характер.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ НЕУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ ИЗ СПЕКТРОВ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНОВ

Для анализа поверхности твердых тел используют методы электронной спектроскопии, наиболее актуальным из которых является рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Но для более подробного и более точного анализа среди необходимых данных важным параметром является дифференциальное сечение неупругого рассеяния  $x_{in}(\Delta)$ , которые восстанавливаются из спектров характеристических потерь энергии электронов [1]. В данной работе расчет происходит в двухслойной модели (для каждого слоя собственное сечение) методом фитинга, так как процедура восстановления сечений относится к классу обратных, некорректных задач математической физики.



**Рис. 1. Восстановленные дифференциальные сечения неупругого рассеяния для Al**

Энергетический спектр характеристических потерь энергии электронов, описываемый функцией  $R(z, \Delta, \Omega_0, \Omega)$ , представляется в виде разложения в ряд по кратностям неупругого рассеяния (для каждого слоя):

$$R(z, \Delta, \Omega_0, \Omega) = R_0(z, \Omega_0, \Omega) \delta(\Delta) + \sum_{k=1}^{\infty} R_k(z, \Omega_0, \Omega) x_{in}^k(\Delta).$$

На рис. 1 представлен результат восстановления сечений алюминия Al.

### Литература

1. Afanas'ev V., Lubenchenko A., and Gubkin M. Quantitative interpretation of EELS and REELS spectra // Eur. Phys. J. B. 2004. Vol. 37.

*А.И. Заноско, асп.; рук. А.В. Дедов, д.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ МАЛОГО ДИАМЕТРА**

Работа посвящена экспериментальному исследованию гидродинамики и теплообмена в вынужденном потоке жидкости в канале малого диаметра. Актуальность данных исследований связана с растущим интересом к миниатюрным теплообменным устройствам в различных отраслях промышленности. На данный момент в литературе существует множество экспериментальных работ. Однако в большинстве из них данные получены в области низких и умеренных приведенных давлений. Кроме того, предложенные авторами расчетные методики носят эмпирический характер, в большинстве своем описывающие лишь данные авторов.

Целью данной работы является экспериментальное подтверждение предположения того, что в области высоких приведенных давлений режимы течения в мини-каналах становятся идентичными тем, что наблюдаются в обычных. В этом случае для расчета теплоотдачи в мини-каналах можно использовать расчетные соотношения, используемые для обычных каналов.

В работе представлено описание экспериментального стенда, а также анализ экспериментальных результатов о критической тепловой нагрузке. На стенде выполняются экспериментальные исследования гидродинамики и теплообмена при вынужденном течении фреонов R113 и RC318 в вертикальном канале диаметром 1,36 мм, длиной 200 мм. Гидравлический контур стенда позволяет поддерживать стабильные параметры потока на входе рабочего участка при давлениях до 2,5 МПа и температуре до 200 °С. Изменяемыми параметрами при проведении эксперимента являлись: массовый расход теплоносителя, давление и температура на входе и выходе рабочего участка, электрическая мощность нагрева, температура стенки в шести сечениях по длине рабочего участка.

Выполнены серии экспериментов, включающие в себя 86 режимов. Измерения проводились в диапазоне массовых скоростей от 1000 до 4600 кг/(м<sup>2</sup>·с) и температурах входа от 50 до 180 °С. Так же проведен сравнительный анализ результатов с эмпирическими и полуэмпирическими формулами критического теплового потока такими, как формула Ягова [1], Shah [2] и другие.

### **Литература**

1. **Ягов В.В.** О механизме кризиса теплообмена при кипении насыщенной и недогретой жидкости в трубах // Теплоэнергетика, 1992.
2. **Shah M.M.** Improved general correlation for critical heat flux during upflow in uniformly heated vertical tubes // Heat Fluid Flow. 1987.

*Т.А. Минеева, студ.; рук. Е.Д. Казаков, к.ф.-м.н. (НИЦ «КИ»)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА С ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МИШЕНЬЮ**

При проведении исследований на сильноточных электронных ускорителях одними из наиболее важных параметров являются энергия электронов, ток и его плотность и т.д. Диагностический комплекс ускорителя включает в себя электротехнические методы регистрации. На установке «Кальмар» для измерения тока использовался шунт на основе безындуктивного сопротивления. Напряжение на диоде измерялось с помощью высоковольтных широкополосных помехоустойчивых емкостных делителей напряжения [1, 2].

Часто для получения необходимых параметров релятивистского электронного пучка (РЭП) требуется значительная математическая обработка данных, получаемых непосредственно с регистрирующих систем [1]. Для автоматизации процесса обработки и анализа электротехнических измерений в экспериментах по взаимодействию РЭП с твердотельной мишенью разработана программа, позволяющая обрабатывать сигналы измерения токов и напряжений. Программа QOT 1.0 (Quickly Optimization Tool 1.0) значительно упрощает и сокращает время обработки исходных данных. Так как все экспериментальные данные включают в себя шум в той или иной степени, который может скрыть важные свойства функции, в программе предусмотрено сглаживание зашумленных сигналов.

Данная программа применялась для обработки результатов экспериментов на ускорителе «Кальмар», где измерения временного хода тока и напряжения позволяют получить значение максимальной энергии электронов, изменение тока, резистивной составляющей напряжения, вкладываемую мощность и др. QOT 1.0 планируется применять также для обработки результатов на установке РС-20.

### **Литература**

1. **Динамика** процесса взаимодействия сильноточного импульсного электронного пучка с полимерными материалами // Б.А. Демидов, В.П. Ефремов, М.В. Ивкин и др. // Поверхность. Рентген., синхротр. и нейтрон. исслед. 2008. № 8.
2. **Демидов Б.А., Ивкин М.В., Петров В.А. и др.** // Атомная энергия. 1979. Т. 46. Вып. 2.

*Д.В. Никоноров, студ.; рук. А.В. Лубенченко, д.т.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ МЕТОДОМ КЛАССИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ**

Метод молекулярной динамики – один из наиболее мощных и эффективных методов вычисления, применяемых для моделирования физических и биологических систем. Методом молекулярной динамики называется метод моделирования, который основан на расчете эволюции системы взаимодействующих частиц (атомов, молекул) путем интегрирования уравнений их движения. Эти методы наиболее эффективны для исследования физических систем в масштабах, где квантовые эффекты менее существенны, чем электростатические взаимодействия.

В данной работе создана модель взаимодействия вводящихся в систему частиц с частицами, колеблющимися в узлах решетки. На основе модели разработана и протестирована программа в среде MatLab. Разделение частиц на две подсистемы, одна из которых рассчитывается с помощью стохастических методов (колебание частиц в узлах решетки), а другая – по методу молекулярной динамики (свободные частицы в кристалле), позволило исследовать взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Применение периодических граничных условий сделало возможным построение ограниченной, но лишенной физических стенок систему [1]. Проведены компьютерные эксперименты для частиц с различными массами и для систем с различными температурами: колебания частиц в узлах решетки оказывает значительное влияние на движение вводящихся в систему частиц; при введении частиц с нулевой начальной скоростью в кристалл происходит перераспределение энергии от частиц кристалла свободным частицам; наблюдается зависимость перераспределения энергии от температуры и от соотношения масс свободных частиц и частиц в узлах решетки; существует проблема выбора шага численного интегрирования. Произведена визуализация поведения частиц с записью в видеофайл. Создана основа для сложных задач молекулярной динамики: с учетом большого количества частиц, с применением мощных вычислительных машин и ускорением расчетов.

### **Литература**

1. **Рапапорт Д.К.** Искусство молекулярной динамики / Д.К. Рапапорт, А.Н. Дьяконова (пер. с англ.); Р.Г. Ефремов (науч. ред.). М.: Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2012.

С.Е. Францишков, студ.; рук. А.В. Лубенченко, д.т.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ТВЕРДЫМ ТЕЛОМ

Одна из проблем термоядерной энергетики – это проблема «первой стенки». Для успешного решения этой проблемы необходимо построить эффективную и достаточно точную модель взаимодействия заряженных частиц с твердым телом. Одним из методов для решения этой задачи является метод Монте-Карло и различные его модификации [1–5]. Метод Монте-Карло – метод статистических испытаний, основанный на моделировании случайных величин и построении статистических оценок для искомых величин. Если в расчете по методу Монте-Карло моделируются случайные величины, определяемые реальным содержанием явления, то расчет представляет собой имитацию этого явления.

К настоящему времени метод Монте-Карло получил наибольшее развитие для имитации рассеяния фотонов в мутной среде. Разработаны различные весовые методы и методы локальных оценок [1, 2]. Но для моделирования заряженных частиц эти методы практически не применяются.

Одна из целей данной работы заключается в том, чтобы использовать методы локальных оценок, с успехом применяемых для фотонов в мутных средах, при моделировании рассеяния электронов в твердом теле.

В работе показана эффективность метода локальной оценки при использовании моделирования распространения электронов в твердом теле. Были проведены компьютерные эксперименты с использованием прямого метода и метода локальной оценки. Сравнение результатов показало, что для достижения относительной точности порядка одного процента при расчетах по методу локальной оценки потребовалось в шесть раз меньше времени и на два порядка меньше траекторий, чем при расчетах по прямому методу.

### Литература

1. **Михайлов Г.А.** Некоторые вопросы теории методов Монте-Карло. Новосибирск: Издательство «Наука», 1974.
2. **Соболь И.М.** Численные методы Монте-Карло. М.: Издательство «Наука», 1973.
3. **Аккерман А.Ф.** Моделирование траекторий заряженных частиц в веществе. М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. **Экштайн В.** Компьютерное моделирование взаимодействия частиц с поверхностью твердого тела. М.: Мир, 1995.
5. **Salvat F., Fernandez-Varea J.M. and Sempau J.** PENELOPE-2008: A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport. Issy-les-Moulineaux. France: OECD/NEA Data Bank, 2009.

## ТЕПЛОФИЗИКА

Председатель секции — д.ф.-м.н., профессор О.А. Синкевич  
Секретарь секции — к.т.н., доцент В.В. Глазков

А.К. Азизов, студ.; рук. А.В. Еремин, к.т.н. (СамГТУ, г. Самара)

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛАСТИНЫ С ВНУТРЕННИМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОТЫ

На основе определения фронта температурного возмущения и дополнительных граничных условий получено аналитическое решение краевой задачи теплопроводности для пластины с внутренними источниками теплоты при граничных условиях третьего рода в следующей постановке [1]:

$$\partial\Theta(\rho, Fo) / \partial Fo = \partial^2\Theta(\rho, Fo) / \partial\rho^2 + Po; \quad (Fo > 0; \quad 0 \leq \rho \leq 1); \quad (1)$$

$$\Theta(\rho, 0) = 1; \quad (2)$$

$$\partial\Theta(1, Fo) / \partial\rho = 0; \quad (3)$$

$$\partial\Theta(0, Fo) / \partial\rho - Bi\Theta(0, Fo) = 0. \quad (4)$$

Процесс охлаждения пластины разделим на две стадии по времени:  $0 \leq Fo \leq Fo^*$  и  $Fo^* \leq Fo < \infty$  [2]. Для этого вводится движущаяся во времени граница, разделяющая исходную область  $0 \leq \rho \leq 1$  на две подобласти  $0 \leq \rho \leq q_1(Fo)$ . Следуя данному методу [2], получено приближенное аналитическое решение задачи.

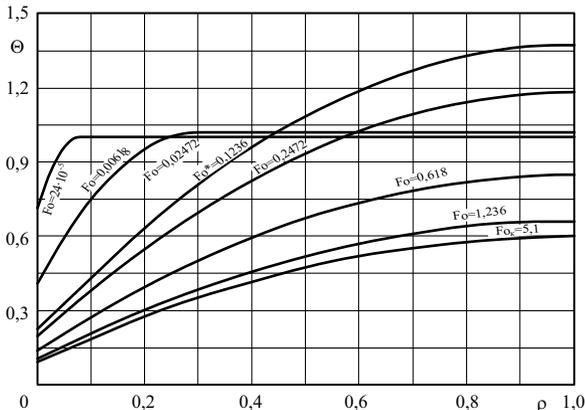


Рис. 1. Изменение безразмерной температуры в пластине с внутренним источником теплоты

На рис. 1 приведены результаты расчетов безразмерной температуры для  $Bi = 10$  и  $Ro = 1$ . Их анализ позволяет заключить что стационарное состояние достигается при  $Fo = 5,1$ .

### Литература

1. **Лыков А.В.** Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
2. **Кудинов В.А., Карташов Э.М., Калашников В.В.** Аналитические решения задач тепломассопереноса и термоупругости для многослойных конструкций. М.: Высшая школа, 2005.

## АНОМАЛЬНАЯ ДИФФУЗИЯ И АНОМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Как показано в [1], воздействие ультразвука на жидкость сопровождается генерацией внутреннего ЭДС на рабочем участке, релаксация которого может быть весьма неплохо описана функцией Миттаг-Лефлера (рис. 1).

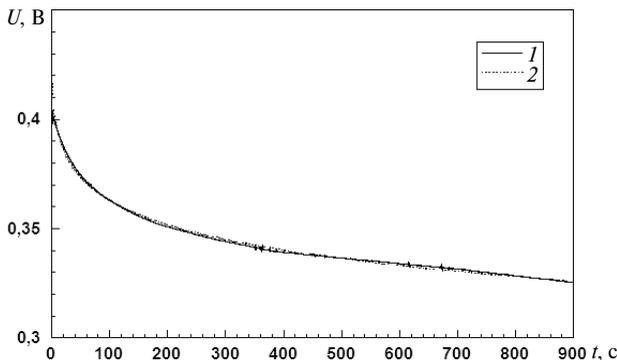


Рис. 1. Релаксация внутреннего ЭДС на рабочем участке  
после ультразвукового воздействия:

1 – эксперимент; 2 – аппроксимация функцией Миттаг-Лефлера

Наиболее простым объяснением подобной зависимости  $U(t)$  является хорошо известное явление аномальной диффузии, которое описывается физико-математическими моделями, содержащими производные вида  $\partial^\alpha / \partial t^\alpha$  с произвольным (нецелым) значением  $\alpha$ . В данном случае законам аномальной диффузии подчиняется движение ионов в полярной жидкости.

С другой стороны, хорошо известно соотношение Эйнштейна (полученное на самом деле Нернстом для электролитов и Таунсендом для газов), связывающее коэффициент диффузии с подвижностью, а следовательно, и с электропроводностью. Для аномальной диффузии это соотношение принимает иной вид, и электропроводность сложных сред также должна иметь аномальные свойства; в частности, измеренное стандартным образом ее значение должно зависеть от геометрических размеров. Подтверждение этому тезису можно найти в многочисленных экспериментальных работах, в которых наблюдается зависимость электропроводности мембран от их толщины.

### Литература

1. Бирюков Д.А., Герасимов Д.Н., Синкевич О.А. Электризация жидкости при сонолюминесценции // Письма в ЖТФ. 2014. Т. 40. Вып. 3.

А.Д. Жук, А.Б. Леонидова, студенты; рук. С.П. Левченко, ст. преп.  
(ГУ им. Шакарима, г. Семей)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕПЛОЕМКОСТЬ БЕЛЫХ ГРИБОВ

Актуальность рассматриваемой проблемы. Наиболее важными теплофизическими характеристиками пищевых продуктов являются: удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности и коэффициент температуропроводности. Они позволяют провести большинство калориметрических и технологических расчетов, встречающихся в холодильной технологии пищевых продуктов [1].

Дикорастущие грибы являются ценным белковым продуктом растительного происхождения со значительным содержанием влаги, не выдерживающим длительного хранения без термической обработки. Поэтому определение теплоемкости этих пищевых продуктов является актуальным, так как эта теплофизическая характеристика позволяет проводить расчеты, на основании которых могут быть выбраны оптимальные условия низкотемпературного хранения.

Новизна проведенных исследований. Определено численное значение удельной теплоемкости в интервале положительных и отрицательных температур с целью прогнозирования сроков хранения белых грибов (*Boletus edulis*).

Личный вклад автора. Исследования проводились в лаборатории кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика» Государственного университета им. Шакарима города Семей. Были исследованы белые грибы (*Boletus edulis*), произрастающие в лесах Бородулихинского района Восточного Казахстана. Проведена обработка данных. Получены аналитические зависимости для расчета удельной теплоемкости диапазоне отрицательных (243÷272,35) К и положительных (272,35÷291) К температур.

**Выводы.** В результате проведенных исследований была установлена зависимость теплофизических характеристик от влажности и пористости плодового тела белого гриба: чем выше влажность продукта, тем больше величина удельной теплоемкости.

Перспективы использования полученных результатов. Результаты работы могут быть использованы для определения области оптимального температурно-временного воздействия, обеспечивающей заданные показатели качества белых грибов Семейского региона.

### Литература

1. Латышев В.П. Научные теплофизические основы холодильной обработки и хранения пищевых продуктов: Автореф. дис. ... д-р. техн. наук. – СПб., 1992.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ШАРОВ В ВОДЕ

Режим пузырькового кипения является наиболее эффективным методом отвода тепла, но лимитируется температурой предельного перегрева жидкости, по достижению которой возникает пленочный режим кипения. Однако, как впервые показано английскими исследователями [1] и позднее в работах МЭИ [2], при недогревах воды до температуры насыщения более 30 К, охлаждение высокотемпературных рабочих поверхностей характеризуется высокими коэффициентами теплоотдачи, совершенно нетипичными для пленочного режима. Многие специалисты по закалке считают, что при этом начинается пузырьковое кипение, однако это явно противоречит законам термодинамики [3].

На кафедре ИТФ создана экспериментальная установка, позволяющая изучать процессы охлаждения высокотемпературных поверхностей в недогретой жидкости. В прежних экспериментах, выполненных на другом стенде, использовался рабочий участок из никеля; в настоящем исследовании опыты проведены на шаре из нержавеющей стали марки AISI-316, что позволяет выявить влияние тепловой активности материала на процесс интенсивного охлаждения. Проведен расчет тепловых потоков (рис. 1) на поверхности образца диаметром 30 мм методом решения ОЗТ. Плотность теплового потока в режиме интенсивного охлаждения достигала значений 5 МВт/м<sup>2</sup>. Проведено сравнение основных характеристик интенсивного охлаждения на нержавеющей стали с результатами опытов на никеле и меди.

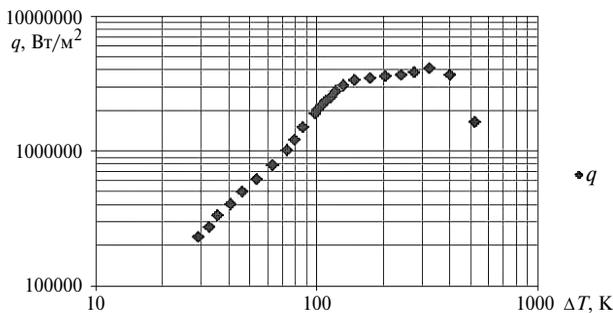


Рис. 1. Зависимость плотности теплового потока от  $\Delta T$

### Литература

1. Aziz S., Hewitt G.F., Kenning D.B.R. Heat transfer regimes in forced-convection film boiling on spheres // Proc, 8<sup>th</sup> Int 7 Heat Transfer Conf., San Francisco. 1986. Vol. 5.
2. Лексин М.А., Ягов В.В., Варавя А.Н. Экспериментальное исследование теплоотдачи в условиях интенсивного охлаждения металлического шара // Вестник МЭИ. 2009. № 2.
3. Скрипов В.П. Метастабильная жидкость. М.: Наука, 1972.

*Е.И. Зубков, студ.; рук. О.А. Синкевич, д.ф.-м.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ДЖОУЛЕВА ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ КОНВЕКЦИИ В СЛОЕ МОРСКОЙ ВОДЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ**

Исследуется задача о возникновении конвекции в плоском слое вязкой, теплопроводной морской воды при падении на слой электромагнитной волны. В слое при поглощении электромагнитного излучения происходит нагрев жидкости. Эта задача имеет отношение к одному из методов преобразования на поверхности Земли энергии электромагнитных волн, (ЭМВ) которые генерируются на солнечной космической электростанции [1]. Исследованы режимы нагрева, когда нижняя стенка слоя является адиабатической или поддерживается при постоянной температуре. На свободной поверхности – турбулентный теплообмен с окружающим слоем воздухом. Исследование проводится в приближении Буссинеска, с учетом нелинейного джоулева тепловыделения. При постоянной температуре нижней границы слоя жидкости, средняя часть слоя жидкости оказывается нагретой выше температуры на верхней границе и температуры окружающего воздуха, и более нагретой, чем нижние слои жидкости [2].

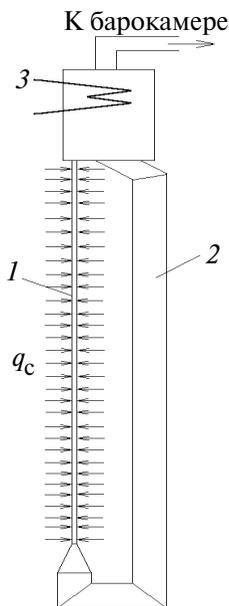
Получены типичные профили температуры в слое жидкости для различных значений числа Нуссельта и интенсивности падающей электромагнитной волны. Одной из целей работы является установление границ существования стационарных режимов нагрева слоя без движения и режимов с конвекцией. Спецификой данной проблемы является то, что возникновения конвекции связано не только с влиянием теплового расширения жидкости, приводящего к зависимости числа Рэлея от волнового числа возмущений, но от интенсивности джоулева тепловыделения в объеме жидкости и турбулентного теплообмена с окружающей средой. Разработана методика учета поглощения ЭМВ, по глубине слоя и определения границы возникновения конвекции.

### **Литература**

1. **Космические** солнечные электростанции: проблемы преобразования энергии и ее использования на поверхности земли // О.А. Синкевич, Д.Н. Герасимов, В.В. Глазков, П.П. Иванов и др. // Вестник МЭИ. 2010. № 3.
2. **Синкевич О.А., Зубков Е.И., Коршунов Ю.С.** Конвекция в слое воды, вызванная электромагнитной волной. Стационарные режимы нагрева // Инженерная физика. 2014. № 10.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОДОФАЗНОМ И ДВУХФАЗНОМ ТЕЧЕНИЯХ В КОНТУРЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

В последнее время, особенно после аварии на АЭС Фукусима (2011 г., Япония), интерес к контурам естественной циркуляции (КЕЦ) вырос как к основному типу пассивных систем охлаждения ядерных реакторов в составе систем пассивной послеаварийной защиты АЭС.



**Рис. 1. Конфигурация экспериментального контура:**

1 – обогреваемый участок; 2 – опусная труба; 3 – сепаратор-конденсатор

Существующие методы расчета процессов гидродинамики и теплообмена кипящего теплоносителя в КЕЦ опираются на опытную информацию, относящуюся к достаточно высоким давлениям (более 1 МПа), и не могут быть использованы в области околоатмосферных давлений.

Экспериментальные исследования течения и теплообмена проводились на стенде рис. 1. Опытный участок представлял собой электрообогреваемую круглую трубу из нержавеющей стали внутренним диаметром  $d = 9,1$  мм и длиной 1300 мм. В опытах измерялись подводимая тепловая нагрузка, расход и температура жидкости на входе в опытный участок, продольные распределения температуры стенки обогреваемого участка, давление в сепараторе.

В работе представлены опытные данные о распределении температуры стенки по высоте обогреваемой секции КЕЦ в диапазоне тепловых потоков от 1,0 до 50 кВт/м<sup>2</sup> при давлении в полости сепаратора 100 кПа при разных значениях температуры жидкости на входе (от 300 до 373 К).

Предложена методика расчета КЕЦ низкого давления, в которой основные характеристики потока (скорость циркуляции, истинное объемное паросодержание, теплоотдача) рассчитываются с учетом изменения структуры потока по высоте канала. Результаты расчетов по этой методике в целом согласуются с результатами измерений.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ по поддержке ведущих научных школ России НШ 3783.2014.8.

## АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ИНТЕНСИФИКАЦИИ

Актуальность исследования процесса интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах состоит в том, чтобы добиться наибольшего эффекта по теплоотдаче, и при этом как можно меньше затратить мощности на прокачку [1]. С этой целью были поставлены эксперименты по комбинированным методам интенсификации (кольцевые турбулизаторы со вставной скрученной лентой) теплообмена в каналах. В проделанных исследованиях для определения среднего коэффициента теплоотдачи в трубе использовался так называемый метод теплообменника. Если изучается теплообмен в трубе, то в кольцевом канале циркулирует теплоноситель, обеспечивающий значительно больший коэффициент теплоотдачи, чем внутри трубы. Это позволяет исключить измерение температуры стенки, что существенно упрощает конструкцию экспериментальных участков и проведение эксперимента. Горячий воздух, протекающий внутри трубы, охлаждается холодной водой, протекающей в кольцевом зазоре. Проводится измерение температуры газа на входе  $T_{g1}$  и на выходе  $T_{g2}$ , расхода газа  $G_g$ , температуры охлаждающей воды на входе  $T_{l1}$  и на выходе  $T_{l2}$ , расхода воды  $G_l$ . Средний коэффициент теплоотдачи в трубе вычисляется по определенному в ходе эксперимента коэффициенту теплопередачи, известному коэффициенту теплоотдачи в кольцевом канале и известному тепловому сопротивлению стенки. При течении воздуха в трубах были получены максимальные значения интенсификации теплообмена  $Nu / Nu_{гд} = 2,65; 2,82; 3,12$  соответственно при  $Re = 10^4; 10^5; 4 \cdot 10^5$ . По мнению В.К. Мигая [2] эти данные близки к рассчитанным им предельным значениям интенсификации теплообмена в трубах за счет турбулизации потока  $Nu / Nu_{гд} = 4,06$  и  $3,62$  при  $Pr = 0,7$  и  $Re = 104$  и  $105$  соответственно.

### Литература

1. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. – 3-е изд. М.: Машиностроение, 1990.
2. Мигай В.К. Повышение эффективности современных теплообменников. Л.: Энергия. Ленинградское отделение, 1980.

*Р.М. Киреева, студ.; рук. В.И. Круглов, к.т.н., доц. (КГЭУ, г. Казань)*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В настоящее время получили значительное развитие методы диагностирования, основанные на различных физических принципах и позволяющие охватить контролем практически все наиболее ответственные узлы и агрегаты двигателя.

К основным из используемых и перспективных методов безразборной диагностики ГТД можно отнести:

- методы диагностики по результатам контроля термогазодинамических параметров;
- методы диагностики по тепловым параметрам;
- методы диагностики по гидроакустическим параметрам;
- методы диагностики по результатам анализа масла;
- методы оптической диагностики;
- методы анализа продуктов сгорания.

Анализ существующих методов диагностирования показал, что для оценки состояния многопараметрического объекта, каким является ГТД, необходимо использовать совокупность различных методов. При этом возникает необходимость обобщения диагностической информации по контролю множества различных по своей физической природе параметров. Оценка работоспособности двигателя в целом представляет собой известную сложность. В настоящее время не существует количественных оценок уровня работоспособности технических систем. В соответствии с ГОСТ 19919–74 работоспособное состояние трактуется, как состояние, при котором значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и конструкторской документации. Однако, для эксплуатационника важно определить количественно уровень работоспособности объекта. Целесообразным может оказаться определение обобщенного показателя технического состояния ГТД (ОП), который включал бы в себя результаты контроля состояния элементов двигателя с помощью различных методов и отражал текущий уровень работоспособности. Существующие подходы к разработке таких показателей и параметров имеют ряд недостатков. Кроме того, предлагаемые обобщенные оценки не учитывают информационную взаимосвязи системы контроля и объекта.

### **Литература**

1. **Бессонов А.А.** Прогнозирование характеристик надежности автоматических систем. Л.: Энергия, 1971.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА В КАНАЛЕ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

Проводятся исследования теплообмена применительно к разработке жидкометаллического (ЖМ) модуля blankets для международного термоядерного реактора ИТЭР. Закономерности теплоотдачи ЖМ в термоядерных реакторах обладают рядом особенностей по сравнению с традиционными теплоносителями в электроэнергетике. Это связано с магнитогидродинамическим характером течения жидкометаллического теплоносителя в магнитном поле (МП): подавлением турбулентности, деформацией профиля скорости, ростом гидравлического сопротивления и развитием термогравитационной конвекции (ТГК) в зависимости от конфигурации течения.

Рассматривалось опускное течение ЖМ в компланарном МП в вертикальном канале прямоугольного поперечного сечения с соотношением сторон 3:1 с двухсторонним обогревом широких сторон канала. Исследования проводились в диапазоне режимных параметров: числа Рейнольдса  $Re = 10\,000\text{--}55\,000$ , Грасгофа  $Gr = 0\text{--}5 \cdot 10^8$ , Гартмана  $Ha = 0\text{--}800$ .

Измерены поля и профили осредненной и пульсационной температур потока, распределение температуры стенки по периметру канала, профили скорости.

В исследуемой конфигурации течения и обогрева обнаруживается сильная неоднородность в распределении температуры стенки в поперечном сечении канала, которая возрастает в МП. В вертикальном канале при опускном течении наблюдается МГД-эффект, выражающийся в возникновении пульсаций температуры аномальной амплитуды. Эти пульсации являются следствием развития в потоке вторичных крупномасштабных структур, являющихся результатом совместного воздействия на течение массовых сил различной природы – электромагнитных и гравитационных.

Подобные эффекты нужно учитывать при проектировании модулей blankets ИТЭР, так как они могут вызывать дополнительные термические и усталостные напряжения в стенке канала.

Ю.А. Левашов, студ.; рук-ли Ю.А. Кузма-Кичта, д.т.н., проф.;  
А.В. Лавриков, доц. (НИУ «МЭИ»)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В СОСТАВНОМ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРЕ

Строительство различных объектов на территориях, занятых вечной мерзлотой, затруднено вследствие оттаивания грунтов, так как это может привести к проседанию фундамента и разрушению конструкций. Поэтому применяют искусственное замораживание талых грунтов в основании сооружений с помощью установки термостабилизаторов. В некоторых случаях термостабилизаторы устанавливают с небольшим наклоном к горизонтальной плоскости и выполняют составными.

На основе обзора исследований термостабилизации грунтов, а также интенсификации теплообмена в термостабилизаторах [1] предложена модель составного наклонного термостабилизатора круглогодичного действия (рис. 1), которая состоит из конденсатора, испарителя, слабонаклонной тепловой трубы прямоугольного поперечного сечения ( $5 \times 2$  см), длиной 3 м и соединительного устройства. В модели, для интенсификации теплообмена в испарителе, предполагается использовать метод, описанный в патенте [2].

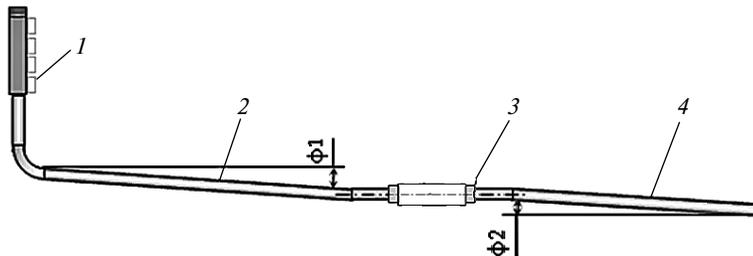


Рис. 1. Модель составного термостабилизатора:

1 – конденсатор; 2 – испаритель; 3 – соединительное устройство; 4 – тепловая труба

### Литература

1. Шекриладзе И.Г. Тепловые трубы для систем термостабилизации. М.: Энергоатомиздат, 1991.
2. Патент № 2433949. Способ формирования нанорельефа на теплообменных поверхностях изделий. 2011.

*П.В. Медведева, А.Ш. Шаймухаметова, студенты;  
рук. О.С. Попкова, к.т.н., доц. (КГЭУ, г. Казань)*

## **УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЕБАНИЙ В РЕЗОНАТОРНОЙ ТРУБЕ АЭРОЗОЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА**

Аэрозольные генераторы, основанные на пульсирующем истечении газов, широко используются при решении многих практических задач. Одним из основных показателей эффективности аэрозольных генераторов, основанных на тепловых двигателях, является соотношение горючего и аэрозольной жидкости. При прочих равных условиях, использование двухконтурной камеры пульсирующего горения позволяет значительно снизить расход горючего. Однако двухконтурные камеры менее устойчивы в работе. Определение границ устойчивости и установление факторов, влияющих на устойчивость процесса, является актуальной задачей. В представленной работе приведены результаты теоретических исследований устойчивости колебаний газов в трубе, закрытой с одного конца. Используется модель одномерного течения.

Рассматривается подвод теплоты в точках, неподвижных относительно стенок трубы – локальная модель подвода теплоты [1].

Распределенная теплота по длине трубы может быть задана в форме треугольника и прямоугольника. Выражение для коэффициента  $\zeta_1$  для закрытой с одного конца трубы в случае треугольного импульса имеет вид

$$\zeta_1 = (\gamma - 1)Y_1 Q_0 / 4\Omega_1^2 \cdot \left\{ \cos[\Omega_1(\lambda_2 + \lambda_1)] \sin[\Omega_1(\lambda_2 - \lambda_1)] / (\lambda_2 - \lambda_1) - \right. \\ \left. - \cos[\Omega_1(\lambda_3 + \lambda_2)] \sin[\Omega_1(\lambda_3 - \lambda_2)] / (\lambda_3 - \lambda_2) \right\} \sin(\sigma_1 \tau). \quad (1)$$

Выражение для коэффициента затухания для прямоугольного импульса имеет вид

$$\zeta_1 = (\gamma - 1)Q_0 Y_1 \sin[\Omega_1(\lambda_2 - \lambda_1)] \sin[\Omega_1(\lambda_2 + \lambda_1)] \sin(\sigma_1) / 2\Omega_1. \quad (2)$$

Произведенные расчеты позволяют заметить, что на устойчивость колебаний влияет положение и ширина теплоподвода. Для трубы закрытой с одного конца устойчивость возникает при расположении теплоподвода в первой половине трубы: чем шире теплоподвод, тем ближе он должен находиться к началу трубы. Выражения (1) и (2) определяют величину и знак коэффициента затухания в зависимости от геометрических параметров задачи и от выбранного закона подвода теплоты.

### **Литература**

1. Hyun-Gull Yoon, John Peddieson Jr., Kenneth R. Purdy. Mathematical modeling of a generalized Rijke tube // International Journal of Engineering Science. 1998. 36.

А.А. Мещанов, студ.; рук. Ю.А. Кузма-Кичта, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)  
С.С. Базюк, к.т.н., нач. лаб. «НИИ НПО «ЛУЧ»

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ СМАЧИВАНИЯ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ МОДЕЛЬНЫХ ТВС ЛЕГКОВОДНЫХ РЕАКТОРОВ

Для обоснования кодов, предназначенных для расчета температурных режимов твэлов в условиях МПА и ЗПА, необходимо разрабатывать зависимости по характеристикам повторного залива с использованием данных, полученных на полномасштабных сборках. В настоящей работе проведен анализ температурных режимов имитаторов твэлов модельных ТВС легководных реакторов, исследованных на стенде FLECHT [1] (рис. 1). Модельная сборка включает 161 тепловыделяющий элемент длиной 3,66 м. Опыты проведены в диапазонах: недогрев воды до температуры насыщения на входе 50–80 °С, расход воды 1,7–15,2 (г/с·твэл), электрическая мощность при заливе 1–2,3 (кВт/м·твэл), максимальная температура оболочек твэлов до залива 850–900 °С, давление в сборке 0,13–0,42 МПа. В результате обработки температурных режимов оболочки имитаторов твэлов сформирован массив опытных данных по температуре и скорости смачивания. Рассмотрено влияние на температуру и скорость смачивания режимных параметров и теплофизических свойств оболочки имитаторов твэлов и проведено сопоставление с известными зависимостями [2].

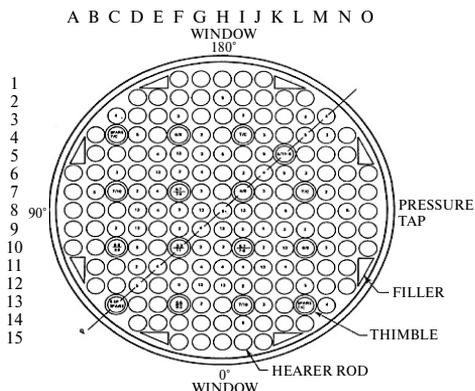


Рис. 1. Схема расположения тепловыделяющих элементов на ТВС экспериментального стенда «FLECHT»

### Литература

1. Chajson L. PWR Fleche seaset unblocked bundle, forced and gravity reflood task // Westinghouse Electric Corporation. June 1980.
2. Анализ экспериментальных данных и разработка корреляции для температуры смачивания имитаторов ТВС легководных реакторов / С.С. Базюк, Ю.А. Кузма-Кичта, Е.В. Михайлов и др. // Труды конф. РНКТ-6. М.: Издательский дом МЭИ, 2014.

И.И. Милохин, студ.; рук. В.В. Ягов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ БИНАРНЫХ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ

В настоящей работе представлена приближенная физическая модель теплообмена при кипении бинарных жидких смесей, разработанная на основе полуэмпирической модели В.В. Ягова для теплообмена при пузырьковом кипении однокомпонентных жидкостей [1]. Для расчета КТО смеси  $\alpha_{\text{mix}} = q/\Delta T_{\text{mix}}$  используется выражение для теплового потока  $q$ , полученное в [1]:

$$q = 3,43 \cdot 10^{-4} \frac{\lambda^2 \Delta T^3}{\nu \sigma T_s} \left( 1 + \frac{h_{LG} \Delta T}{2R_i T_s^2} \right) \left[ 1 + \sqrt{1 + 800B} + 400B \right],$$

где  $B = \frac{h_{LG}(\rho_G \nu)^{3/2}}{\sigma(\lambda T_s)^{1/2}}$ . Если свойства задаются как свойства смеси в объеме,

то это уравнение определяет так называемый идеальный КТО.

Температурный напор при кипении смеси рассчитывается как  $\Delta T_{\text{mix}} = \Delta T_{\text{id}} + K \cdot \Delta T_{\text{bp}}$ , где  $K$  – степень повышения локальной температуры кипения, связанного с обеднением смеси легкокипящим компонентом в пристеночной области [2]. В работе дается качественное объяснение снижения КТО смеси по сравнению с КТО чистых компонентов, проводится сопоставление расчетных данных с экспериментальными, а также с расчетными данными, полученными по методикам других авторов.

Построение строгой теории для рассматриваемого процесса связано, по мнению авторов, с проведением численного моделирования динамики образования и роста пузырька с использованием VoF-метода. На основе алгоритма из [3] обсуждается построение тестовой задачи для сопоставления результатов расчета с экспериментальными данными и с расчетными данными для пузырька гелия, представленными в [3].

### Литература

1. **Ягов В.В.** Теплообмен при развитом пузырьковом кипении жидкостей // Теплоэнергетика. 1988. № 2.
2. **Ягов В.В., Гусева Д.В.** Теплообмен при кипении бинарных жидких смесей // Теплоэнергетика. 2004. № 3.
3. **Yasuyuki Takata, Hidemi Shirakawa, Torato Kuroki, Takehiro Ito.** Numerical analysis of single departure from a heated surface // Heat Transfer 1998, Proceedings of 11<sup>th</sup> IHTC, Vol. 4.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В МОДЕЛИ ТОПЛИВНОЙ СБОРКИ РЕАКТОРА «БРЕСТ»

На данный момент большинство АЭС оснащены реакторами на тепловых нейтронах, использующими в качестве топлива  $^{235}\text{U}$ , содержание которого в природном уране не превосходит 0,7 %. ОАО «НИКИЭТ» совместно с другими институтами ведет разработку нового перспективного реактора «БРЕСТ», работающего на  $^{238}\text{U}$ . Реактор отличается качественно новым уровнем безопасности и возможностью наработки нового топлива из отработанного топлива реакторов на тепловых нейтронах.

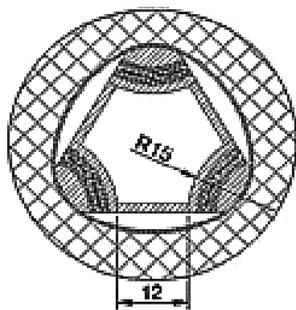


Рис. 1

В процессе проектировки необходимо выполнить верификацию расчетных кодов на модели топливной сборки. Для этого создан опытный участок, сечение которого показано на рис. 1.

Эксперимент проводится на ртутном стенде, а для измерения полей температуры в канале используется термопарный зонд-качалка, спроектированный на кафедре инженерной теплофизики МЭИ. Для измерений была создана сетка, в узлах которой производятся измерения температуры в автоматическом режиме.

В результате серии экспериментов удалось получить материал для верификации расчетных кодов.

### Литература

1. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А., Соловьев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. – 3-е издание. М.: Издательство МЭИ, 2003.
2. Кириллов П.Л., Жуков А.В. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. М.: ИздАТ, 2013.

Г.А. Панфилов, студ.; рук. А.В. Еремин, к.т.н. (СамГТУ, г. Самара)

## ПРИБЛИЖЕННОЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

На основе использования метода разделения переменных Фурье и введении дополнительных граничных условий [1, 2] получено приближенное аналитическое решение задачи теплопроводности для бесконечной пластины при граничных условиях первого рода на стенке.

Математическая постановка задачи в безразмерном виде имеет вид [1]

$$\frac{\partial \Theta(\xi, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \Theta(\xi, Fo)}{\partial \xi^2}; \quad (Fo > 0; \quad 0 \leq \xi \leq 1); \quad (1)$$

$$\Theta(\xi, 0) = 1; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Theta(0, Fo)}{\partial \xi} = 0; \quad (3)$$

$$\Theta(1, Fo) = 0. \quad (4)$$

Следуя методу разделения переменных, решение отыскивается в виде

$$\Theta(\xi, Fo) = \varphi(Fo)\psi(\xi). \quad (5)$$

Подставляя (5) в (1) получим

$$d\varphi(Fo)/dFo + v\varphi(Fo) = 0; \quad (6)$$

$$d^2\psi(\xi)/d\xi^2 + v\psi(\xi) = 0. \quad (7)$$

Решение (6) известно и имеет вид  $\varphi(Fo) = A \exp(-vFo)$ . Коэффициенты  $A$  находятся из начального условия, путем составления его невязки.

Решение краевой задачи (7) принимается в виде

$$\psi(\xi) = B_0 + \sum_{i=1}^r B_i \xi^{i+1}, \quad (8)$$

где  $B_i (i = \overline{0, n})$  – неизвестные коэффициенты, для определения которых, потребуем чтобы соотношение (8) удовлетворяло граничным условиям (3), (4) и уравнению (1) в конкретных точках пространственной переменной. В результате получим систему алгебраических уравнений, из решения которой могут быть найдены  $B_i (i = \overline{0, n})$ . Погрешность данного метода, например, при  $n = 20$  в диапазоне  $10^{-3} \leq Fo \leq \infty$  не превышает 1 %.

### Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.
2. Кудинов В.А., Каргашов Э.М., Калашников В.В. Аналитические решения задач тепломассопереноса и термоупругости для многослойных конструкций. М.: Высшая школа, 2005.

## РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНОГО РАДИУСА РАСПЫЛА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФОРСУНКИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ ПРОТИВ ПОТОКА

Начальная скорость капель, образующихся при распаде струи или пленки, близка к скорости истечения топлива. Капли продолжают двигаться по инерции, испытывая действие ряда сил: гравитации, аэродинамических сил. Двигаясь по баллистическим траекториям, капли обмениваются теплотой с окружающими газами и испаряются.

Капли малолетучих топлив – керосина, солярового масла, дизельного топлива, – если только топливо предварительно не нагрето, в зоне смесеобразования испаряются не более чем на одну треть первоначального объема. Поэтому размеры капель тяжелых топлив можно считать постоянными.

Целью данной работы явилось рассмотрение баллистики капель постоянных размеров, дальность факела в неподвижном воздухе, исследование факела распыла центробежной форсунки в потоке газа.

На рис. 1, а и б нанесены расчетные предельные радиусы факелов распыла центробежных форсунок Ф-1, Ф-2, Ф-3 при расположении форсунок против потока по формуле [1]:

$$(y_{\text{пр}})_{\text{max}} = \frac{8}{3a_{\text{к}}} \left( \frac{\chi}{A_1} \frac{d_{\text{пр}}}{d_{\text{ср}}} \right)^{1,5} \frac{\gamma R^{1,11} T_2^{1,11}}{p_2} \sqrt{\frac{g^{0,22} k^{1,22} p_0}{\eta_2} B_1 \mu_{\text{ф}}^{1,15}}.$$

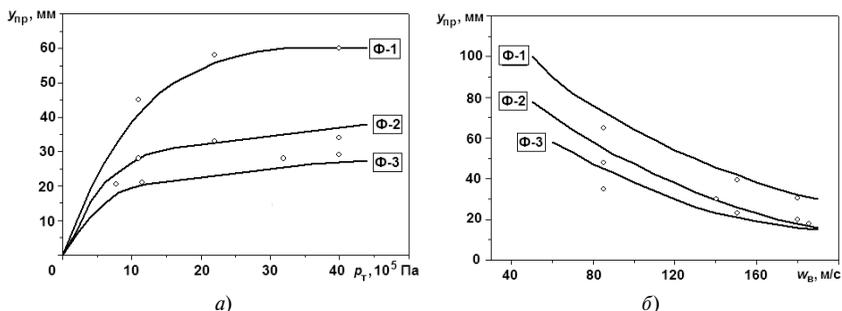


Рис. 1. Сопоставление расчетных предельных радиусов факелов распыла керосина с замеренными радиусами

### Литература

1. Ильяшенко С.М., Талантов А.В. Теория и расчет прямоточных камер сгорания. М.: Машиностроение, 1964.

*Н.Ю. Пятницкая, асп.; рук. В.Г. Свиридов, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОПУСКНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА В ПРЯМОУГОЛЬНОМ КАНАЛЕ В КОМПЛАНАРНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

Жидкие металлы (ЖМ) являются перспективными теплоносителями в термоядерном реакторе (ТЯР) типа «токамак», где течение теплоносителя происходит в сильных магнитных полях. Определяющими факторами, влияющими на течение, оказываются магнитное поле (МП) и термогравитационная конвекция (ТГК).

При проектировании каналов строящегося в настоящее время реактора ИТЭР имеет место проблема верификации расчетных кодов. В связи с этой проблемой возникает необходимость в большом объеме экспериментальных данных по полям скорости и температуры в условиях максимально приближенных к реальным в каналах бланкета.

Экспериментальные данные, представленные в работе, были получены на ртутном МГД стенде МЭИ – ОИВТРАН. Рассматривается опускное течение ЖМ в прямоугольном канале в компланарном МП. Рабочий участок представляет собой канал размером  $17 \times 56$  мм, расположенный в зазоре между полюсами электромагнита. Для осуществления различных режимов обогрева на двух сторонах канала смонтирован ленточный двухсекционный нагреватель. Измерения температурных полей в канале проводилось с помощью рычажного зонда с микротермопарным датчиком. Эксперименты проводились при следующих режимных параметрах:  $Re = 10000 \div 50000$ ,  $Ha = 120 \div 800$ ,  $q_c = 20\ 000 \div 35\ 000$  Вт/м<sup>2</sup>.

Для численного решения данной задачи была использована модифицированная модель Генина – Свиридова для переноса импульса и тепла в плоском канале в поперечном магнитном поле. Расчеты профиля температуры, полученные по модифицированной модели, учитывают только влияние компланарного МП и не учитывают влияние ТГК, поэтому, с нашей точки зрения, отклонение результатов расчетов от опытных данных связано именно с наличием второго фактора – ТГК. Как видно в условиях эксперимента роль ТГК существенна и проявляется в том, что профиль температуры становится менее вытянутым. В итоге, результаты, полученные из сопоставления опытных и расчетных данных, позволяют создать усовершенствованную расчетно-теоретическую модель, учитывающую влияние обоих факторов (ТГК и МП), что, несомненно, является положительным результатом.

## «НИТЕВИДНЫЙ» РЕЖИМ СОНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Явление сонолюминесценции – свечения жидкости под действием ультразвука – часто подразделяют на однопузырьковую и многопузырьковую. В некоторых работах даже предполагается, что эти процессы имеют различную физическую природу: однопузырьковая сонолюминесценция объясняется нагревом среды внутри схлопывающегося пузыря, в то время как для многопузырьковой определяющими являются электрические эффекты.

В наших экспериментах иногда наблюдается редкий и труднопроизводимый режим сонолюминесценции, при котором свечение распространяется от ультразвукового волновода в виде яркой нити – подобно стримеру (см. рис. 1).

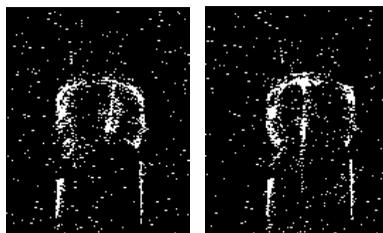


Рис. 1. Нитевидный» режим сонолюминесценции

Скорость распространения светящихся нитей в глицерине  $\sim 1$  см/с, что на несколько порядков меньше скорости распространения настоящих стримеров в различных жидкостях. Поэтому наблюдаемые образования – не стримеры в настоящем смысле этого слова, хотя в работе [1] и показано, что сонолюминесценция сопровождается электрическими эффектами. Светящиеся нити – люминесцирующие струи, отходящие от ультразвукового волновода. Источником свечения нитей являются процессы, происходящие на самом ультразвуковом волноводе. Длительная ( $\sim 1$  с) инерция свечения нитей после отрыва их от волновода находится в противоречии с хорошо известными представлениями о времени рекомбинации плазмы атмосферного давления ( $\sim 10^{-3}$  с). Другой проблемой является наличие сплошного спектра сонолюминесценции, измеряемого, в том числе, и в наших экспериментах. Обе обозначенные выше трудности можно объяснить, если предположить, что в процессе сонолюминесценции значительную роль играют кластеры полярных молекул глицерина, окружающие молекулярные ионы. Именно кластеры могут и задерживать рекомбинацию ионов, и создавать свечение со сплошным спектром.

### Литература

1. Бирюков Д.А., Герасимов Д.Н., Синкевич О.А. Электризация жидкости при сонолюминесценции // Письма в ЖТФ. 2014. Т. 40. Вып. 3. С. 90–94.

*М.В. Свешников, асп.; рук. О.А. Синкевич, д.ф.-м.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **МГД-ГЕНЕРАТОР НА БАЗЕ ТЕРМОКОНВЕКТИВНОГО КОНТУРА ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

В [1] была предложена идея о возможности создания замкнутого устройства, в котором поддержание стационарного, периодического движения среды по контуру переменного сечения осуществляется только за счет подвода и отвода теплоты. Рассмотренный в этой работе замкнутый контур состоял из двух цилиндрических участков постоянного сечения, разного диаметра и одинаковой длины, соединенных между собой конфузурой и диффузором. Цилиндрические участки играли роль нагревателя и холодильника. В результате проведенных в [1] исследований были установлены условия, при которых в контуре осуществляется стационарное периодическое движение и определены необходимые плотности теплового потока. Таким образом, было установлено, когда могут возникать термоконвективные потоки – стационарная циркуляция среды, поддерживаемая геометрией контура и подводимой и отводимой теплотой.

В настоящем докладе рассматривается идея использования стационарного термоконвективного течения для создания энергетической установки на базе МГД-генератора, встроенного в замкнутый контур переменного сечения. Предлагаемый тип устройства с МГД-генератором отличается от рассмотренного в [2] тем, что для нагрева рабочего тела предполагается использовать концентрированное солнечное излучение, а МГД устройство может работать в режиме МГД-ускорителя, осуществляя первоначальный запуск контура и обеспечивая выход его на расчетный режим. Стационарное периодическое течение в контуре поддерживается за счет внешнего подвода теплоты в широкой части контура. Часть теплоты конвертируется в МГД-генераторе в электроэнергию, а отвод остаточной теплоты происходит в узкой части канала без подвода и отвода массы. Такое техническое решение может оказаться перспективным для использования на солнечных космических станциях и аппаратах, когда солнечное излучение используется более эффективно и отвод теплоты в Космос осуществляется излучением.

### **Литература**

1. **Глазков В.В., Синкевич О.А.** Самоподдерживающиеся термоконвективные течения в отсутствии внешних силовых полей // Изв. РАН, Механика жидкости и газа. 1994. № 2.
2. **Глазков В.В., Синкевич О.А.** МГД-генератор замкнутого цикла на самоподдерживающихся термоконвективных потоках // Теплофизика высоких температур. 1994. Т. 32. № 2.

*Е.Н. Скобелкина, студ.; рук. В.В. Глазков, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО КОНТАКТА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО МЕТАЛЛА С ХОЛОДНОЙ ЖИДКОСТЬЮ**

Паровой взрыв – сложное физическое явление, в ходе которого горячая жидкая среда (расплавленный металл, шлак и т.п.) соприкасается с холодной легкокипящей жидкостью, что сопровождается интенсивным межфазным взаимодействием. Подобные процессы могут иметь место при тяжелых авариях на атомных электростанциях, в промышленности [1].

В первой части работы исследовалось сближение и последующее соприкосновение холодной жидкости с горячим металлом. Численно моделировался процесс сближения горячего металла с холодной жидкостью. Были учтены кинетические эффекты, ограничивающие тепловой поток на малых расстояниях, а также радиационный тепловой поток со стороны металла.

Во второй части работы рассмотрен процесс взрывного вскипания жидкости после ее контакта с раскаленным металлом. На поверхности соприкоснувшихся двух сред образовывались растущие пузырьки пара. Предполагалось, что практически вплоть до слияния пузырьков в единый паровой слой скорость их расширения определялась инерционным механизмом роста. Для пузырьков решалось уравнение Релея с поправками, учитывающими взаимодействие соседних пузырей. Избыточное давление пара внутри пузырьков деформировало обе жидкие среды как расплав, так и холодную жидкость, что и могло вызывать их дробление [2].

### **Литература**

1. **Fletcher D.F.** Steam Explosion Triggering: a Review of Theoretical and Experimental Investigations // Nucl. Eng. and Des. 1995. Vol. 155.
2. **Глазков В.В., Синкевич О.А.** Механизмы фрагментации поверхности расплава при прямом контакте с теплоносителем // Теплоэнергетика. 1998. Т. 3.

## РАЗРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ И МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА НИЗКОПЕНЦИАЛЬНОМ ТЕПЛЕ

Большинство технологических процессов сопровождается выделением значительного количества тепловой энергии, которая не используется, а рассеивается в окружающей среде и именуется как «сбросное тепло». В данной работе рассматривается возможность использования тепла выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания автомобиля для привода кондиционера с помощью организации дополнительного рабочего цикла на фреоне или на октофторпропане. Расчет проведен на основе результатов, полученных в [1]. Рабочий цикл представлен на рис. 1. Октофторпропан  $C_3F_8$ , в отличие от фреонов, химически стабилен при температурах до  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . С помощью дополнительного цикла достигается сокращение расхода топлива на 10–15 %. Также в работе рассматривается возможность создания термодинамической надстройки на октофторпропане над циклом газотурбинной стационарной газоперекачивающей установки для газопровода. Поскольку при транспортировке газа на большие расстояния порядка трети его теряется на прокачку, то такое усовершенствование позволит уменьшить потери природного газа на 15–20 %.

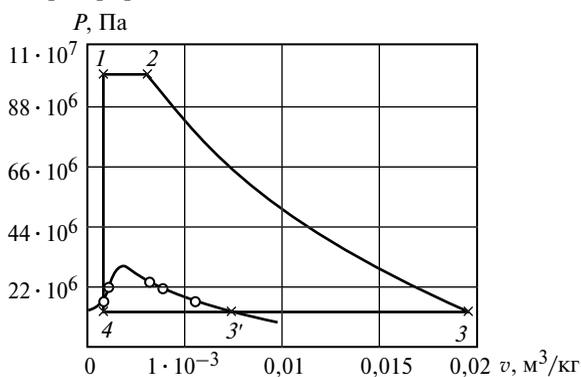


Рис. 1. Цикл на октофторпропане ( $1-2-3-4$ ) и кривая насыщения

### Литература

1. Сухих А.А. Исследование термодинамических свойств и теплотехнических характеристик фторорганических рабочих веществ: Дис. ... канд. техн. наук. М.: МЭИ, 2012.

М.Ф. Халитова, студ.; рук. В.И. Круглов, к.т.н., доц. (КГЭУ, г. Казань)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ СОЕДИНЕНИЙ ЭХ<sub>3</sub> МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ

Информация о силах межмолекулярных взаимодействий, существующих в реальных газах, являющихся теплоносителями в энергетических установках и двигателях, необходима для решения реальных уравнений состояния рабочих тел и расчета различных теплофизических параметров. Сведения о межмолекулярных взаимодействиях получают различными физическими методами из экспериментов. Спектральные методы являются одним из основных инструментов исследования строения и динамики взаимодействующих молекул. Но все эти методы дают косвенную информацию и не позволяют установить природу взаимодействий. Поэтому целесообразным являются поиски корреляционных зависимостей между энергиями межмолекулярных взаимодействий и различными молекулярными характеристиками, которые могут отражать особенности строения взаимодействующих молекул.

В работе получены функциональные зависимости между величинами потенциалов ионизации и валентными углами ( $\alpha$ ), а так же дипольными моментами ( $\mu$ ) для рядов соединений ЭХ<sub>3</sub> (Э = N, P, As, Sb; X = F, Cl, Br, I, CN<sub>3</sub>) и ЭХ<sub>2</sub> (Э = O, S, Se, Te; X = CH<sub>3</sub>). Проведены корреляции между величинами энергий межмолекулярных взаимодействий  $\Delta H$  и потенциалами ионизации  $\Delta E$ . Показано, что для донорно-акцепторных взаимодействий и водородных связей наблюдаются различные по характеру зависимости между  $\Delta H$  и  $\Delta E$ . Для донорно-акцепторных взаимодействий уменьшение  $\Delta E$  приводит к повышению  $\Delta H$ . Для водородных связей уменьшение  $\Delta E$  приводит к понижению  $\Delta H$  в рядах Э = N → P → As → Sb и Э = O → S → Se → Te.

Известно, что сдвиг частот  $\Delta\nu$  полос поглощения в УФ- и ИК-спектрах при переходе пар-раствор чувствительны к универсальным межмолекулярным взаимодействиям:

$$\Delta\nu = C(\Delta\mu) \cdot f(\epsilon, n), \quad (1)$$

где  $f(\epsilon, n)$  – функция, характеризующая электрические свойства среды, зависит от диэлектрической проницаемости и показателя преломления среды.

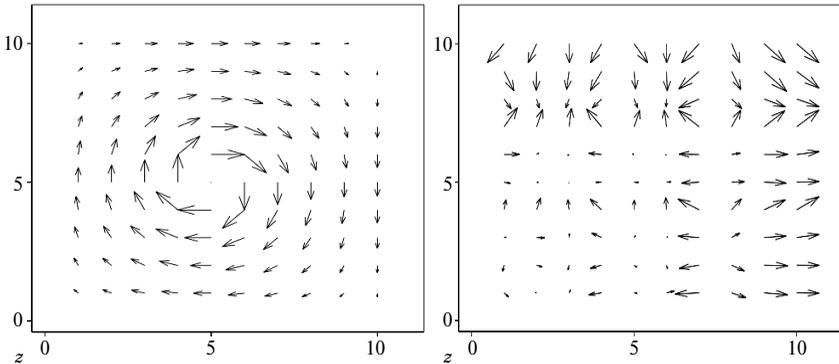
По предложенном в работе методу рассчитаны величины ( $\Delta\mu$ ) – изменения дипольного момента в электронном и колебательном возбужденном состояниях для соединений ряда ЭХ<sub>3</sub>. Полученные значения ( $\Delta\mu$ ) позволили по функции (1) оценить величины смещения  $\Delta\nu$  [см<sup>-1</sup>] для соединений ряда ЭХ<sub>3</sub>. Наблюдается хорошее соответствие с экспериментальными данными.

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХРЕВОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрим плоский вихрь, описываемый функцией тока  $\tilde{\Psi} = \bar{e}_z \Psi_z(x, y)$ , причем скорость жидкости также имеет потенциальную составляющую  $\vec{P} = \nabla \phi$ . Подставляя потенциалы скорости в уравнение Навье–Стокса, можно получить уравнение для компоненты функции тока  $\Psi_z$ , которое в декартовых координатах имеет вид

$$\frac{\partial \Delta \Psi_z}{\partial t} = \frac{\partial \Psi_z}{\partial x} \frac{\partial \Delta \Psi_z}{\partial y} - \frac{\partial \Psi_z}{\partial y} \frac{\partial \Delta \Psi_z}{\partial x} - \frac{\partial (P_x \Delta \Psi_z)}{\partial x} - \frac{\partial (P_y \Delta \Psi_z)}{\partial y} + \nu \Delta \Delta \Psi_z. \quad (1)$$

Используя разложения потенциалов по гармоническим функциям (векторный потенциал – по синусам, скалярный по – косинусам), можно свести (1) к системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Полученная система уравнений демонстрирует хаотическое поведение при некотором критическом значении амплитуд потенциальных составляющих скорости (см. рис. 1): упорядоченный вихрь разрушается при сохранении суммарного момента вращения.



**Рис. 1. Слева – начальное, справа – конечное поле скорости**

Для корректного анализа критерия хаотизации необходимо определение динамических характеристик системы – прежде всего, показателя Ляпунова. Требуемое для расчета число гармоник по каждой оси  $\sim 10^2$  и, следовательно, искомая система состоит из  $\sim 10^4$  уравнений, поэтому определение ее динамических характеристик является не вполне тривиальной задачей.

## РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ КАПЛИ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ГАЗОМ

Рассматривается цилиндрическая трубка длины  $L$ , диаметра  $d$ , причем  $d \ll L$ . Ось трубки  $O\xi$  наклонена к горизонту под углом  $\alpha$ . В сечении  $\xi = l$  имеется теплоподвод шириной  $\delta$  (трубка Рийке). Схема трубки и положение капли представлены на рис. 1. Концы трубки остаются открытыми, давление на входе и выходе полагаются постоянными.

Тепловой источник ширины  $\delta$  делит течение на две зоны. Течения газа в каждой из зон описываются в акустическом приближении. Решения соответствующих волновых уравнений при выполнении соответствующих граничных условий на концах трубы и в сечении  $\xi = \delta$  дают пульсирующие значения скоростей и давлений.

Объемное содержание реагирующих капель в газе полагается малым, воздействием со стороны капли на газ пренебрегается. В модели учитываются силы аэродинамического взаимодействия капли с пульсирующим потоком газа и сила тяжести капли [1].

Система уравнений движения капли совместно с уравнением испарения капли решается численно методом конечных разностей. Важное значение для организации процесса горения играет анализ движения капли в цилиндрической трубе. Касание стенок трубки каплей замедляет процесс горения. На рис. 2 представлены траектории капли в плоскости  $XOY$ .

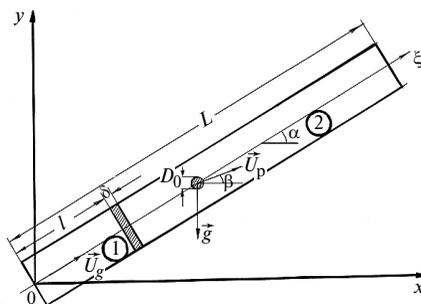


Рис. 1. Схема трубки Рийке

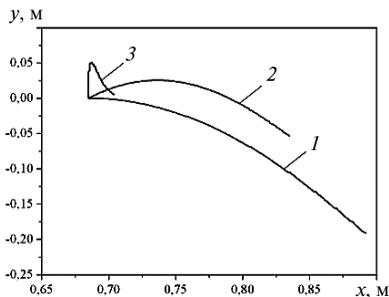


Рис. 2. Траектория движения капли

### Литература

1. Carvalho J.A., Mcquay M.Q. and Gotac P.R. The Interaction of Liquid Reacting Droplets with the Pulsating flow in a Rijke – Tube Combustor // Combustion and Flam. 1997. 108: 87–103.

*И.И. Шарипов, Ф.И. Шарипова, студенты;  
рук. О.С. Попкова, к.т.н., доц. (КГЭУ, г. Казань)*

## **ИЗУЧЕНИЕ ГОРЕНИЯ ЗАРЯДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УСТАНОВКАХ ИМПУЛЬСНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Последнее время широкое распространение получают автономные системы пожаротушения использующие газогенераторы на твердом топливе. Основные достоинства таких систем: модульное конструктивное исполнение; малая капиталоемкость; простота эксплуатации; большая эффективность вследствие сокращения времени подачи огнетушащего вещества (порядка 0,2 с); уменьшаются сроки ликвидации последствий пожара, тем самым, снижая уровень токсического воздействия продуктов горения.

Установки импульсного порошкового пожаротушения (УИПП) могут применяться для тушения отдельных зон, агрегатов, оборудования в помещениях с воздухообменом кратностью до 100, а также для тушения пожаров различных классов [1].

Огнетушащий порошок в УИПП, выбрасывается под действием продуктов сгорания порохового заряда. Образовавшиеся газы после вскрытия отверстий в камере сгорания разрывают корпус устройства и выносят порошок в заданном направлении. Эффективность действия УИПП в значительной степени определяется процессами, протекающими в камере сгорания, в частности, процессами образования и истечения пороховых газов.

Экспериментальные исследования горения вышибных пороховых зарядов проводились в манометрической бомбе объемом 91,3 см<sup>3</sup> при плотности заряда 0,13 г/см<sup>3</sup>, что обеспечивало максимальное давление 130–150 мПа, которое перекрывает максимальное давление УИПП, составляющее 80–90 мПа в установке, моделирующей условия камеры сгорания.

### **Литература**

1. Алкин В.Н., Кузмицкий Г.Э., Степанов А.Е. Автономные системы аэрозольного пожаротушения на твердом топливе. Пермь: ПНЦ УрО РАН, 1998.

## Секция 41

# ТЕХНИКА И ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*Председатель секции — д.т.н., профессор А.П. Крюков*

*Секретарь секции — к.т.н., доцент П.В. Королев*

*Али Сулиман Шевие, студ.; рук. Т.А. Алексеев, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЗАХОЛАЖИВАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСТАНОВОК

Любой элемент низкотемпературной установки изготавливается при обычной нормальной температуре в помещении. Работа же его обычно проходит при температурах менее 273 К. Поэтому при эксплуатации установки обязательно возникает временной этап, когда температура элемента должна быть снижена с температуры окружающей среды до его рабочей температуры. Указанное время называется временем захлаживания. Определение величины данного времени – одна из важнейших задач данной области знаний.

Постановка задачи расчета времени пуска включает большой набор разнообразных параметров, поэтому ее решение обычно начинают с наиболее простой базовой постановки. Принимается, что охлаждаемое тело представляет, например, брусок определенной длины. (Вместо данной геометрии тела, можно использовать любую другую форму тела, так как решается одномерная задача, где основным параметром является длина тела). Считается, что температурное поле тела изменяется только по длине, и, таким образом, получается простейшая одномерная задача теплопроводности. При этом все теплофизические параметры тела считаются заданными и неизменными по длине и во времени. Тело первоначально находится при температуре окружающей среды, которая характерна для всех точек тела. Принимается, что в начальный момент времени –  $t = 0$  на торце бруска температура всех точек данного торца изменяется и принимает значение  $T_0$ . Математическое описание задачи строится на использовании одномерного уравнения нестационарной теплопроводности.

Разработана программа быстрого расчета времени захлаживания, позволяющая вычислять значения температурного поля по длине тела и определять указанное время, как момент, когда температурное поле в теле становится практически изотермическим (с задаваемой точностью), т.е.

температура всех точек практически равна  $T_0$ . С помощью данной программы получен большой массив расчетных данных для тел различной длины и условий проведения процесса. Результаты расчетов сравнивались с теоретическими соотношениями, приведенными в [1], и отличие не превосходило долей процента.

### **Литература**

1. **Аметистов Е.В.** Основы теории теплообмена. М.: Издательство МЭИ, 2000.

*Т.М. Воробьева, студ.; рук. А.К. Ястребов, к.т.н. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИОННОЙ РЕЛАКСАЦИИ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАПЕЛЬ ПО ТЕМПЕРАТУРАМ**

Целью работы является оценка целесообразности учета распределения капель по температурам в процессе объемной конденсации. В качестве примера исследуется процесс конденсационной релаксации при мгновенном создании пересыщения. Рассматривается неподвижная смесь пара и неконденсирующегося газа, температура и парциальные давления компонентов заданы. Давление пара больше давления насыщения при температуре смеси, начальная степень пересыщения (отношение парциального давления к давлению насыщения) задана. В качестве математического описания используются следующие уравнениями: кинетическое уравнение для функции распределения капель по размерам и температурам, предложенное в [1], уравнения состояния идеального газа для обоих компонентов парогазовой смеси, уравнения баланса массы пара, жидкости и газа, уравнение энергии для газообразной фазы. Для сравнения получено также решение задачи без учета распределения капель по температурам, при этом вместо кинетического уравнения для функции распределения капель по размерам и температурам использовались уравнение энергии для жидкой фазы (капель) и кинетическое уравнение для функции распределения капель по размерам [2]. Расчеты проводились для смеси водяного пара и воздуха при различных значениях начальной температуры. В качестве результатов были построены зависимости различных параметров от времени, которые показали, что различия между данными, полученными с учетом распределения капель по температуре и без него, незначительны. Причиной таких результатов является тот факт, что вследствие своего малого размера в начальный момент времени капли быстро приобретают температуру  $T_0$ , для которой скорость изменения температуры равна нулю. Целью дальнейших исследований является поиск таких условий, при которых учет распределения капель по температуре является целесообразным.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания.

### **Литература**

1. **Корценштейн Н.М., Ястребов А.К.** Конденсационная релаксация пересыщенного пара с учетом распределения капель по температуре // Доклады Академии наук. 2014. Т. 454. № 2.
2. **Стернин Л.Е.** Основы газодинамики двухфазных течений в соплах. М.: Машиностроение. 1974.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КИПЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ В ДЛИННЫХ КАНАЛАХ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

В криогенной и холодильной технике широкое применение получили установки, работающие на основе дроссельного цикла, благодаря простоте конструкции, надежности эксплуатации и относительной дешевизне последнего как устройства. Одним из направлений повышения эффективности данных циклов является применение многокомпонентных рабочих тел (МРТ) [1]. Однако, использование МРТ накладывает определенные требования на допустимые скорости потоков в каналах теплообменника. Потоки в теплообменнике непрерывно осуществляют фазовый переход, рабочее вещество находится в двухфазно состоянии. Поэтому при недостаточной скорости потока может произойти расслоение смеси, паровая фаза окажется наверху, а жидкая внизу, что приведет к нарушению фазового равновесия и как следствие ухудшению работы теплообменника, а также к несостоятельности применения гомогенной модели при его расчете.

В данной работе произведена оценка режимов течения и параметров процесса кипения многокомпонентных смесей в длинных каналах различной геометрии с использованием моделей, предложенных различными авторами [2, 3]. Полученные данные сравниваются с результатами, полученными при использовании гомогенной модели, и делается заключение о применимости последней для описания подобных процессов. Подбор состава смесей производится на компьютере с применением соответствующего программного обеспечения. Для каждой смеси выполнена оценка режимов течения и параметров процесса кипения в каналах теплообменника в зависимости от массового расхода смеси.

### **Литература**

1. **Лунин А.И., Могорычный В.И., Коваленко В.Н.** Применение многокомпонентных рабочих тел в низкотемпературной технике. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. **Gregory Nelis, Cory Hughes, John Pfothenhauer.** Heat transfer coefficient measurements for mixed gas working fluids at cryogenic temperatures. USA: Science Direct, 2005.
3. **Lixin Cheng, Dieter Mewes.** Review of two-phase flow boiling of mixtures in small and mini channels. USA: Science Direct, 2005.

*Д.С. Симушев, асп.; рук. А.Ф. Гиневский, к.т.н., с.н.с. (НИУ «МЭИ»)*

## **СРАВНЕНИЕ ПАКЕТОВ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ О ВЫНУЖДЕННОМ КАПИЛЛЯРНОМ РАСПАДЕ СТРУИ ЖИДКОСТИ МАЛОЙ ВЯЗКОСТИ**

Сегодня изучению задач со свободными поверхностями уделяется все большее внимание. К этому классу задач можно отнести процессы кавитации в паропроводах, движение жидкостей в замкнутых резервуарах, образование и эволюция приливных волн, капиллярный распад струй жидкости и многие другие явления. Детальное понимание физических процессов, лежащих в основе этих явлений, позволяет значительно улучшить существующие технические процессы и аппараты.

С учетом специфики задач со свободными поверхностями, наиболее применимыми являются численные методы исследования. Они позволяют получить решение задачи, используя достаточно простые модели процессов. Выбор модели может существенно повлиять на полученные результаты. В проведенной работе проводилось сравнение пакетов для численного моделирования OpenFOAM и ANES. Были проанализированы реализованные в них модельные приближения и подходы [1].

В качестве тестовой задачи использовалась задача о вынужденном капиллярном распаде струи жидкости малой вязкости. В рамках исследования варьировались различные режимные параметры процесса: скорость, начальный диаметр струи, а так же частота и начальная амплитуда возбуждающего сигнала. Для обоих пакетов результаты, полученные для монодисперсного распада, оказались физически правдоподобными. Качественно они схожи между собой и неплохо согласуются с результатами экспериментов. Дополнительно были получены интегральные характеристики процесса распада, такие как длина не распавшейся части струи, средний объем капли и др. Установлено, что эти характеристики количественно несколько отличаются для результатов, полученных с помощью ANES и OpenFOAM. Показано, что количественное расхождение результатов может быть вызвано различием использованных в пакетах подходов к реализации методов численного моделирования.

### **Литература**

1. **Weller H.G., Tabor G., Jasak H., and Fureby C.** A tensorial approach to computational continuum mechanics using object orientated techniques // *Computers in Physics*, 12(6): 620–631, 1998.

*Д.А. Сысоев, асп.; рук-ли Т.А. Алексеев, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»);  
А.В. Самвелов, асп. (МФТИ, Москва)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ КОМБИНИРОВАННОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**

Использование микрокриогенных систем Стирлинга, для охлаждения матричных фотоприемных устройств, работающих в средне- и длинноволновой ИК области спектра излучения, объясняется их относительно высоким КПД в диапазоне рабочих температур таких приемников [1]. Использование регенератора из редкоземельных металлов, выполненных в виде монодисперсных наносфер, значительно повышает эффективность термодинамического цикла криогенных систем, однако в микрокриогенных системах невозможно заполнение всей полости регенератора монодисперсными наносферами [2]. Это связано со значительным повышением гидравлического сопротивления, что ведет за собой повышение потребляемой мощности.

Проведены исследования зависимостей гидравлических сопротивлений в регенеративном теплообменнике, возникающих в процессе работы микрокриогенной системы, от способа его заполнения. Целью исследования было сравнение полученных данных с известными теоретическими зависимостями [3, 4]. Во время обработки полученных данных выяснилось, что известные теоретические зависимости значительно отличаются от данных, полученных в эксперименте. Различие в описываемых моделях, вероятно, связано с геометрическими размерами исследуемого объекта (масштабным фактором) и способом его заполнения.

На данном этапе работы проводится корректировка известных математических зависимостей, с помощью которых возможно с большей точностью описывать процессы, протекающие в комбинированном регенеративном теплообменнике.

### **Литература**

1. **Карагусов В.И., Карагусова Е.Е.** Оптимальные температурные диапазоны редкоземельных насадок регенераторов криоохладителей // Криогенное и холодильное оборудование и технологии: сб. науч. тр. Омск, 1997. В. № 1. Ч. 1.
2. **Будневич С.С.** Расчет микрокриогенных установок. Л.: Машиностроение, 1979.
3. **Григорьев В.А., Крохин Ю.И.** Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники: учебное пособие для вузов. М.: Энергоиздат, 1982.
4. **Карагусов В.И., Карагусова Н.В.** Установки и системы микрокриогенной техники: учебное пособие. Омск: Издательство ОмГТУ, 2010.

## Секция 42

# НАНОТЕХНОЛОГИИ

*Председатель секции — зав. каф. НТ, д.т.н.,  
профессор А.С. Дмитриев  
Секретарь секции — аспирант Д.В. Болтунов*

*К.А. Богомолова, студ.; рук. А.С. Дмитриев, д.ф.-м.н., проф.  
(НИУ «МЭИ»)*

## ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КАПЕЛЬ БИОАКТИВНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА МЕЗО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Исследование такой биоактивной жидкости, как кровь, имеет не только научный характер, но и прикладной интерес. В настоящее время разработка биочипов является одной из проблем современной медицины. На сегодняшний день биочип – это небольшая (от нескольких миллиметров) пластинка из стекла, пластика или кремния, вмещающая в себя до нескольких десятков тысяч упорядоченно нанесенных микростетов на основе ДНК или белков для проведения биохимического анализа. Понимание того, как ведет себя жидкость, нанесенная на матрицу чипа, – одна из актуальных проблем в его проектировании.

Целью данной работы стало изучение поведения капель крови на мезо- и наноструктурированных поверхностях.

Наблюдение и измерение контактного угла проводились при помощи измерительного комплекса Easy Drop компании Kruss. Для экспериментов были подготовлены подложки, на которых были сформированы мезоскопические структуры на основе микросфер [1].

Поведение капель крови изучалось на нагреваемых и охлаждаемых поверхностях с помощью специально разработанной экспериментальной установки. Одним из опытов был нагрев подложки до температуры кипения крови. В результате было получено изображение испарившейся капли с четко выраженной структурой. Также в ходе экспериментов были получены данные по смачиванию исследуемых поверхностей кровью и влияние относительной влажности на контактный угол в процессе испарения [2].

### Литература

1. **Аметистов Е.В., Дмитриев А.С.** Монодисперсные системы и технологии. М.: Издательство МЭИ, 2002.
2. **W. Bou Zeid, Brutin D.** Influence of relative humidity on spreading, pattern formation and adhesion of a drying drop of whole blood // Colloids and Surfaces. 2013. 430 (1–7).

*А.М. Бортников, студ.; рук. А.А. Батраков, к.ф.-м.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ТОНКИХ ПЛЕНОК НИТРИДА НИОБИЯ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНАМИ**

Использование сверхпроводящих устройств в качестве однофотонных детекторов вызывает сегодня большой интерес со стороны современной науки. Это объясняется перспективными параметрами. Ширина энергетической щели в сверхпроводящих материалах на несколько порядков меньше типичной ширины запрещенной зоны в полупроводниках. Следовательно, каждый поглощенный фотон создает огромное количество квазичастиц. Использование квантовых коммуникаций на практике для быстрого и безопасного обмена информацией при низком потреблении мощности остро требует наличия быстродействующих чувствительных элементов, обладающих низким уровнем срабатываний в отсутствии излучения, в роли которых используются однофотонные детекторы [1].

Исследование тонких пленок методом спектроскопии характеристических потерь энергии электронами является сегодня одним из наиболее актуальных методов электронной спектроскопии. Данный метод позволяет проводить точный количественный анализ благодаря высокому энергетическому разрешению получаемых спектров.

В данной работе измерения энергетических спектров проводили с помощью модуля электронно-ионной спектроскопии на базе платформы НАНОФАБ 25, благодаря которому исследовали образцы с тонкими слоями NbN (5 и 10 нм), слоем Nb (300 нм), нанесенными методом магнетронного распыления на монокристалл кремния и исходный монокристалл кремния. Для всех образцов был получен спектр рассеянных электронов. Основной задачей исследования являлось определение концентрации свободных электронов исследуемых образцов, которые можно определить, зная значение потерь энергии налетающего электрона на возбуждение плазменных колебаний.

Перспективой использования полученных в ходе экспериментальной работы результатов является возможность определения химического состояния элементов, из которых состоит нанесенное тонкое покрытие.

### **Литература**

1. **Рубцова И.А.** Сверхпроводниковые однофотонные детекторы и возможности их применения // Нанотехника. 2006. № 2(6).

*В.С. Волгин, студ.; рук. А.Ф. Гиневский, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ»)*

## **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОКОМПОЗИТОВ**

Термоэлектрический элемент – прибор, созданный для преобразования тепловой и электрической энергии. С его помощью можно реализовать как прямое преобразование энергии из электрической в тепловую (элементы Пельтье), так и обратное преобразование из тепловой в электрическую (термоэлектрические генераторы). В настоящий момент термо-электричество применяется во многих отраслях промышленности (энергетика, медицина, бытовая техника, точное машиностроение, научное оборудование и т.д.) Наиболее распространенными являются термоэлектрические охлаждающие приборы, именуемые элементами Пельтье, охлаждение в которых происходит за счет одноименного эффекта. Последние исследования в области наноматериалов предвещают значительное улучшение характеристик термоэлементов, что открывает огромные перспективы развития данного направления энергетики.

Цель работы заключалась в том, чтобы наглядно продемонстрировать преимущества нанокompозитов над обычными материалами в виде возможности достижения более низкого уровня охлаждения.

Для достижения цели было необходимо реализовать расчет температурного поля элемента. Для этого использовали численную методику моделирования нестационарных процессов [1] в одно-, двух- и трехкаскадных термоэлементах с применением программного пакета PHOENICS.

В результате были получены нестационарные зависимости температуры холодного спая элементов. Элемент с применением нанокompозита оправдал ожидания, показав более низкий уровень охлаждения. Исследования проводились с использованием разных видов тока: постоянный ток, выпрямленный ток при одно- и двухполупериодном выпрямителе, импульсный ток.

### **Литература**

1. **Вайнер А.Л.** Каскадные термоэлектрические источники холода, М.: Советское радио, 1976.

*А.А. Дмитриев, студ.; рук. А.С. Дмитриев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КАПЕЛЬ НА ВИБРИРУЮЩИХ И НАКЛОННЫХ ПОДЛОЖКАХ**

В этой работе объектом исследования являются капли на слабонаклонных и вибрирующих подложках. Исследования закономерностей поведения капель могут дать множество ценных научных сведений по гидродинамике и физике поверхности.

В работе сконструирована и изготовлена экспериментальная установка для исследований движения капель жидкости на наклонных и вибрирующих подложках. Разработана методика фиксации формы капель при вибрациях подложки при различных амплитудах и частотах.

Особое внимание уделялось режимам колебаний капель на вибрирующих подложках и измерению углов скатывания [1] с наклонной вибрирующей подложки. Были выделены различные режимы колебаний капель и измерены амплитуды колебаний капли при различных частотах и амплитудах вибраций подложки.

В работе представлены методики постановки экспериментов, а также их результаты в сыром и обработанном виде. Были сняты видео зарегистрированных режимов колебаний. Построены зависимости угла скатывания от амплитуды колебаний подложки.

На основе наблюдений был сделан вывод, что режимы колебаний капель можно различить по следующим признакам: синхронность колебаний капли, наличие фиксированных в пространстве точек поверхности во время колебаний, форма капли.

### **Литература**

1. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания, М.: Химия, 1976.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Углеродные структуры находят все более широкое применение в создании новых систем, используемых в электронике, медицине, машиностроении и т.д. Большое количество аллотропных разновидностей углерода требует создания методик анализа, которые адекватно реагируют не только на качественный состав и количественное содержание углерода, но и на его фазовую структуру. Удовлетворить всем технологическим требованиям возможно на основе использования методик электронной спектроскопии. В последние годы быстрыми темпами совершенствовались приборы электронной спектроскопии. Это привело к активной разработке методов спектроскопии характеристических потерь энергии (СХПЭ) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), работающих с угловым разрешением.

Целью настоящей работы является развитие методов расчета СХПЭ и РФЭС спектров на основе точного описания процессов многократного упругого рассеяния.

СХПЭ и РФЭС спектры мы будем представлять в виде сумм [1]:

$$Q(\Delta, \mu_0, \mu, \varphi) = Q_0(\mu_0, \mu, \varphi)\delta(\Delta) + \sum_{k=1}^{\infty} Q_k(\mu_0, \mu, \varphi) \bar{\omega}_{in}^k(\Delta);$$
$$R(\Delta, \mu_0, \mu, \varphi) = R_0(\mu_0, \mu, \varphi)\delta(\Delta) + \sum_{k=1}^{\infty} R_k(\mu_0, \mu, \varphi) \bar{\omega}_{in}^k(\Delta),$$
(1)

где  $\bar{\omega}_{in}^1(\Delta) = \omega_{in}(\Delta)$ ;  $\bar{\omega}_{in}^2(\Delta) = \int_0^{\Delta} \omega_{in}(\Delta - \varepsilon) \omega_{in}(\varepsilon) d\varepsilon$ ;

$$\bar{\omega}_{in}^k(\Delta) = \int_0^{\Delta} \omega_{in}^{k-1}(\Delta - \varepsilon) \omega_{in}(\varepsilon) d\varepsilon;$$

величины  $Q_k(\mu_0, \mu, \varphi)$  и  $R_k(\mu_0, \mu, \varphi)$ , определяющие вероятности вкладов в РФЭС и СХПЭ спектры электронов, испытавшие  $k$ -неупругое рассеяние, вычисляются на основе уравнений, полученных методами инвариантного погружения.

В работе будут представлены РФЭС и СХПЭ спектры для широкого набора различных фаз углерода. Расчеты будут выполняться в двуслойной модели, учитывающей различные законы потерь энергии в поверхностных слоях и массиве, удаленном от поверхности.

### Литература

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986.

И.А. Лашков, студ.; рук. А.С. Дмитриев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## ОСОБЕННОСТИ СМАЧИВАНИЯ И РАСТЕКАНИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТИ НЕОДНОРОДНО НАГРЕТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В настоящее время хорошо исследованы явления смачивания и растекания химически и морфологически неоднородных поверхностей при постоянных температурах [1], но недостаточно изучено стекание капель жидкости по неоднородно нагретым поверхностям различной морфологии, в том числе с мезо- и наноскопическими структурами.

Целью работы являлось исследование динамики капель различных жидкостей (вода, изоктан, спирт, органические и биоорганические жидкости) на перегретых поверхностях в условиях неоднородного нагрева.

Для достижения цели сконструировали экспериментальный стенд, с помощью которого измеряли передние и задние контактные углы при различных наклонах поверхности и температурах, в том числе при температурах, превышающих точку Лейденфроста (именно в последнем случае проявляются отличительные особенности поведения капель по сравнению с горизонтальными поверхностями [2]).

Объектами исследования служили подложки алюминия, кремния, никеля, металлооксидной керамики различной морфологии, а также подложки с мезо- и наноскопическими структурами на поверхности (микросферами различных материалов диаметром от десятков до сотен микрометров; слоями углеродных материалов: сажи, нанотрубок, графена и графеновых пеллет).

Объекты исследования неоднородно нагревали ИК-излучением в горизонтальном или наклонном (с контролируемым углом) положениях. Контактные углы измеряли на установке EasyDropKruss.

В результате проведенной работы найден способ охлаждения микро- и оптоэлектронных устройств на основе микрокапельных и струйных систем с повышением эффективности охлаждения.

### Литература

1. Дмитриев А.С. Введение в нанотеплофизику. М.: Изд-во «Бином», 2014.
2. Дмитриев А.С., Романов А.С. Особенности теплообмена при взаимодействии капель рабочих жидкостей с мезоскопическими и наномасштабными поверхностями энергетического оборудования // Вестник МЭИ. 2013. № 2.

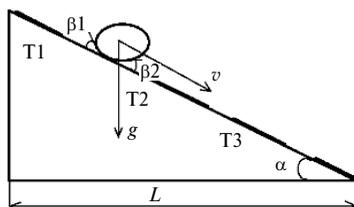


Рис. 1. Постановка задачи стекания капель по неоднородно нагретым поверхностям различной морфологии

*Н.В. Ляпунов, студ.; А.С. Грязев, асп.;  
рук. В.П. Афанасьев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ НЕУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ**

Одной из главных проблем создания высокоточной количественной электронной спектроскопии является отсутствие дифференциальных сечений неупругого рассеяния в твердых телах. Главной причиной является невозможность прямого вычисления дифференциальных сечений неупругого рассеяния (ДСНР) из «первых принципов» в отличие от дифференциальных сечений упругого рассеяния, где такая возможность существует. Еще одна проблема заключается в различии законов потерь энергии в приповерхностных слоях и однородном, удаленном от поверхности, массиве твердого тела.

В 70–80-х годах прошлого века были созданы методы, позволяющие восстановить ДСНР из экспериментальных данных. С математической точки зрения эти методы относятся к классу некорректных задач математической физики [1]. Попытки прямого решения сталкиваются с плохой «обусловленностью», что приводит к возможности использовать этот подход только для однородных моделей. Но в однородном подходе восстановленная ДСНР содержит особенности, не имеющие реального физического смысла и включает области отрицательных значений. Наиболее надежным методом решения некорректных задач является метод подбора [1], основанный на многократном решении прямой задачи и использовании модельного ДСНР, включающего набор варьируемых параметров.

Целью работы является оптимизация процедуры подбора, создание методики, максимально ускоряющей и уточняющей процедуру фитинга. В работе будет показана необходимость использования многослойной модели мишени. Для простых металлов и материалов допустима двухслойная модель: поверхностный слой и однородный массив. Для переходных металлов необходима трехслойная модель.

### **Литература**

1. **Тихонов А.Н., Арсенин В.Я.** Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986.

П.Г. Макаров, асп.; рук. А.С. Дмитриев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РАСТРЕСКИВАНИЯ КОЛЬЦЕОБРАЗНОГО СЛЕДА, ОСТАЮЩЕГОСЯ ПОСЛЕ ВЫСЫХАНИЯ КАПЕЛЬ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

Высыхание коллоидных растворов в отличие от «чистых» жидкостей не является равномерным процессом. В случае гидрофильной поверхности, на которой лежит капля исследуемого раствора, высыхание можно разделить на три стадии [1]: 1) равномерное высыхание большого объема растворителя; 2) почти полное испарение растворителя, образование тонкой пленки вещества, характеризуемого повышенной концентрацией растворенных/взвешенных частиц; 3) высыхание тонкой пленки. При отсутствии внешнего нагрева первая стадия занимает большую часть всего времени высыхания (около 80 %), остальные две стадии протекают очень быстро.

По окончании испарения следы, оставшиеся от капель исследуемого коллоидного раствора наночастиц диоксида кремния, лежавших на тонкослойной пленке ИТО, были изучены под оптическим микроскопом. Осадок занимал всю площадь изначальной капли. Плотность оседания частиц в обоих случаях выше у краев окружности, таким образом, были сформированы кольцеобразные буртики из наночастиц. Наблюдалось относительно равномерное растрескивание буртиков на сегменты (рис. 1, а).

В работе проведено моделирование процесса высыхания исследуемых капель, за основу взяты механизмы, описанные в [2]. Исследовано изменение характера растрескивания при варьировании температуры подложек, влажности окружающей среды и других параметров, влияющих на напряжения, возникающие в объеме жидкости.

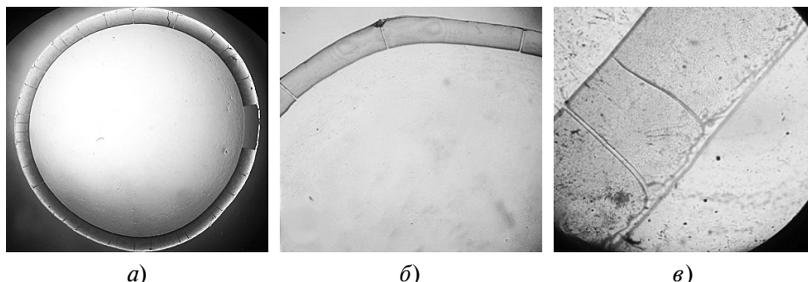


Рис. 1. Следы испарившихся наножидкостей

а – буртик; б –  $\text{SiO}_2$ ; в –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

## Литература

1. **Dmitriev A.S., Makarov P.G.** Study of Dynamics of Drying Processes in  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{SiO}_2$  Nanocolloid Droplets // 10th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics: Orlando, Florida, 2014. P. 1966.
2. **Tadashi Kajiya, Cecile Monteux, et. al.** Contact-Line Recession Leaving a Macroscopic Polymer Film in the Drying Droplets of Water-Poly(N,N-dimethylacrylamide) (PDMA) Solution // *Langmuir*. 2009. 25(12). 6934–6939.

*П.Г. Макаров, М.А. Эльбуз, аспиранты;  
рук. А.С. Дмитриев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **КИПЕНИЕ В РЕЖИМЕ «ПРЫГАЮЩИХ ПУЗЫРЕЙ»: МЕХАНИЗМЫ, ТЕПЛОБМЕН, ГИДРОДИНАМИКА**

Процессы пузырькового кипения различных жидкостей давно известны и в достаточной мере хорошо изучены для кипения на поверхностях различной геометрии и структуры: плоские, цилиндрические подложки; гладкие и шероховатые поверхности; подложки с микроскопическими и наноразмерными неоднородностями; гидрофильные и гидрофобные подложки. Также хорошо изучены процессы кипения в пористой среде (как внутри пористой структуры, так и на ее поверхности). В этом случае пористая среда выступает как пассивная, жестко закрепленная структура [1]. В данной работе объектом исследования являются незакрепленные твердые микросферы, совместно с водой и паром (3 фазы) образующие активную среду. Такая система обнаруживает целый ряд особенностей в пузырьковом режиме кипения в свободном объеме недогретой жидкости. Более ранние исследования такой системы авторами не обнаружены.

В качестве мезоскопической структуры в данном исследовании применялся монослой алюминиевых или свинцовых (Pb 95 % + Sb 5 %) микросфер диаметром 150–300 мкм, которые находились на внутренней поверхности чашки Петри. Чашка Петри помещалась на электрический нагреватель с регулируемой температурой. В чашку наливалась дистиллированная вода, которая покрывала слой микросфер высотой, примерно равной 10–30 их диаметров. Проводились видеосъемка и измерение температур.

При температуре нагревателя 140–150 °С начиналось активное зарождение пузырей пара под микросферами. Следует особо подчеркнуть, что механизм роста пузырей отличался от классического [2], поскольку нагрев пара в пузыре происходил не только за счет теплоты от нагревателя, но и за счет теплопереноса через боковые поверхности микросфер, что заметно изменяло скорость роста пузырей.

По результатам обработки устанавливались: начало зарождения пузырей, момент подъема пузырей с захватом микросфер, время подъема и опускания пузырей с микросферами и, наконец, начало следующего этапа генерации и подъема пузырей.

### **Литература**

1. **Ковалёв С.А., Соловьёв С.Л.** Испарение и кипение в тепловых трубах. М.: Наука, 1989.
2. **Лабунцов Д.А., Ягов В.В.** Механика двухфазных систем. М.: Издательство МЭИ, 2000.

*И.С. Тереховец, студ.; рук. А.С. Дмитриев, д.т.н., проф. (НИУ «МЭИ»)*

## **ДИНАМИКА КАПЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПЕРЕГРЕТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ. ЭФФЕКТ ЛЕЙДЕНФРОСТА**

Явление, при котором взаимодействие жидкости и перегретой поверхности тела с температурой, превышающей точку кипения исследуемой жидкости, приводит к возникновению изолирующего слоя пара, предохраняющего жидкость от быстрого выкипания, получило название «эффект Лейденфроста» [1]. Возникновение изолирующего слоя пара объясняется мгновенным испарением нижней части капли при контакте с перегретой поверхностью. Изолирующий слой пара поддерживает оставшуюся часть капли над перегретой поверхностью, предотвращая дальнейшее прямое соприкосновение между жидкостью и горячим телом.

Целью работы являлось изучение динамики «левитирующих» капель различных жидкостей в условиях различных температур поверхности, превышающих точку Лейденфроста.

Для достижения цели проводили многофакторные эксперименты с «левитирующими» каплями различных жидкостей методами видеорегистрации и фотофиксации (в высокоскоростном режиме работы камеры) перемещений капель и изменения их форм при различных температурах перегретой поверхности.

В результате проведенной работы наблюдали движение капель вдоль градиента температур, получили подробное описание динамики капель методом замедленной видеосъемки. Полученные результаты могут быть востребованы в задачах повышения эффективности струйной печати, технологий охлаждения разбрызгиванием, спреевой покраски и нанесения фоторезистивных материалов при фотолитографии в процессе производства устройств микро- и наносистемной техники.

### **Литература**

1. **Johann Gottlob Leidenfrost** De aquae communis nonnullis qualitatibus. Duisburg, 1756. (Лейденфрост И.Г. Трактат о некоторых свойствах обыкновенной воды).

## СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ – ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ .....	3
Секция 30. Экономика и менеджмент в энергетике и промышленности .....	5
НАПРАВЛЕНИЕ – ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЙ .....	79
Секция 31. Промышленная электроэнергетика .....	81
Секция 32. Энергетика теплотехнологии .....	100
Секция 33. Процессы и аппараты промтеплоэнергетики .....	122
Секция 34. Энергосбережение и промышленная экология .....	132
Секция 35. Промышленные теплоэнергетические системы .....	158
Секция 36. Электрохимическая и водородная энергетика .....	196
Секция 37. Экономика и управление на предприятии .....	211
НАПРАВЛЕНИЕ – ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА .....	287
Секция 38. Атомные электрические станции и установки .....	289
Секция 39. Проблемы термоядерной энергетики и плазменные технологии .....	314
Секция 40. Теплофизика .....	324
Секция 41. Техника и физика низких температур .....	350
Секция 42. Нанотехнологии .....	356

*Научное издание*

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
И ЭНЕРГЕТИКА**

**Двадцать первая Международная научно-техническая  
конференция студентов и аспирантов**

Тезисы докладов  
В 4 томах

Том 3

Корректоры *Г.Ф. Раджабова, В.В. Сомова*  
Компьютерная верстка и подготовка  
оригинал-макета *Л.В. Софейчук*

---

Подписано в печать 26.01.2015

Формат бумаги 60×84/16

Печать офсетная

Усл. п.л. 21,4

Тираж 370 экз.

Заказ

---

ЗАО «Издательский дом МЭИ», 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14а  
Отпечатано в ППП «Типография «Наука», 121099, Москва, Шубинский пер., д. 6