

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

**ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Сборник научных статей  
по материалам III Международной  
научно-практической конференции**

22 декабря 2011 г.

Редакционная коллегия:  
*А.В. Филонович (отв. редактор)*  
*С.А. Сергеев (зам. отв. редактора)*  
*В.И. Бирюлин*  
*О.М. Ларин*  
*Н.В. Хорошилов*  
*Е.А. Припачкина*  
*А.Н. Горлов*  
*В.Н. Алябьев*  
*Н.М. Гайдаш*

Курск 2011

УДК 621:004:338:340:37:54:66

ББК 65.9(2Рос)-55

П 76

Рецензент

Доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ,  
завкафедрой информационных систем и технологий  
Саратовского государственного аграрного университета  
им. Н.И. Вавилова, проф. *В.А. Подчукаев*

Редакционная коллегия:

*А.В. Филонович*, д-р техн. наук, проф., отв. редактор  
*С.А. Сергеев*, канд. техн. наук, доцент, зам. отв. редактора  
*В.И. Бирюлин*, канд. техн. наук, доцент  
*О.М. Ларин*, канд. техн. наук, доцент  
*Н.В. Хорошилов*, канд. техн. наук, доцент  
*Е.А. Припачкина*, нач. редакционно-издательского отдела  
*А.Н. Горлов*, канд. техн. наук, старший преподаватель  
*В.Н. Алябьев*, канд. техн. наук, доцент  
*Н.М. Гайдаш*, канд. техн. наук, доцент

П 76      Применение инновационных технологий в научных исследованиях: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / редкол.: А.В. Филонович (отв. ред.) [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2011. 358 с.  
ISBN 978-5-7681-0706-2

В сборнике представлены статьи ученых России, стран СНГ и Европейского союза, посвященные рассмотрению, анализу, применению, внедрению, созданию инновационных технологий в научных исследованиях.

Предназначен для научно-технических работников, специалистов в области инноваций, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

УДК 621: 004: 338: 340: 37: 54: 66  
ББК 65.9(2Рос)-55

ISBN 978-5-7681-0706-2

© Юго-Западный государственный  
университет, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>10</b>
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА .....</b>	<b>11</b>
Бирюлин В.И., Хорошилов Н.В., Ларин О.М., Горлов А. Н., Сергеев С.А., Алябев В.Н., Гайдаш Н.М., Димитров Любомир АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....	11
Милых В.И., Полякова Н.В. ОСНОВЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ФАЗОВЫХ СООТНОШЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН В ТУРБОГЕНЕРАТОРЕ .....	31
Комлева Е. АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	36
Бурмистров В.Н., Дрогунов С.В., Сафонов М.А., Шкирмантов А.Ю. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ – ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ.....	50
Бурмистров В.Н., Дидорин В.С., Бочаров И.Ю., Ушаков А.Н. ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ.....	56
Кобелев Н.С., Павлова Е.В. КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА ВЕНТИЛИРУЕМОГО ВОЗДУХА КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ВОЗДУХОПРОВОДЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	64
Хацевский К.В., Шагаров А.А. АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМЫ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....	69
Малеева Е.И. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ЧЕТЫРЕХФАЗНЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	72
Полищук И.В. АНАЛИЗ БАЗЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ НЕЙТРОННОЙ ДОЗИМЕТРИИ .....	75

Титенко Е.А., Бурмака А.А., Фролов С.Н. РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ.....	78
Кривецкий И.В. ТОКООГРАНИЧИТЕЛИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО И АВТОТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПА (127 кВ, 2 кА) .....	81
Симаков А.Н., Мухин А.А. ЗАЩИТА ОБЪЕКТА ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕРРОРИЗМА И УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ.....	84
Симаков А.Н., Холодов И.И. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА СИСТЕМ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ.....	86
Чернышева Д.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ .....	89
Передельский Г.И., Диденко Ю.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНО-НЕЗАВИСИМЫХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ В ИМПУЛЬСНЫХ МОСТОВЫХ ЦЕПЯХ .....	95
Передельский Г.И. ПСЕВДООБРАТНЫЕ ДВУХПОЛЮСНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ.....	102
Бирюлин В.И., Хорошилов Н.В., Ларин О.М., Горлов А.Н., Сергеев С.А., Алябев В.Н., Гайдаш Н.М., Димитров Любомир ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	106
Бочанов Е.Е., Бочанова Н.Н., Передельский Г.И. МОСТОВЫЕ ЦЕПИ С УРАВНОВЕШИВАЮЩИМИ РЕГУЛИРУЕМЫМИ РЕЗИСТОРАМИ .....	110
Киреев К.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СИСТЕМЫ С ШУНТИРОВАННОЙ ДУГОЙ.....	114
Юлдашев З.Ш. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....	118
Телегин В.В., Шпиганович А.Н. ВЫБОР АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	123

Бирюлин В.И., Хорошилов Н.В., Ларин О.М., Горлов А.Н., Сергеев С.А., Алябев В.Н., Гайдаш Н.М., Димитров Любомир	
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА И АЛГОРИТМА ПО ВЫБОРУ ТЕКУЩИХ ПРИОРИТЕТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ.....	127
Плесконос Л.В.	
МЕТОД И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ.....	134
Мирошникова Н.А.	
К ПРОБЛЕМЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	138
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕХАНИКА.....</b>	<b>142</b>
Бегей Р.Н.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АЛМАЗНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .....	142
Иванов В.Ю.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА РЫХЛИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА .....	145
Сергеев С.А., Москалёв Д.В., Дмитрикова Т.В.	
ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РАСЧЕТА ЦЕПНЫХ МУФТ.....	148
Головко А.Н.	
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛОЖЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ОБРАБОТКЕ БОКОВОЙ СТОРОНЫ ВИТКА «БРЕЮЩЕГО» ЧЕРВЯКА.....	156
Чевычелов С.А., Гладышкин А.О.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ .....	160
Чевычелов С.А., Бобрышев Д.А.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ.....	165
Чевычелов С.А., Чистяков П.П.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ГОЛОВКИ РЕЛЬСОВ.....	169
Меркушева Ю.Е.	
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЗОЛОТНИКОВ .....	174

## **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, РАДИОТЕХНИКА, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ..... 178**

Архангельская Е.В.

ПРОВЕРКА ЗАПИСИ ПРОГРАММНОГО КОДА С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА  
ТЕКСТОВОЙ СТРОКИ ..... 178

Лопатин Р.С., Олейникова С.А.

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ  
ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ ..... 182

Глазунов В.В., Олейникова С.А.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ СИСТЕМ  
С НЕОРДИНАРНЫМ ВХОДЯЩИМ ПОТОКОМ ЗАЯВОК ..... 185

Андросик А.Б., Воробьев С.А., Мировицкая С.Д.

МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА  
ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ..... 190

Абрамов А.В.

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО РЫНКА FOREX..... 194

Филонович А.В., Дидковский В.В.

АДАПТИВНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ – РАЗРЕШЕНИЕ ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ  
В РАЗНЕСЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ..... 199

Подчукаев В.А., Милюкин Ю.А., Филонович А.В.

МЕТОДЫ АДАПТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ..... 205

## **ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЯ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, УТИЛИЗАЦИЯ ..... 210**

Ершова О.В., Чупрова Л.В., Родионова Н.И.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ  
КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УПАКОВКИ..... 210

Чупрова Л.В., Муллина Э.Р.

ПРОИЗВОДСТВО УПАКОВКИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
СОДЕРЖАЩИХ ВТОРИЧНОЕ ПОЛИМЕРНОЕ СЫРЬЁ ..... 214

В.В. Коварда, О.И. Кузнецова

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ: СОВРЕМЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ..... 218

Ниязи Ф.Ф., Мальцева В.С., Сазонова А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ИОНОВ ХРОМА (III) .....	222
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>227</b>
Ж.Ю. Коптева ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СКОТОВОДСТВЕ .....	227
Марганова О.Н., Лобова О.С. ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА ЗЕМЛИ И «ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ»: ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕРЫ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	230
Кудина О.В., Аметова Э.Н. СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОРПОРАЦИЙ: МИРОВОЙ ОПЫТ.....	236
Воропаева О.Д. БУХГАЛТЕРСКИЙ И НАЛОГОВЫЙ УЧЕТ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗЕРВА ПО СОМНИТЕЛЬНЫМ ДОЛГАМ В СООТВЕТСТВИИ С НОВЫМИ ПРАВИЛАМИ, ДЕЙСТВУЮЩИМИ С НАЧАЛА 2011 ГОДА.....	241
Воропаева О.Д., Родионова И.Н. ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА АМОРТИЗАЦИОННОЙ ПРЕМИИ И АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ .....	246
Грачева Н.А., Воропаева О.Д. ОТЧЕТ О ДВИЖЕНИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ .....	250
Барзыкина Г.А. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ .....	256
Мальцева А.А. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОПАРКОВ) .....	261
Марганова О.Н., Золотарева И.А. Гребенькова К. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ОПЛАТЫ ТРУДА ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ .....	269
Ерин А.А., Ларина О.Г. ПОЛНОМОЧИЯ СЕКРЕТНОГО (ТАЙНОГО) ОТДЕЛЕНИЯ В XIX ВЕКЕ .....	275

Ларина О.Г. ИСТОРИКО-ПРАВОВЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИНАНСОВЫХ ПРЕРОГАТИВ ГОСУДАРСТВА .....	278
Мальцева А.А. ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ .....	282
<b>ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ.....</b>	<b>285</b>
Шевченко В.В., Гаврилов Э.В. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРАВОВОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ УКРАИНЫ .....	285
Киреев К.В. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	291
Молчанова Е.В. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ.....	295
Фисенко Е.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА И ЛИТЕРАТУРЫ.....	299
Гладышева М.М. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ШКОЛА».....	303
Симаков А.Н., Яткин Д.В. ДИСТАНЦИОННО-ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН – ОСНОВА АДАПТИВНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ УЧЕБНОГО ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА .....	307
Горлов А.Н., Бирюлин В.И., Хорошилов Н.В., Ларин О.М. ПРИМЕНЕНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗАХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС .....	311
Шевченко В.В. ОСОБЕННОСТИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ .....	313
Кириченко И.И. ФОРМИРОВАНИЕ ВИДЕНИЯ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ВУЗА.....	317



<b>ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ЭЛЕКТРОХИМИЯ .....</b>	<b>322</b>
Ниязи Ф.Ф., Кувардин Н.В., Фатьянова Е.А., Симаков В.И. ИЗУЧЕНИЕ ВЫСОКОРАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ АСКОРБИНОВУЮ КИСЛОТУ, КОФЕИН, ПАРАЦЕТАМОЛ, МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ .....	322
Быковская Е.Е., Лях Е.Г., Лепина, И., Кролевец А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	325
Быковская Е.Е., Кролевец А.А. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	336
Миронович Л.М., Фролова Н.В., Туктаров Э.М. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ 4-АМИНО-6-ТРЕТ-БУТИЛ- 5-ОКСО-3-Н- 1,2,4-ТРИАЗИНА.....	342
Кролевец А.А., Щербинин Д.В., Даничев С.В., Николаенко А. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ Е-КАПРОЛАКТАМА .....	345
Быковская Е.Е., Кролевец А.А. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ В ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРАХ НА ПРИМЕРЕ РИВАНОЛА .....	350
Бурых Г.В., Шевцова С.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА, КАДМИЯ, ЦИНКА И МЕДИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ .....	354

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник содержит научные статьи из области применения инновационных технологий в научных исследованиях, которые связаны с достижениями в сфере инновационных технологий, в том числе энергетики и энергосбережения; машиностроения; электротехники, радиотехники, телекоммуникаций и электроники; информатики, вычислительной техники и автоматизации; металлургии и материаловедения; охраны труда и экологии; химии и химической технологии; экономики предприятий и управления производством; правоведения; интерактивных технологий обучения и инноваций в области образования. Значительное число публикаций посвящено экономическим проблемам как в энергетике, так и в других областях науки.

В материалах сборника нашли свое отражение опыт и научные разработки преподавателей и сотрудников, аспирантов и студентов Юго-Западного государственного университета, а также других учебных заведений и научных школ России и зарубежья. География участников конференции только по Российской Федерации очень широка: от Белгорода и Москвы до Магнитогорска и Омска. Кроме того, в сборник включены работы ученых Болгарии, Казахстана и Украины. Многие положения надежно подкреплены базой результатов испытаний и их статистической обработкой. В издание включены обзорные статьи, материалы проблемного характера, которые еще нуждаются в дополнительной разработке и апробации на практике.

Данный сборник предназначен для научно-технических работников, специалистов в области инноваций, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

# ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 631.21

В.И. Бирюлин, Н.В. Хорошилов, О.М. Ларин, А.Н. Горлов,  
С.А. Сергеев, В.Н. Алябев, Н.М. Гайдаш, кандидаты техн. наук  
Юго-Западный государственный университет, Курск

Любомир Димитров  
Технический университет, София (Болгария)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*В статье рассматривается использование возобновляемых источников энергии для выработки энергии. Данная работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (мероприятие 1.9 – I очередь) по теме: «Работы по проведению проблемно-ориентированных поисковых исследований и созданию научно-технического задела по приоритетному направлению «Энергетика и энергосбережение» с участием научных и исследовательских организаций стран Европейского Союза».*

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, энергоресурсы, ветроэнергетика, электрическая энергия, энергосбережение.

Основными потребителями электроэнергии являются здания и сооружения различного назначения. На сегодняшний день данные объекты могут использовать на свои нужды электроэнергию, полученную как от традиционных источников, так и от возобновляемых. Последнее направление является инновационным в рамках реализации мировой политики энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Известно, что на территории многих стран мира увеличивается выработка электрической и тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – солнечных, ветровых, геотермальных, энергии малых водных потоков (малых рек), биомассы и др. [1]. Абсолютная величина производства энергии от этих источников невелика. По состоянию на 1995 г. в энергобалансе России на ее долю приходилось менее 2%. В зарубежных странах величина производства энергии от ВИЭ изменяется от 0,4% (1990 г.) до 1,8% (2012 г.) от общего количества энергии. Несмотря на небольшие объемы, для некоторых регионов, особенно удаленных от энергосистем, эти источники являются единственным средством обеспечения элект-

тричеством и теплом. Развитие нетрадиционной энергетики обусловлено постоянным удорожанием и истощением традиционных энергоресурсов, обострившимися проблемами сохранения окружающей среды, необходимостью надежного и эффективного энергоснабжения отдаленных, труднодоступных и специфических потребителей [1].

Рассмотрим более подробно каждый ВИЭ в качестве источника электрической энергии и долю его использования в различных странах мира. Особое внимание уделим объемам производства электроэнергии и её стоимости.

Анализ научных источников выявил, что на сегодняшний день сложилось мнение, что ветер как источник энергоресурсов переходит из разряда прогнозируемых в разряд реальных источников. Данный источник способен внести значительный вклад в топливно-энергетический баланс (ТЭБ) любой страны. Потенциал производства электрической энергии ветроэнергетическими установками (ВЭУ) на сегодняшний день в мире составляет 20000 ТВт·ч в год [2].

Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью. Так, в начале 2011 года общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 196,6 ГВт. В этом же году количество электрической энергии, произведённой всеми ветрогенераторами мира, составило 430 ТВт·ч (2,5% всей произведённой человечеством электрической энергии). Ветроагрегатов различных конструкций и назначений в настоящее время насчитывается более 2,4 млн шт. [1]. Доля ВЭУ составляет 11–13% от всех возобновляемых источников энергии. В перспективе они смогут покрыть до 3% общего энергопотребления [1]. Наметилась тенденция к заметному использованию ветроэнергетического потенциала в ТЭБ, увеличению единичной мощности ветроагрегатов с одновременным совершенствованием их конструкции: уменьшение массы лопастей; возрастание прочности, полная автоматизация управления, групповое: размещение ВЭУ в виде станций, продвижение подобных комплексов в шельфовую зону морей [1]. Исследуется возможность интеграции ВЭУ в европейскую энергосистему в объеме более 20% от общего производства электроэнергии [1], рассматривается возможность получения электролизного водорода с применением ВЭУ. Общие ветроэнергоресурсы в Европе оцениваются в 1436 МВт электрической мощности на ветродвигателях, что соответствует производству 4655 ТВт·ч в год. По самым заниженным оценкам, возможна годовая выработка 350 ТВт·ч. Прогноз перспективного развития ВЭУ к 2012 году показывает, что ежегодный прирост ВЭУ может составить 1 ГВт. К 2030 году реально получение суммарной мощности 200 ГВт, при которой ВЭУ будут покрывать 10% энергопотребления Европы, например в Дании с помощью ветрогенераторов производится 20% всего электричества, в Португалии – 16%, в Ирландии – 14%, в Испании – 13% и в Германии – 8%. В мае 2010 года 80 стран мира

уже использовали ветроэнергетику на коммерческой основе. В таблице 1 приведены параметры ветрогенераторов в зависимости от их мощности [3].

Таблица 1

Параметры ветрогенераторов в зависимости от их мощности

Параметр	1 МВт	2 МВт	2,3 МВт
Высота мачты	50-60	80	80
Длина лопасти	26	37	40
Диаметр ротора	54	76	82,4
Вес ротора на оси	25	52	52
Полный вес машинного отделения	40	82	82,5

Наиболее развитым государством в области ветроэнергетики в Европе является Дания (3436 шт. ВЭУ мощностью 454,5 МВт производят 1000 млн кВт·ч в год электроэнергии) [4]. Потенциал возобновляемых источников в старых и новых землях Германии для производства электрической и тепловой энергии оценивается в 113–478 ТВт·ч и 460–788 ТВт·ч в год соответственно. Мощности ВЭУ Германии составляют 230 МВт при годовом производстве электроэнергии 450 млн кВт·ч [4]. В 1995 году в стране работало 3675 ВЭУ, на 1058 больше, чем в 1994 году. Суммарная установленная мощность ВЭУ составляла 1150 МВт, что сопоставимо с мощностью больших ТЭС или АЭС. В 1995 году в Германии впервые были построены ВЭУ мегаваттного класса. В 1996 году установленная мощность ВЭУ увеличилась до 1100 МВт. Согласно [4] в Германии в 2009 г. получили установленную мощность ВЭУ 3200...4000 МВт с годовой выработкой энергии 10–12 ТВт·ч, что покрыло 1,3% энергопотребления страны.

Наряду с Германией достаточно крупными ветроэнергоресурсами обладает Великобритания. При предполагаемой мощности ВЭУ 555 МВт выработка электроэнергии составляет 1760 ТВт·ч в год [4]. Потенциальные запасы энергии ветра на суше оцениваются в 343 ТВт·ч в год, в прибрежных водах – в 380 ТВт·ч в год. Ветроэнергетические ресурсы, возможные для использования, оцениваются в 54–60 ТВт·ч в год. Причем вытесняющая мощность ВЭУ для ТЭС и АЭС составляет 15–40%. Технически возможной считается 20%-ная доля участия ВЭУ в энергосистемах страны [5].

Правительство Великобритании обнародовало стратегию в области использования возобновляемых источников энергии, где приводятся сведения по состоянию новых технологий, рынка, по ресурсам, экологическим аспектам, ограничениям и возможностям [5]. На сегодня в Великобритании планируют разместить ВЭУ, которые будут генерировать около 8 ГВт электроэнергии, однако в планах правительства увеличить к 2020 г. подобные мощности до 25 ГВт.

Австрия имеет благоприятные возможности использования ВЭУ в земле Нижняя Австрия, где ВЭУ мощностью 500 кВт обеспечивают электропитание 300 жилых домов [5].

В Польше к 2010 году уже установлено 15000 ВЭУ мощностью 20–60 кВт с общей мощностью 1107 МВт. Они вырабатывают до 0,1% требуемой электроэнергии [5]. Прогнозирование развития энергетики Польши до 2012 года предполагает достижение суммарной мощности до 1300 МВт и годовой выработки 1200 ТВт·ч [5]. Хотя доля ВЭУ в общем производстве электроэнергии не превысит 10%. В небольших районах она может обеспечить 50% местных потребностей.

Значительный технический прогресс Италии в последние 10 лет позволил резко снизить стоимость производства электроэнергии на возобновляемых источниках энергии: для ветровой энергии в 4–8 раз, солнечных тепловых установок – в 6 раз, солнечных батарей – в 60 раз [5]. Оцениваемая стоимость электроэнергии ВЭУ равна 13 руб./кВт·ч, при скорости ветра 6 м/с стоимость составит 9,75 руб./кВт·ч [5]. Такую цену для электроэнергии ВЭУ определила Межминистерская комиссия цен для закупок ENEL [5]. Структура стоимости ВЭУ распределяется следующим образом: основное оборудование – 60...70%, строительно-монтажные работы – 40...30% [5].

Благоприятными зонами, где возможно использование энергии ветра, являются побережье Черного моря, где скорость ветра составляет 5–7 м/с, горные районы со скоростью ветра от 6 до 10 м/с и некоторые континентальные зоны со скоростью ветра 5,5 м/с. В этих зонах могут быть размещены ВЭУ мощностью до 500 МВт со средней продолжительностью эксплуатации до 2500 ч в год [6].

В энергетике США возобновляемые источники энергии завоевывают все также более прочные позиции. Так, к 2030 году мощность энергетических установок, использующих ВИЭ, составит 28–40% мощности всех энергосистем страны [5]. Основные мощности ВЭУ сосредоточены в штате Калифорния, где в эксплуатации находится 15500 ВЭУ суммарной мощностью 1620 МВт [6]. Крупнейшей на данный момент ветряной электростанцией является электростанция в городе Роско (Roscoe), штат Техас, США. Она была запущена 1 октября 2009 года немецким энергоконцерном E.ON. Станция состоит из 627 ветряных турбин производства Mitsubishi, General Electric и Siemens. Полная мощность около 780 МВт, площадь электростанции около 400 км<sup>2</sup>.

Потенциальная потребность Канады в ветроэнергетических установках до 2014 г. оценивается в 40 тыс. штук. В отдаленных районах получают развитие ВЭУ мощностью 20 кВт для подзарядки аккумуляторных батарей и электроснабжения релейных станций [6].

Особенностью использования ВЭУ в Китае является их возможность работать более 300 дней в году [6]. На сегодняшний день площадь, пригод-

ная для использования энергии ветра, составляет 76% от всей территории страны, общий потенциал ветроэнергетики превышает 1,6 млрд кВт. Суммарная мощность групп ВЭУ в настоящее время доведена до 13 млн кВт [6].

В Японии все более широкое развитие в энергетике получает использование энергии ветра. Японскими учеными составлена карта, на которой отмечены 38 тысяч мест, пригодных для рентабельного производства электроэнергии за счет энергии ветра. На ближайшую перспективу, даже если использовать только те места, где среднегодовая скорость ветра на высоте 30 м над поверхностью превышает 8 м/с, в Японии можно построить не менее 25 ВЭУ мощностью 1 млн кВт [6].

Грузия имеет значительные потенциальные ресурсы для развития ветроэнергетики. Однако вклад энергии ветра в ТЭБ страны не определен [6].

Практически реализуемый ветроэнергетический потенциал республики Беларусь составляет 673 кВт·ч в год, что эквивалентно 2,17 млн. т.у.т./год [6].

Кроме этого многие оборонные предприятия на территории бывшего СССР разрабатывали крупные ВЭУ, получая определенную финансовую поддержку, однако в настоящее время большинство работ приостановлено, в том числе на фирмах «Радуга» и «Совэна» [1]. Специалисты Министерства энергетики Российской Федерации считают, что только одна разработка совместного российско-нидерландского предприятия «LMW Wind Energy» находится на достаточно высоком уровне, стоимость такой ВЭУ 1200000 руб. [1]. В России каждый киловатт установленной мощности небольших ветроагрегатов обходится в 600–1000 рублей, а стоимость производимой электроэнергии достигает около 16 коп/(кВт·ч) [1]. Сравнительная оценка основных элементов ветрового кадастра, полученных по данным наблюдений и восстановленных расчетным путем, показывает, что по сравнению с ценами на традиционную электроэнергию, которые со временем растут, динамика цен на ветровую электроэнергию имеет обратную тенденцию [1].

В последние годы надежность и технико-экономические показатели ВЭУ непрерывно улучшаются. Это дает основание считать, что наиболее экономичными для России могут быть ВЭУ с диаметром ветроколеса 15–30 м [1].

Оптимизация использования ветровой энергии в условиях Западной Сибири показывает, что приведенные затраты на производство 1 кВт·ч энергии и удельные капиталовложения на 1 кВт установленной мощности зависят от размеров ВЭУ. С увеличением диаметра ветроколеса удельные затраты и вложения снижаются до определенных границ мощности [1]. Использование ВЭУ является экономически выгодным в тех зонах, где среднегодовая скорость ветра превышает 4 м/с, а кривая распределения дает наиболее частую повторяемость скоростей в диапазоне 4–9 м/с [1].

Основными факторами в России, приводящими к удорожанию энергии, получаемой от ветрогенераторов, являются:

- необходимость выработки электрической энергии напряжением 220 В с частотой 50 Гц (применяется инвертор);
- необходимость независимой работы в течение некоторого периода времени (применяются аккумуляторы);
- необходимость длительной бесперебойной работы потребителей (применяется дизель-генератор).

В настоящее время наиболее экономически целесообразно получение с помощью ветрогенераторов не электрической энергии промышленного качества, а постоянного или переменного тока (переменной частоты) с последующим преобразованием его с помощью тепловых электронагревателей в тепло для обогрева жилья и получения горячей воды [7].

Из всего этого можно сделать вывод, что ветроэнергетические установки являются основным способом преобразования ветровой энергии в электрическую энергию.

Анализ литературных источников [8–10] показал, что наиболее применимым типом ВЭУ в мировой практике является ветровая турбина, оснащенная горизонтальным валом, на котором установлено рабочее колесо с различным числом лопастей – чаще всего 2–3. Для работы при невысоких скоростях ветра предназначены многолопастные колеса, которые используются в малых установках. В этом случае турбина и электрогенератор устанавливаются в гондоле, размещенной на верху мачты. Диапазон единичных мощностей производимых ВЭУ в мире весьма широк: от нескольких сот ватт до 2–4 МВт. Строительство промышленного ветрогенератора осуществляется на подготовленной площадке за 7–10 дней [8–10]. Для этого необходимо наличие дороги до строительной площадки, тяжёлая специальная подъёмная техника с выносом стрелы более 50 метров, так как гондолы монтируются на высоте около 50 метров. Прибрежные ветряные электростанции строят на небольшом удалении от берега моря или океана. Шельфовые ветряные электростанции строят в море на расстоянии 10–12 километров от берега. Шельфовые ветряные электростанции обладают рядом преимуществ:

- их практически не видно с берега;
- они не занимают землю;
- они имеют большую эффективность из-за регулярных морских ветров.

Шельфовые электростанции строят на участках моря с небольшой глубиной. Башни ветрогенераторов устанавливают на фундаменты из свай, забитых на глубину до 30 метров. Шельфовые электростанции более дороги в строительстве, чем их наземные аналоги. Для генераторов требуются более высокие башни и более массивные фундаменты. Солёная морская вода может приводить к коррозии металлических конструкций.

Также применяются плавающие электростанции, которые устанавливаются на платформе. Стальная башня ветрогенератора уходит под воду на глубину 100 метров, над водой она возвышается на 65 метров, диаметр рото-



ра составляет 82,4 м. Для стабилизации башни ветрогенератора и погружения его на заданную глубину в нижней его части размещён балласт (гравий и камни). При этом от дрейфа башню удерживают три троса с якорями, закреплёнными на дне.

ВЭУ мощностью до 100 кВт (малые) широко применяются для автономного питания потребителей. Область их применения во многом совпадает с фотопреобразователями. Особенно эффективно применение таких установок для водоснабжения (подъем воды из колодцев и скважин, ирригация). Автономные малые ветроустановки могут в себя содержать аккумуляторы электрической энергии и работать совместно с дизельгенераторами. В некоторых случаях используются комбинированные ветросолнечные установки, которые позволяют обеспечивать более равномерную выработку электроэнергии, учитывая изменения скорости ветра зависимости от погодных условий.

Ветроустановки мощностью более 100 кВт (крупные) – сетевые ВЭУ, предназначенные для работы на электрическую сеть.

Удельная стоимость крупных ВЭУ сегодня составляет 800–1000\$/кВт, а малых ВЭУ, как правило, выше и увеличивается с уменьшением мощности, достигая величины 3000 \$/кВт (иногда и выше) для установок мощностью от нескольких сот ватт до 1 кВт.

Другим перспективным возобновляемым источником является солнечное излучение. Интенсивность солнечного излучения на поверхности Земли, в зависимости от географического положения местности, изменяется от 2300 кВт·ч/м<sup>2</sup> в Африке до 700 кВт·ч/м<sup>2</sup> в Скандинавии [9]. Использование солнечной энергии осуществляется пассивно (специальная конструкция зданий) или активно (низкотемпературные солнечные коллекторы, фотоэлектрические преобразователи). При общем количестве тепловой энергии (16,6–10<sup>15</sup> ккал), вырабатываемой в США за год, на долю солнечной, включая и фотоэлектрические устройства, приходится 0,06–10<sup>15</sup> ккал [9]. По данным VDE, производство электроэнергии в Германии на базе альтернативных источников (ГЭС, биомасса, ветер, солнце) составляет 4,3% общего производства электроэнергии в год [9]. При среднем для Германии значении энергии солнечного излучения 1000 кВт·ч/м<sup>2</sup> и возмещаемых капитальных затратах домохозяева могут удовлетворять 50% своей потребности в горячей воде с помощью этих установок, затраты на которые окупаются за два-четыре года [9]. На наклонных крышах зданий могут быть установлены солнечные коллекторы площадью 260 млн м<sup>2</sup>, почти такой же потенциал у зданий с плоскими крышами [9]. В 2009 году Германия производила от возобновляемых источников энергии 27 млрд кВт·ч, что составит 5% общей выработки, а в 2012 году планирует до 6 – 8%. Доля возобновляемых источников энергии в выработке электроэнергии в 2005 году составлял 8–10%, в 2012 году составит 13% [9].

В настоящее время 28% энергии, потребляемой в Австрии, дают возобновляемые источники энергии [9]. Площадь коллекторов солнечной энергии составляет  $461415 \text{ м}^2$  ( $244710 \text{ м}^2$  – плоские,  $4335 \text{ м}^2$  – вакуумированные,  $212370 \text{ м}^2$  – пластмассовые), их производительность  $151 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$  в год [9].

В последние 10 лет в Австрии установлены солнечные модули для прямого преобразования солнечной энергии в электроэнергию общей мощностью  $350 \text{ кВт}$  [9].

К 2025 году Великобритания будет вырабатывать от 5 до 45% электроэнергии за счет ВИЭ, что эквивалентно снижению выбросов  $\text{CO}_2$  от 10 до 100 млн т ежегодно, вероятная выработка электроэнергии составит  $60 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}$  в год, т.е. 20% от выработки 1991 года [9].

В Швейцарии сооружаются комбинированные солнечно-ветровые установки с ежегодной выработкой электроэнергии до  $3000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ , что достаточно для обеспечения среднего жилого дома [9]. В одном из пригородов Женевы реализован крупный проект отопления и горячего водоснабжения жилых объектов площадью  $10720 \text{ м}^2$  с установленной мощностью солнечных коллекторов  $400 \text{ кВт}$  [9]. Солнечные модули  $1,8 \text{ м}^2$  поставки Energie Solaire SA имеют производительность  $300 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$  в год.

Новые методы получения энергии (топливные элементы, солнечные батареи, ВЭУ) имеют большое значение для будущего энергетики Японии [6]. Целью является достижение мощности установок, максимально приближенных к потребителю:  $1,9 \text{ млн кВт}$  в 2000 году и  $5,7 \text{ млн кВт}$  в 2012 году [6].

Австралийская электроэнергетическая компания Factorm Power Grid получила первую электроэнергию от своих солнечных установок, которые могут конкурировать с традиционными электрогенерирующими установками [8]. Коллектор солнечной энергии с концентрирующим отражателем диаметром 25 м, сооруженный в г. Канберра, имеет электрическую мощность  $45 \text{ кВт}$ . Следующим шагом станет сооружение солнечной электростанции (СЭС) мощностью  $4 \text{ МВт}$  в Tennant Creek, где будет 27 таких отражателей, ожидаемая стоимость проекта  $7,5 \text{ млн евро}$ . Планируется построить СЭС мощностью  $100 \text{ МВт}$  в Новом Южном Уэльсе [10]. По оценке экспертов, в Австралии через 30 лет примерно треть потребляемой энергии будет производиться от возобновляемых источников энергии [10].

Рассмотрим одну из самых используемых энергоустановок с солнечными элементами – солнечную фотоэлектрическую установку, которая осуществляет прямое преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию с помощью фотопреобразователей.

Солнечная фотоэлектрическая установка состоит из солнечных батарей в виде плоских прямоугольных поверхностей, работа которых состоит в преобразовании энергии солнечного излучения в электрическую энергию. Электрический ток в фотоэлектрическом генераторе возникает в результате процессов, происходящих в фотоэлементах при попадании на них солнечного излучения. Наиболее эффективны фотоэлектрические генераторы, осно-

ванные на возбуждении электродвижущей силы (ЭДС) на границе между проводником и светочувствительным полупроводником (например, кремнием) или между разнородными проводниками.

Наибольшее распространение получили солнечные фотоэлектрические установки на основе кремния трех видов: монокристаллического, поликристаллического и аморфного.

Для фотопреобразователей из монокристаллического кремния в лабораториях с помощью опытных образцов КПД достигает 24%. На малых опытных модулях – 18%. Для поликристаллического кремния эти рекордные значения равны 17 и 16%, для аморфного кремния на опытных модулях достигнуты КПД около 11% [8].

Все эти данные соответствуют так называемым однослойным фотоэлементам. Кроме того, используются двух- и трехслойные фотоэлементы, которые позволяют использовать большую часть солнечного спектра по длине волны солнечного излучения. Для двухслойного фотоэлемента на опытных образцах получен КПД 30%, а для трехслойного – 35–40%. В таблице 2 приведены крупнейшие фотоэлектрические установки в мире [8].

Таблица 2

Крупнейшие фотоэлектрические установки в мире

Пиковая мощность, МВт	Местонахождение	Описание	Годовая мощность, МВт·ч/год
97	Сарния, Канада	Более 1000000 солнечных модулей	120000
84,2	Монтальто-ди-Кастро, Италия	952000 солнечных модулей	105000
80,7	Финстервальде, Германия	Более 755000 солнечных модулей	100000
46,4	Амарележа, Португалия	Более 262000 солнечных модулей	38000
11	Серпа, Португалия	52000 солнечных модулей	14000
6,3	Мюльхаузен, Германия	57600 солнечных модулей	6750
5	Бюрштадт, Германия	30000 солнечных модулей	5000
4	Мерзебург, Германия	25000 солнечных модулей	3400
3,9	Rancho Seco, США	Более 26000 солнечных модулей	3250
3,3	Серре, Италия	60000 солнечных модулей	3050

Кроме вышерассмотренных нами двух видов нетрадиционных источников питания используются биохимические технологии переработки жидких органических отходов. В мире широко используется технология анаэробного (при отсутствии атмосферного кислорода) разложения органического сырья с целью выработки биогаза, состоящего на 55–60% из метана [7].

Получаемый биогаз отводят из объема метантенка и направляют в газгольдер – аккумулятор, откуда газ отбирается по мере надобности в основном на теплоснабжение близлежащих зданий и сооружений. Биогаз может также использоваться как топливо в двигателях внутреннего сгорания с целью производства механической и электрической энергии.

Биогаз также выделяется на свалках, в болотах, канализации, рисовых полях, силосных ямах и колоннах. Получение биогаза происходит от микробиологического разложения (сбраживания) определенных фракций практически любых твердых и жидких органических отходов. Выход биогаза из 1 т сухого вещества растительных отходов и сорняков для растительных масс составляет: для соломы пшеничной – 342 м<sup>3</sup>; стеблей кукурузы – 420 м<sup>3</sup>; подсолнечниковой шелухи – 300 м<sup>3</sup>; ботвы картофеля – 420 м<sup>3</sup>; сорной растительности – 500 м<sup>3</sup>. При этом коэффициент превращения органических веществ в биогаз достигает 0,9. Биогаз с высокой эффективностью может трансформироваться в другие виды энергии. КПД его использования в качестве топлива на газогенераторах составляет до 83% [7].

При промышленном производстве биогаза происходят те же принципы, что и в природе, но только в анаэробной (без доступа воздуха) среде. В специальных биореакторах – так называемых «метантенках» производят не только газ, но и органические удобрения. В сырьевом биогазе содержится в среднем 65% метана и 35% CO<sup>2</sup>, влаги и других примесей. Газ, извлекаемый из недр, перед применением в двигателе внутреннего сгорания подвергается обогащению (до уровня содержания метана в газе 95%), очистке, осушке и компримированию. Энергетический эквивалент газа составляет 9–10 кВт·ч/м<sup>3</sup> [7].

Более подробно рассмотрим процессы, происходящие в метантенках. Анаэробная обработка содержимого метантенка осуществляется путем биохимического разложения органических материалов в отсутствие кислорода. Как считают ученые, разложение органики происходит в четыре стадии, и на каждой из них работает определенный вид бактерий [7]. Первая группа отвечает за растворение и гидролиз органики. Вторая – действует на растворенные продукты, превращая их в более простые органические продукты. Третья – продолжает разрушение с образованием уксусной, масляной, пропионовой, валериановой и других кислот. И, наконец, четвертая группа состоит собственно из метаногенных бактерий, которые образуют метан, углекислый газ, водород и др. за счет ранее полученной другими бактериями питатель-

ной среды. Скорость и эффективность указанных микробиологических процессов зависят от многих факторов: температуры 30–35°C или 52–57°C, кислотности (РН 6,6–7,6), скорости подачи питания, степени перемешивания и др. Поэтому большие метантенки оборудуются системами обогрева, перемешивания, контроля РН, рекуперации тепла сброженного продукта, а сам метантенк покрывается слоем теплоизоляции. Для поддержания теплового режима метантенка затрачивается от 20 до 50% вырабатываемого биогаза в зависимости от температуры окружающей среды.

Сырьем для метантенков служат чаще всего отходы животноводства и птицеводства и отходы сельскохозяйственного производства (солома, ботва), спиртового производства (барда) и др.

Применение биоэнергетических модулей позволит решить задачи:

- обеспечения электроэнергией собственного хозяйства;
- повышения плодородия почв (на 15–25%);
- экспорт высококачественного экологически чистого органического удобрения;
- обеспечения охраны окружающей среды;
- обеспечения санитарно-гигиенического благополучия ферм.

Эффективность использования биогазовых установок определяется в основном методами преобразования получаемого биогаза как энергоносителя.

Можно отметить следующие направления использования биогаза:

- сжигание в котельных агрегатах для нагрева воды и подачи её на технологию и сторонним потребителям;
- подготовка биогаза в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и подача его в газораспределительные сети местных потребителей природного газа (смешение с природным газом);
- очистка, осушка, сжатие и заправка биогазом газобаллонных автомобилей, тракторов и других сельхозмашин;
- выработка электроэнергии;
- получение биомассы и др.

Выбор направления использования биогаза определяется в каждом конкретном случае для каждого хозяйства. На сегодняшний день наиболее остро стоит вопрос обеспечения хозяйств электроэнергией.

В Европе сосредоточено 44% мирового количества установок анаэробного сбраживания, в Северной Америке – 14%. Работающие в странах ЕС промышленные биогазовые установки по признаку происхождения используемых отходов можно разделить на несколько групп. Основными являются следующие три группы: агропищевая (67,5%), непищевая промышленность (15%) и непромышленная (9,6%) [7].

Биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясо-

комбинатах. Биогазовая установка может заменить ветеринарно-санитарный завод, т.е. падаль может утилизироваться в биогаз вместо производства мясокостной муки.

Ведущее место среди промышленно развитых стран в производстве и использовании биогаза по относительным показателям занимает Дания – биогаз составляет 18% её энергобаланса. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок ведущее место занимает Германия – 8000 тыс. шт. [7].

Сегодня в Германии работает около 800 фермерских биоэнергетических установок, в Австрии их более 100. В Германии установок, вырабатывающих биогаз из коммунальных сточных вод, более 4000, во Франции – 150, в Швейцарии – 134. Систем сбора и утилизации биогаза на полигонах твердых отходов в Италии – 89, в Швеции – 73. Всего в Европе работает около 6400 биогазовых энергетических установок разного типа, а безусловным лидером биогазовых технологий является Германия. Европейские установки производят 10,7 ТВт·ч электроэнергии и 36,53 ПДж тепловой энергии в год [9].

На настоящее время в Германии работает около 400 биогазовых установок с объемом метантенка 600–800 м<sup>3</sup>. В период с 2006 по 2010 г. было построено 8 централизованных биогазовых заводов. На начало 2008 г. суммарная емкость всех работающих метантенков составляла 190 тыс. м<sup>3</sup>. По оценкам экспертов, в Германии существует необходимость в строительстве, по меньшей мере, 220 тыс. биогазовых установок, из которых 86% должны перерабатывать навоз. При осуществлении этих планов доля биогаза может достичь 11% общего объема потребления газа в Германии.

В Италии на данный момент нет государственной программы развития биогазовых установок, но Итальянская электрокомпания обязана покупать электроэнергию, выработанную из биогаза, по цене на 80% выше цены для потребителей.

В Австрии до 2007 г. действовали 46 преимущественно фермерского типа биогазовых установок. В 2007 г. было введено в действие 10 установок фермерского типа и 5 крупных. До 2012 г. предполагается увеличить количество биогазовых установок до 190. В Австрии нет национальной программы поддержки строительства биогазовых установок, однако их строительство поддерживают министерства сельского хозяйства и экологии, а финансовую поддержку оказывают федеральные сельскохозяйственные организации и банки [7].

В 2012 г. в ЕС намечено получить дополнительной энергии за счет использования биомассы в размере 90 млн т. нефтяного эквивалента (н.э.), из них 15 млн т н.э. – за счет использования биогазовых установок. В таблице 3 приведен потенциал производства энергии из биогаза к 2020 г. в ЕС [9].

Таблица 3

Потенциал производства энергии из биогаза к 2020 г.

Страна	Количество биомассы, млн т	Количество энергии из биогаза, 10 <sup>9</sup> кВт·ч/год
Австрия	36,1	6,1
Болгария	10,2	1,5
Бельгия	52,0	8,8
Дания	52,5	8,9
Финляндия	18,5	3,1
Франция	251,9	42,7
Германия	234,6	39,8
Греция	11,4	1,9
Ирландия	70,5	11,9
Италия	112,0	19,0
Люксембург	2,08	0,4
Нидерланды	80,8	13,7
Португалия	22,0	3,7
Испания	108,2	18,3
Швеция	26,3	4,4
Великобритания	155,4	26,3

В Индии, Вьетнаме, Непале и других странах строят малые (односемейные) биогазовые установки. Получаемый в них газ используется для приготовления пищи [9].

В Китае находится больше всего малых биогазовых установок (более 40 млн), которые производят около 7 млрд м<sup>3</sup> биогаза в год. Они обеспечивают топливом примерно 60 млн крестьян. В биогазовом производстве Китая заняты 60 тысяч человек [9].

В Индии с 1981 до 2010 года было установлено 3,8 млн малых биогазовых установок [9].

В Непале существует программа поддержки развития биогазовой энергетики, благодаря которой в сельской местности к концу 2009 года было создано 200 тысяч малых биогазовых установок [9].

Концепция централизованных биогазовых установок (заводов) предусматривает транспортировку биомассы от нескольких поставщиков – окрестных фермерских хозяйств, а также частично от муниципальных и промышленных предприятий. На таком заводе предусмотрено централизованное хранение навоза и сброженного осадка. Сброженный осадок весной и осенью забирают фермеры для использования в качестве удобрения. Из 20 заводов только 4 работают с убытком: два – из-за неудачной конструкции, кото-

рая не позволяет работать устойчиво, вызывая большие эксплуатационные расходы. Другие – из-за больших выплат по кредитам, взятым для реконструкции. Например, правительство Дании одобряет и финансово поддерживает строительство таких заводов (государственная субсидия в среднем составляет приблизительно 20% от сметы строительства). Помимо централизованных биогазовых заводов с 1994 г. развивается концепция строительства маломасштабных фермерских установок с объемом метантенка 150–200 м<sup>3</sup> [10].

На сегодняшний день использование ВИЭ в России значительно уступает объемам европейских стран. В России на начальном этапе исследования ВИЭ делается попытка разработать меры по экономическому стимулированию и государственной поддержке разработчиков, предприятий-изготовителей, потребителей оборудования и энергоустановок [10].

На территории Приволжского Федерального округа характерно развитие использования биотоплива и ветроэлектростанций.

В 2001 г. ОАО «Башкирэнерго» построило и запустило в эксплуатацию в Туймазинском районе республики вторую по мощности в России ветроэлектростанцию «Тюпкильды».

В Чувашской Республике рассматривается применение ВЭС и биотоплива.

Нижегородская область в вопросах инноваций в энергоснабжении сотрудничает с иностранными компаниями и берет за базисные источники возобновляемые ресурсы – биотопливо и силу ветра. Первыми экспериментальными проектами стали «Получение энергии из отходов животноводства и сельского хозяйства, а также производство паллет из отходов древесины», реализуемые в Сокольском районе Нижегородской области, и производство биогаза – «Биоэнергетическая установка по переработке отходов Сеймовской птицефабрики». Проекты были реализованы в рамках создания международного технологического центра «Возобновляемая энергия». Совместно с датской компанией «Folkecentre» образовано предприятие «Folkecentre-NN», основной задачей которого является монтаж, установка и запуск в эксплуатацию трех ветроэнергетических установок общей мощностью 450 кВт вблизи рабочего поселка Работки Кстовского района. Уже начато возведение этих установок. Разработка проектов в области альтернативной энергетики будет продолжена. Она имеет целью улучшение не только в энергоснабжении, но и в экологической обстановке и реализации основных положений Киотского соглашения, которое предусматривает сокращение выбросов парниковых газов, что также является немаловажным фактором в промышленности.

В Сибирском Федеральном округе развито использование солнечной энергии, гидроэнергетики, применение биотоплива, ветроэлектростанций и геотермальных станций. Первая геотермальная станция была открыта в



2005 году в Омской области в поселке Чистово. Проект обошелся в 16 миллионов рублей.

В Республике Тыва в 2003 году была принята программы «400 солнечных юрт», в рамках которой в Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения РАН разработаны компактные гелиоэлектростанции, мощность каждой составляет 140 Вт, что вполне достаточно, чтобы накопленная за день солнечная энергия питала вечером телевизор и две лампы. Всего на реализацию программы до 2012 года планируется затратить 18 млн рублей из республиканского и федерального бюджетов.

Благоприятные условия для эффективного использования возобновляемых источников энергии находятся в Республике Бурятия, о чем говорят высокий уровень солнечной радиации и стремительный рост цен на энергоносители. На сегодняшний день солнечными установками оснащены государственные учреждения, промышленные предприятия, жилые дома.

Республика Калмыкия не имеет электрических генерирующих мощностей и 100% электроэнергии закупает в соседних субъектах РФ. К 2012 году были намерения полностью обеспечить Республику электроэнергией, производимой на ее территории. Для чего совместно с чешско-германским предприятием правительство планировало подписать контракт о строительстве в Калмыкии 150 ветровых электростанций, которые позволят не только полностью обеспечить Калмыкию необходимой электроэнергией, но и продавать электроэнергию за пределы республики. Планировалось строительство 50 электростанций мощностью 1,2 МВт. Ведется строительство Калмыцкой ветроэлектростанции (КВЭС) мощностью 22 МВт и Элистинской парогазовой электростанции (ЭПГЭС) мощностью 320 МВт. Годовой отпуск электроэнергии составит 1374 млн кВт·ч. Тарифы на отпускаемые с ЭПГЭС электроэнергию и тепло прогнозируются ниже общероссийских.

Краснодарский край имеет экономический потенциал по всем видам ВИЭ: геотермальная и солнечная энергия, ветровая энергия, гидроэнергия малых рек и водотоков, низкопотенциальная энергия моря, окружающего воздуха, стоков технического водоснабжения потребителей, а также запасы местных видов топлива (растительные отходы – солома, лузга, стержни початков кукурузы, животноводческие стоки), биомассы (сорго, рапс). В 2006 году компания «Ветропарк Инжиниринг», входящая в холдинг НПО «Электросфера», являющийся членом РАВИ, совместно с партнерами: инвестиционной компанией Greta Energy (Канада) и Инженерным Центром РАО ЕЭС России (Москва) – инициировали строительство 50 МВт ветропарка на Кубани, на побережье Азовского моря. Энергетики предлагают администрации муниципального образования проект, аналогов которому в России пока нет, – установку 25 ветрогенераторов суммарной мощностью 50 МВт. С учетом планов по развитию промышленности такие альтернативные источники

энергии обеспечат потребности в этой области. А на Кубани в настоящее время эксплуатируется 10 месторождений геотермальных вод.

В качестве альтернативной энергетики в Ставропольском крае рассматривают возможности геотермальных источников. Одним из перспективных геотермальных источников является Казьминское месторождение (Кочубеевский район). А при современных технологиях по производству геотермального тепла и электричества позволяют в кратчайшие сроки вернуть вложенные в реализацию проекта финансовые средства.

Одним из наиболее благоприятных регионов с точки зрения установки солнечных электростанций является Астраханская область. С начала 2007 года в России началось осуществление проекта «Повышение энергоэффективности на региональном уровне в Архангельской, Астраханской и Калининградской областях».

В Ростовской области действует Ростовская ВЭС мощностью в 0,3 МВт.

При сложившихся высоких ценах на энергоносители и продукты нефтепереработки в Воронежской области поиск альтернативных видов топлива и источников электроэнергии становится особенно актуальным. Альтернативным топливом может стать как биодизель, производимый из рапсового масла, так и топливо, получаемое в результате переработки органических отходов. Кроме того, в Воронежской области перспективным является использование ветроустановок для обеспечения энергией удаленных районов области.

В Твери в качестве альтернативы разработана программа по развитию биоэнергетики. В настоящее время в г. Торжке строится завод «МЛТ» по производству топливных гранул мощностью 60–70 тыс. тонн в год.

В качестве альтернативы на территории республики развивается ветроэнергетика. До 2015 года ветроэлектростанции должны появиться в с. Юрюнг-Хая Анабарского улуса и с. Юкагир Усть-Янского улуса мощностью 300 и 100 кВт. В настоящее время по ветровым нагрузкам определены населенные пункты для строительства ВЭС общей мощностью 9250 кВт, эксплуатация которых позволит замещать до 6800 тонн дизельного топлива в год.

Приморский край относится к регионам России, где целесообразно использовать солнечную энергию для целей энергообеспечения.

В Хабаровском крае разработан инвестиционный проект сроком строительства 11 лет (ввод первых агрегатов – на 7 году) – Тугурская ПЭС с возобновляемым, экологически чистым источником энергии (энергия приливов). Место расположения электростанции – Тугурский залив в южной части Охотского моря, район города Николаевска-на-Амуре, 600 км до Хабаровска, 940 км до Японии. Технические показатели ПЭС – 7980 МВт, годовая выработка электроэнергии – 20 млрд кВт. Строительство планируется про-

водить прогрессивным наплавным способом (без перемычек), что позволяет перенести в условия промышленного центра (доки г. Находка или Японии) более 82% строительно-монтажных работ.

На о. Беринга Камчатской области находятся 2 ВЭУ мощностью по 250 кВт.

Использование геотермальных электростанций позволяет на 25% обеспечить потребности региона в электроэнергии и ослабить зависимость от поставок дорогостоящего привозного мазута. Геотермальные ресурсы Камчатки оцениваются в 5000 МВт. Суммарная мощность Паужской, Верхне-Мунтовской, Мунтовской геотермальных электростанций составляет более 70 МВт.

Запасы ВИЭ на Чукотке значительны и практически не использовались до настоящего времени. Ветровые энергоресурсы на Чукотке достигают 1,5 трлн кВт·час/год (свыше 14% общероссийских) и являются более стабильными по отношению к мировым. Первая на Чукотке ВЭУ, построенная в 2003 году, мощностью 3,0 МВт, состоящая из 10 ветроагрегатов мощностью 250 кВт каждый и 1 дизельгенератора мощностью 500 кВт, построена на Мысе Обсервации Анадырского района. Ежегодная выработка электрической энергии составляет около 50% потребляемой в Анадырском районе. Последующее строительство ВЭУ планируется осуществить на территории всего восточного побережья Чукотки в 14 населенных пунктах.

В Челябинской области в общем балансе потребления энергоресурсов на долю альтернативных источников приходится лишь 2%. К 2012 году планируется довести их удельный вес до 10%. Это ветряки (в горных районах), а также источники, использующие гидроресурсы и биогазовые технологии.

Проблемными вопросами в энергетике Республики Карелия являются дороговизна поставляемого топлива и тенденция к дальнейшему увеличению цены. В качестве возобновляемых источников энергии используются ветровые ресурсы Приладожья и Прионежья, возможность применения древесных отходов и отходов животноводства, гидроэнергетика. Предполагается строительство ВЭС в населенных пунктах: пос. Кевят-озеро, Юково, Ноттаварка, г. Кемь, о. Валаам, где планируется построить 5 ветроэлектростанций общей мощностью 15,12 МВт.

Энергетическая система Республики Коми представляет собой единый, практически замкнутый территориальный комплекс, имеющий слабую связь с энергосистемой России. На территории республики действует ветроэлектрический парк «Заполярный» (Воркута, 2,5 МВт).

В качестве применяемых альтернативных источников энергосбережения и технологий на территории Архангельской области имеется ветродизельный комплекс в п. Каменка Мезенского района мощностью 2х225 кВт и в п. Долгощелье мощностью 1х100 кВт.

Калининградская область является энергодефицитной. Обеспечение ее топливно-энергетическими ресурсами почти полностью осуществляется за счет поставок с территории Российской Федерации (до 95% электроэнергии, 100% природного газа, угля и нефтепродуктов). Поставка электроэнергии в Калининградскую область в основном обеспечивается транзитом по территории Литвы. Альтернативным источником энергоснабжения является использование силы ветра. Вблизи поселка Куликово с 2002 г. работает ветропарк, насчитывающий 21 ВЭУ общей мощностью 5,1 МВт, имеется ряд малых гидроэлектростанций суммарной установленной мощностью 1,7 МВт.

Из-за продолжительного отопительного периода – более 9 месяцев, высокой стоимости привозного топлива и значительной доли энергозатрат в себестоимости продукции возникают проблемы с энергоснабжением в Мурманской области. Эти вопросы пытаются разрешить альтернативными источниками энергосбережения – использование энергии морского прилива. На побережье Баренцева моря в пос. Ура-губа в 90 км от г. Мурманска располагается Кислогубская приливная электростанция, являющаяся научной базой НИИЭС и входящая в состав каскада Туломских ГЭС. На электростанции установлен один обратимый капсульный агрегат установленной мощностью 400 кВт французской фирмы «Нейрпик». Электростанция предоставлена для исследований институтам НИИЭС и Гидропроект. Также в Мурманске одной из частных компаний сооружена ветроустановка.

Таким образом, ВИЭ имеют и свои достоинства, и недостатки. Достоинством данного вида энергии является повсеместная распространенность большинства их видов, высокий уровень экологичности. Затраты на эксплуатацию по их использованию не содержат топливной составляющей, что в конечном итоге снижает себестоимость произведенного вида энергии.

Что касается отрицательных характеристик, то это малая удельная мощность и изменчивость во времени большинства ВИЭ. Первый недостаток обязывает создавать большие площади энергоустановок, которые «перехватывают» поток используемой энергии. Это приводит к увеличению капитальных затрат по сравнению с традиционными установками. Но, несмотря на это, повышенные капитальные издержки впоследствии окупаются за счет низких эксплуатационных затрат.

Большие неприятности создает изменчивость во времени солнечного излучения, ветра, приливов, стоков малых рек, тепла окружающей среды. Если, например, изменение энергии приливов строго циклично, то процесс поступления солнечной энергии, хотя в целом и закономерен, содержит тем не менее некоторый элемент случайности, зависящий от погодных условий. Наиболее изменчива и непредсказуема энергия ветра. Зато эталоном спокойствия выступают геотермальные установки, при неизменном дебите геотермального флюида в скважинах гарантируют постоянную выработку энергии

(электрической или тепловой). Кроме того, неизменное во времени производство энергии обеспечивают установки, использующие биомассу, если они снабжаются требуемым количеством необходимого сырья.

Анализируя производство электрической энергии, необходимо отметить, что она является весьма специфическим видом продукции, который должен быть использован в тот же момент, что и произведен. Ее нельзя складировать, как уголь, нефть или любой другой товар, так как фундаментальная научно-техническая проблема аккумулирования (хранения) электрической энергии в больших количествах пока не решена и нет оснований для её решения в ближайшем будущем.

Применение электрохимических аккумуляторов для малых автономных ветровых и солнечных энергоустановок возможно и целесообразно только при производстве электроэнергии за счет этих нерегулируемых источников. Однако в промышленных масштабах возникают трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (с графиком нагрузки). Достаточно мощная энергосистема, включающая также ВЭУ или ветроэлектростанции и солнечные электростанции (СЭС), может компенсировать изменения мощности этих станций. Хотя при этом, во избежание колебаний основных параметров энергосистемы (прежде всего частоты), доля нерегулируемых электростанций не должна превышать 10–15% (по мощности) [11].

Что касается отсутствия платы за использование ВИЭ, то данное обстоятельство компенсируется значительной стоимостью необходимого оборудования. В результате возникает противоречие, состоящее в том, что бесплатные ВИЭ способны использовать в основном богатые страны. В то же время наиболее заинтересованными в эксплуатации ВИЭ являются развивающиеся государства, которые не имеют современной энергетической инфраструктуры, то есть развитой сети централизованного энергоснабжения. Для них энергообеспечение с использованием ВИЭ могло бы стать решением проблемы, но из-за ограниченности денежных ресурсов они не имеют средств на приобретение оборудования в достаточном количестве и соответствующего качества. Богатые же страны недостатка в энергии не испытывают и интересуются альтернативной энергетикой в основном с целью сохранения экологии, повышения энергетической эффективности и диверсификации источников энергии.

В результате вышепроведенного анализа можно сделать вывод о том, что за рубежом все шире начинают применять ВИЭ во всех сферах жизнедеятельности человека, а в России из-за относительной дешевизны ТЭР пока трудно организовать их крупномасштабное использование. Для решения данной проблемы необходим системный подход, который и проявляется во многих странах в основном с использованием уже упомянутой выше законодательной базы.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Пермяков, Э.Н. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы освоения / Э.Н. Пермяков // Энерг. стр-во. 2011. № 12.
2. Об энергосбережении: федер. закон от 03.04.1996 № 28-ФЗ [принят Гос. Думой 13.03.1996 г.; в ред. от 30.12.2008 г.].
3. Шефтер, Я.И. Ветроэнергетика: стратегия развития, новые разработки и их использование / Я.И. Шефтер // Конверсия в машиностроении. 1995, № 5.
4. Beurskens, H.J.M. Wind energy – on the verge of a break – through / H.J.M. Beurskens // Eur. Community Wind; Energy Conf.: Proc. Int. Conf., Madrid, 10–14 Sept., 1990. Bedford, 1990.
5. Economic aspects of advanced energy technologies / R. Ramakumar, G. Buller-Nicholas, P. Alonso, S. Rodriguer (Mani) Venkata // Proc. 2003. № 3. S. 91.
6. Jahre Hybridkraftwerk Pellworm // Windkraft. 2004. № 1. S. 14.
7. Sonur Hans Dieter. Begrenzte Perspektiven / Sonur Hans Dieter // Energ. Speltrum. 1996. № 1. S. 11.
8. Schmidt Janos. Napenergia-hasznositas Ausitriaban / Schmidt Janos // Musi. gaid. mag. 2002. 4. siept.
9. Primjenasuncane energije u elektrognergetici / D. Feretic, V. Mikulicic, Z. Tomsik // Energija. 2011. № 1.
10. Bussmann Werner. Vielser-sprechende Ergebnisse / Bussmann Werner // Sonnenenergie und War-metechnik. 2011. №6.
11. ГОСТ Р 51595-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия. М.: Госстандарт России, 2000. 6 с.

V.I. Biryulin, O.M. Larin, N.V. Khoroshilov, S.A. Sergey, A.N. Gorlov,  
V.N. Alyabyev, N.M. Gaydash  
*Southwest State University (Kursk)*

Lubomir Dimitrov  
*Dean of Mechanical Engineering Department Technical University,  
Sofia (Bulgaria)*

**THE MODERN APPLICATION ANALYSIS OF RENEWED ENERGY SOURCES  
FOR ELECTRIC POWER DEVELOPMENT**

*In the article renewed energy sources use for energy development is considered. The given work is executed within the federal target program limits «Researches and workings out in priority development directions of a scientifically-technological complex of Russia for 2007–2013» (action 1.9 –*

*I turn) on the theme: «Works on carrying out of problem-oriented basic researches and scientific creation and technical reserve in a priority direction» Power and power savings »with participation of the scientific and research organisations of the European Union countries ».*

**Keywords:** *renewed energy sources, power resources, wind power, electric energy, power savings.*

УДК 621.313

В.И. Милых, д-р техн. наук, профессор, Н.В. Полякова, ассистент  
НТУ «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина)

## **ОСНОВЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ФАЗОВЫХ СООТНОШЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН В ТУРБОГЕНЕРАТОРЕ**

*Представлена система направлений токов в обмотках турбогенератора, которая позволяет получать на основе численных расчетов магнитных полей согласованные фазовые – временные и пространственные соотношения совокупности электромагнитных величин, характеризующих его работу.*

**Ключевые слова:** *турбогенератор, магнитное поле, численные расчеты, электромагнитные величины, фазовые соотношения.*

**Введение.** Главные процессы в электрических машинах осуществляются через магнитное поле, поэтому непосредственное использование его расчетов – наиболее перспективный путь развития системы изучения и проектирования этих машин. При расчетах магнитных полей приоритет получили численные методы, обеспечивающие достаточно точное отображение конструкции электрических машин и насыщение их магнитопровода. Особенно распространился метод конечных элементов (МКЭ) [1] – благодаря наличию пакетов прикладных программ, которые при расчетах магнитных полей избавляют расчетчиков от построения теоретических полевых моделей и программирования, а формирование графических моделей и комплекта исходных данных сведено на весьма простой и общедоступный уровень.

**Цель работы.** Основной задачей расчетчиков остается формирование теоретической модели конкретно рассматриваемой электрической машины и адекватное ей извлечение и использование информации после расчета магнитного поля. Именно в этом аспекте построена данная работа, причем конкретным объектом здесь является турбогенератор (ТГ) – сложный и ответственный представитель семейства электрических машин, а ее целью является формирование основ построения взаимосвязанной системы направлений углового отсчета, токов в обмотках и фазовых соотношений электрических и магнитных величин.

**Объект исследования.** Для иллюстраций используется модель электромагнитной системы ТГ, представленная на рис. 1 поперечным сечением в полярной системе координат  $(r, \alpha)$ , где показаны фазные зоны обмотки статора  $A-A'$ ,  $B-B'$  и  $C-C'$ . Номинальные данные ТГ: мощность  $P_{aN} = 200$  МВт; фазное напряжение  $U_{sN} = 9093$  В и ток  $I_{sN} = 8625$  А; коэффициент мощности  $\cos \varphi_{sN} = 0,85$ ; частота  $f = 50$  Гц. Числа фаз  $m_s = 3$  и пар полюсов  $p = 1$ ; активная длина  $l_a = 5,286$  м; немагнитный зазор  $\delta = 0,1$  м; относительное укорочение обмотки статора – 4/5; числа витков фазной обмотки статора  $N_s = 10$ , обмотки ротора  $N_f = 180$ .

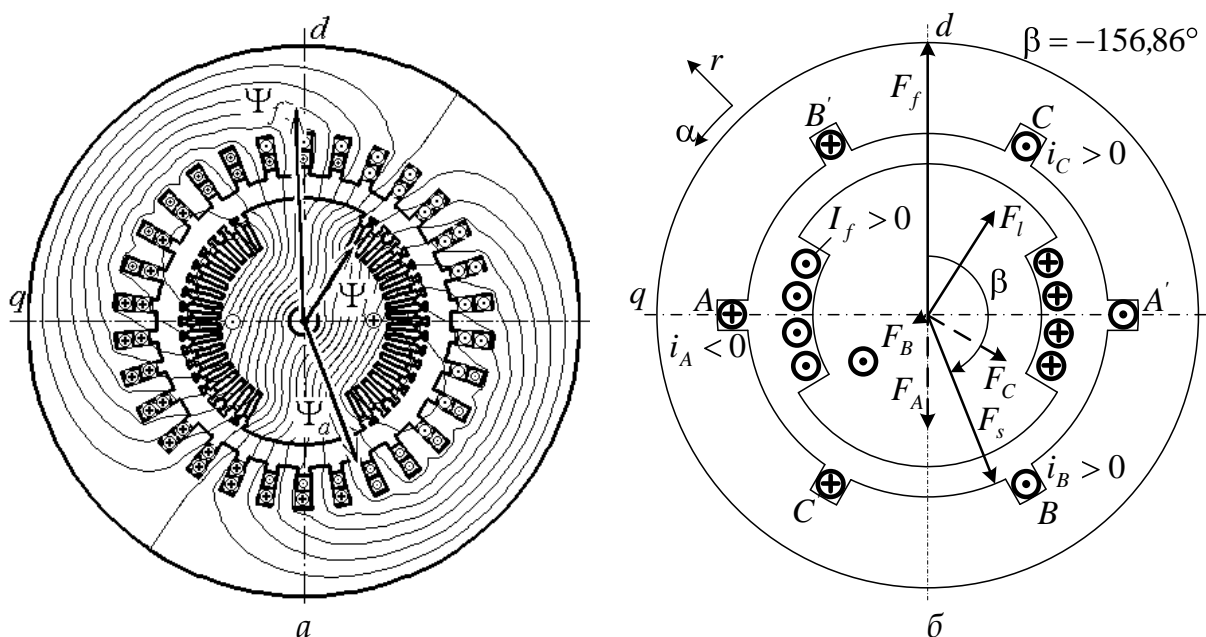


Рис. 1. Электромагнитная система ТГ и направления токов в обмотках

МДС и МПС обмотки статора при номинальной нагрузке ТГ

**Система условных положительных направлений.** Для расчета магнитного поля ТГ в конкретном режиме необходимо задать соответствующие значения токов в его обмотках.

При симметричной нагрузке ТГ его фазные токи образуют симметричную трехфазную систему:

$$i_A = I_m \cos(\omega t + \beta); \quad i_B = I_m \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3} + \beta); \quad i_C = I_m \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3} + \beta), \quad (1)$$

где  $I_m = \sqrt{2} I_s$ ;  $I_s$  – действующее значения фазного тока;  $\omega = 2\pi f$  – угловая частота;  $t$  – время;  $\beta$  – начальная фаза.

На рис. 1, б показана система направлений тока ротора  $I_f$  и фазных токов статора для режима номинальной нагрузки. Ему соответствует  $\beta = -156,86^\circ$  и при  $t = 0$  фазные токи  $i_A = -0,9219 I_m$ ;  $i_B = 0,1255 I_m$ ;  $i_C = 0,7964 I_m$ , ток возбуждения  $I_f = 1832$  А. Токам соответствуют изображенные векторы



магнитодвижущих сил (МДС) обмоток ротора  $\underline{F}_f$  и статора  $\underline{F}_A, \underline{F}_B, \underline{F}_C$ , а также суммарная МДС обмотки статора и результирующая МДС для магнитного поля ТГ:

$$\underline{F}_s = \underline{F}_A + \underline{F}_B + \underline{F}_C; \quad \underline{F}_l = \underline{F}_f + \underline{F}_s. \quad (2)$$

Заданных токов достаточно, чтобы провести численный расчет магнитного поля, например, по программе FEMM [1], в результате которого получается распределение векторного магнитного потенциала (ВМП) [2, 3] – ему соответствует картина магнитного поля на рис. 1, а. Далее **ключевой задачей** является численное выражение пространственной ориентации магнитного поля. Определяющей величиной при этом является магнитное потоко-сцепление (МПС) [2]. Например, для любой из шести фазных зон обмотки статора (рис. 1), две из которых явно выделены на рис. 2, а, МПС определяется по полученному распределению ВМП по формуле

$$\Psi = \frac{N_s l_a}{S_\phi} \int_{S_\phi} A_z dS \approx \frac{N_s l_a}{S_\phi} \sum_{j=1}^{K_\phi} A_{z,av,j} \Delta S_j, \quad (3)$$

где  $S_\phi, \Delta S_j$  – площадь сечения проводников фазной зоны и ее элементы дискретизации;  $K_\phi$  – число элементов;  $A_{z,av,j}$  – среднее значение ВМП в  $j$ -м элементе.

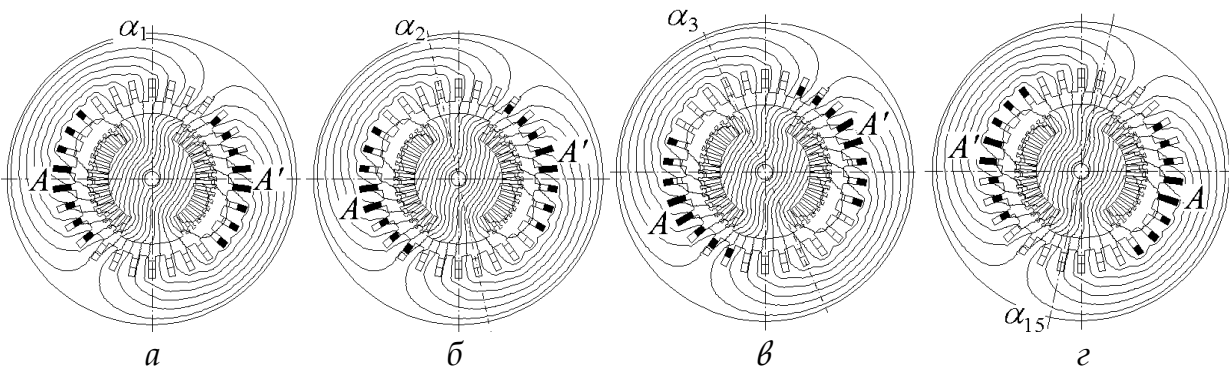


Рис. 2. Перемещение фазных зон обмотки статора

Основой выявления фазовых соотношений электромагнитных величин в ТГ является разложение угловой функции МПС  $\Psi(\alpha)$  в ряд Фурье. С этой целью после расчета магнитного поля его структура (рис. 1, а) фиксируется, а значит, является фиксированным распределение ВМП. Тогда остается «собрать» МПС фазной обмотки  $A-A'$  по формуле (3) в ее 15 разных позициях, отличающихся угловым положением – часть из них дана на рис. 2. Исходная позиция при угловом положении  $\alpha_1 = 0$  показана на рис. 2, а (она соответствует ее положению при расчете магнитного поля на рис.1). Следующие позиции отличаются поворотами фазных зон на зубцовое деление статора  $\Delta\alpha$ .

На рис. 2, б, в даны две очередные позиции при  $\alpha_2 = \Delta\alpha$  и  $\alpha_3 = 2 \cdot \Delta\alpha$ , а на рис. 2, г – последняя 15-я при  $\alpha_{15} = 14 \cdot \Delta\alpha$ .

В каждой позиции по формуле (3) производится определение МПС в условно перемещающихся фазных зонах  $A$  и  $A'$ , т.е.  $\Psi_A$  и  $\Psi_{A'}$ . Результирующее значение МПС фазной обмотки  $\Psi = \Psi_A - \Psi_{A'}$ .

Таким способом получается в численной форме угловая функция МПС фазной зоны обмотки статора на половине периода:

$$\Psi_k(\alpha_k); \quad \alpha_k = (k-1) \cdot \Delta\alpha; \quad k=1, 2, 3, \dots K, \quad (4)$$

где  $k$  – номера угловых позиций;  $K$  – их число (в случае рассматриваемой конструкции ТГ  $K=15$ ).

Числовой ряд МПС (4) проиллюстрирован на рис. 3 совокупностью выделенных точек в диапазоне  $\alpha$  от  $0$  до  $168^\circ$  ( $l$  – режим нагрузки).

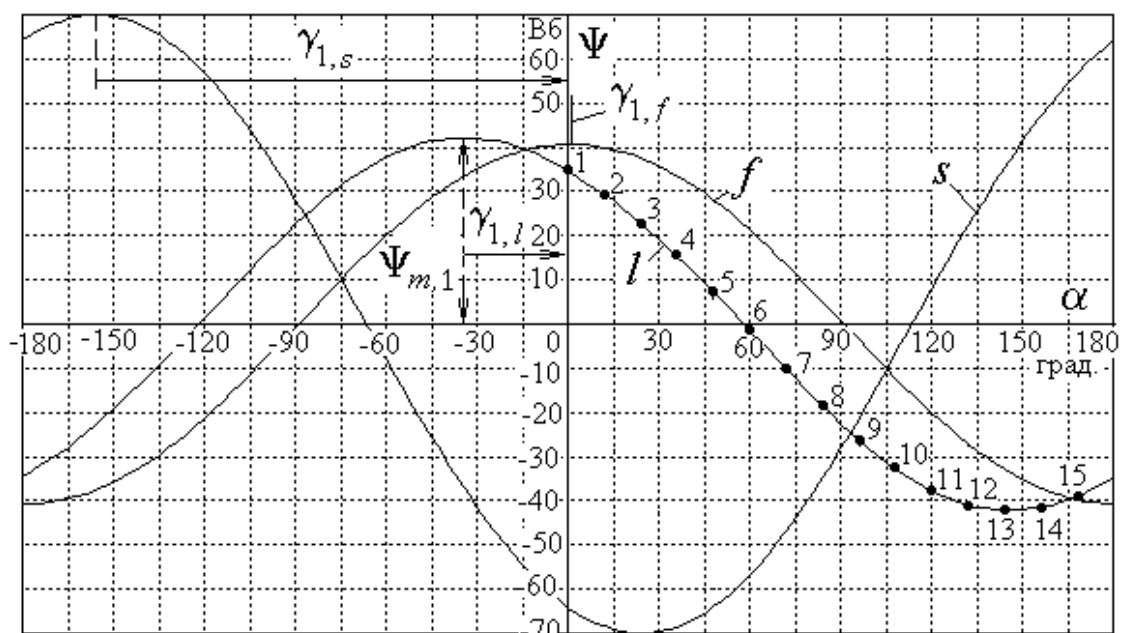


Рис. 3. Угловые зависимости МПС фазной обмотки ТГ

Полученную численную угловую функцию (4) необходимо разложить в гармонический ряд [2]:

$$\Psi = \sum_{v=1,3,5,\dots}^{15} \Psi_{m,v} \cos(\alpha + \gamma_v), \quad (5)$$

где нас интересуют амплитуда и аргумент (начальная фаза) первой гармоники, которые составили  $\Psi_{m,1} = 41,89$  Вб,  $\gamma_{1,l} = 33,20^\circ$ .

На основании гармонического разложения (5) на рис. 3 построена в виде непрерывной линии угловая функция МПС в диапазоне от  $-180^\circ$  до  $180^\circ$  (полный период для кривой  $l$ ). Заметим, что график первой гармоники

фактически слился с основным графиком полной функции (5), так как высшие гармоники весьма малы.

На рис. 3 начальная фаза  $\gamma_{1,l}$  первой гармоники МПС в режиме нагрузки соответствует полученному ее положительному значению  $33,20^\circ$ . Но при этом очевидно, что положительная амплитуда  $\Psi_{m,1}$  функции  $\Psi(\alpha)$  сдвинута относительно начала отсчета  $\alpha=0$  на угол  $\zeta_{1,l} = -\gamma_{1,l}$ , т.е. в отрицательном направлении. Это является важным искомым результатом, так как дает числовое выражение направления магнитного поля в рассматриваемом режиме: теперь качественная ориентация магнитного поля на рис. 1, а подтверждена количественно точным пространственным направлением вектора МПС  $\underline{\Psi}_l$  в режиме нагрузки.

Расчеты магнитного поля и гармоническое разложение (5) проведены также в режиме холостого хода (ХХ), когда действует только обмотка ротора, и в специальном режиме, когда действует лишь трехфазная обмотка статора (ОС), но насыщение магнитопровода взято после расчета поля в режиме ХХ. Для режима ХХ был принят такой ток возбуждения, при котором получалась фазная ЭДС, равная номинальному напряжению. При расчете поля ОС для (1) было взято то же значение  $\beta$ , что и для режима номинальной нагрузки, а также номинальный фазный ток. Конкретно получено для ХХ  $\Psi_{m,1} = 40,96$  Вб,  $\gamma_{1,f} = -0,90^\circ$ , для ОС  $\Psi_{m,1} = 70,15$  Вб,  $\gamma_{1,s} = 156,34^\circ$ .

На рис. 3 теперь показаны еще угловые функции МПС и для режимов ХХ ( $f$ ) и по полю ОС ( $s$ ). Позиции положительных амплитуд функций соответствуют углам  $\zeta_{1,f} = -\gamma_{1,f}$ ,  $\zeta_{1,s} = -\gamma_{1,s}$ , под которыми на рис. 1, а проведены векторы МПС обмотки статора от обмотки возбуждения –  $\underline{\Psi}_f$  и от ее собственного поля –  $\underline{\Psi}_a$ . Заметим, что, несмотря на то, что в режиме ХХ магнитное поле симметрично относительно оси ротора, но ось намагничивания ОС имеет сдвиг относительно оси ротора на угол  $\zeta_{1,l} = 0,90^\circ$ , что объясняется геометрической несимметрией двухслойной укороченной обмотки статора.

Ориентации векторов  $\underline{\Psi}_l$ ,  $\underline{\Psi}_f$  и  $\underline{\Psi}_a$  на рис. 1, а соответствуют направлениям векторов МДС  $\underline{F}_l$ ,  $\underline{F}_f$  и  $\underline{F}_s$  на рис. 1, б. Все это создает основу для выявления пространственных и временных фазовых соотношений полного комплекта электромагнитных величин, характеризующих состояние ТГ в различных режимах работы, а также основу для построения и анализа различных векторных диаграмм, что в более полной мере представлено в [2].

В частности, становится физически и количественно обоснованной важная величина – угол нагрузки ТГ

$$\Theta = \zeta_{1,f} - \zeta_{1,l}, \quad (6)$$

как изменение направления вектора МПС от положения в режиме ХХ –  $\underline{\Psi}_f$  в положение, соответствующее режиму нагрузки –  $\underline{\Psi}_l$ .

**Вывод.** Представленная система направлений и фазовых соотношений токов, МДС и МПС ТГ однозначно устанавливает взаимное соответствие их пространственной и временной ориентации, т.е. можно получать не только качественные картины магнитных полей, но и численное выражение их взаимной ориентации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Meeker, D. Finite Element Method Magnetics [Электронный ресурс] / D. Meeker. Version 4.2. User's Manual, September 26, 2006. Режим доступа: <http://femm.berlios.de>.
2. Милых, В.И. Система направлений и фазовых соотношений электромагнитных величин при численных расчетах магнитных полей в турбогенераторе / В.И. Милых, Н.В. Полякова // *Електротехніка і електромеханіка*. 2011. № 5. С. 33–38.
3. Милых, В.И. Определение электромагнитных параметров электрических машин на основе численных расчетов магнитных полей / В.И. Милых, Н.В. Полякова // *Електротехніка і електромеханіка*. 2006. № 2. С. 40–46.

V. I. Milykh, N. V. Polyakova  
NTU «Kharkov Polytechnical Institute» (Ukraine)

#### BASES OF NUMERICAL ANALYSIS OF PHASE CORRELATIONS OF ELECTROMAGNETIC SIZES ARE IN A TURBOGENERATOR

*The system of directions of currents in the windings of turbogenerator is presented for the numeral calculations of the magnetic fields. It allows to get the coordinated phase – temporal and spatial correlations of aggregate of electromagnetic sizes characterizing the work of turbogenerator.*

**Keywords:** *turbogenerator, correlations of phases, magnetic field, numerical calculation.*

УДК 621

Е. Комлева  
Дортмундский технический университет (Германия)

#### АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В сфере энергетики продолжено рассмотрение взаимосвязи нефтегазового бизнеса и международных проектов долговременного хранения ядерных материалов. Представлены российские варианты создания*

*ядерных хранилищ и сопутствующих геологических оценок. В частности, для Северо-Запада России.*

**Ключевые слова:** ядерная энергия, углеводороды, ядерные отходы, международные хранилища, никель, образ SAMPO.

### Международные обстоятельства и потребности

Комплексные интересы в сфере энергетики Германии на Севере Европы (прежде всего – на европейском Севере России) сосредоточены в основном вокруг двух проблем: газ Штокмановского месторождения и долговременные хранилища ядерных материалов. В перспективе ядерное хранение имеет мотивацию трансформироваться в прямое захоронение. Эти интересы и проблемы определяют и соответствующие ракурсы, прежде всего российско-германской интеллектуально-прагматической деятельности в регионе. Определенным благом для региона является то, что международную деятельность сейчас можно фокусировать через «оптику» важных исторических событий и тенденций.

Как уже отмечалось, попытка осмысления международными усилиями проблемы долговременного хранения ядерных материалов полезна в поле образа SAMPO [1]. В контексте нераспространения. И не только теоретически. В том смысле, чтобы сферы влияния ядерных и нефтегазовых объектов, крупных транспортных узлов в идеале территориально не перекрывались. Сопутствующая шельфовой, например, береговая инфраструктура при разработке Штокмана запланирована от Кольского залива до Териберки.

Ситуацию «подогревает» решение Б. Обамы через 22 года с начала строительства и после затрат в 9 миллиардов долларов (десятая часть общей сметной стоимости) прекратить реализацию проекта «путеводной звезды», прототипа многих подобного родастроек – национального хранилища высокоактивных материалов Yucca Mountain, а также появившиеся раньше в условиях глобализации мировой экономики идея и проекты интернационализации последней стадии обращения с ядерными отходами, их надежной изоляции от биосферы. Возникают конкретные вопросы: «как?» и «где?» Особенно после вступления в силу американо-российского Соглашения № 123 (2010 г.), открывающего странам возможность «обмена» ядерными материалами. Директива ЕС по обращению с ядерными отходами (2011г.), которая в свете реакции на японские события обязала страны-участницы к 2015 г. разработать планы захоронения, ориентирует на подземную изоляцию и благосклонна к возможности экспорта отходов. В Западной Европе идею международной кооперации применительно к подземной изоляции ядерных материалов активно развивает the Association for Regional and International Underground Storage.

Одним из авторов работ, способствовавших отмене некачественного с научной точки зрения проекта подземного ядерного хранилища Yucca Mountain, является геолог (инженерная геология и гидрогеология, низкотемпературные гидротермальные процессы, изотопные исследования, а также история и прогнозы относительно четвертичного периода) и спелеолог Ю.В. Дублянский (Juri Dublyansky, [www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at)). Его общая эрудиция и специальные знания значимо повлияли на формирование решения ведущей ядерной страны относительно места размещения природно-техногенного, с элементами самоорганизации объекта, безопасно функционировать который по нормативам должен не менее десяти тысяч лет. А косвенно возможно ожидать отложенное влияние на общечеловеческое будущее ядерной проблематики. Он, кроме того, нелестно охарактеризовал стиль собственных геологических обоснований таких объектов российскими и американскими ядерными ведомствами и финансирования ими независимых оценок.

После закрытия проекта Yucca Mountain, фукусимской катастрофы и приостановки эксплуатации ряда АЭС Японии и других стран обострились споры по главному вопросу ядерных технологий – судьбе выведенных из оборота гражданских и военных ядерных материалов. В том числе в контексте ядерного терроризма ([belfercenter.ksg.harvard.edu/.../Joint-Threat-...](http://belfercenter.ksg.harvard.edu/.../Joint-Threat-...)). Также возможен возврат интереса к небольшим подземным АЭС или гибридам подземной АЭС и подземного хранилища. Трагедия Фукусимы, начало которой положил геологический процесс, разом обнулила смысл разумных затрат при строительстве, которые были призваны комплексно обеспечить безопасность станции. Не пришло время объективно оценить «космические» затраты на ликвидацию последствий этой трагедии. Хотя уже показано, например, что совокупное негативное влияние японских событий на некоторые показатели мировой экономики оказалось не меньше, чем при глобальном финансовом кризисе (<http://www.iep.kolasc.net.ru/news/news141112011.php>). А ядерная составляющая этих событий, особенно в долговременном ракурсе, является едва ли не самой значимой. Напомним также, что в Японии внешних воздействий с катастрофическими последствиями не выдержали не только реакторы, но и приреакторные хранилища (бассейны выдержки) отработавшего ядерного топлива. Заслуживает внимания мнение, что вскрытая проблема серьезной уязвимости хранимого топлива – главный урок Фукусимы [2].

В Японии и странах тихоокеанского бассейна отныне заново не раз подумают о принципиальной возможности долговременного хранения и захоронения ядерных материалов в регионах субдукционного взаимодействия литосферных плит, опасаясь перспективы периодических вбросов техногенной радиоактивности в океан. Калифорнийский желоб и Йеллоустонский мегавулкан могут мотивировать интерес США и Канады к более спокойным

регионам планеты (например, к Северо-Востоку России). Фукусимская катастрофа не прошла бесследно и для шведов. Известнейший проект шведского оператора по обращению с ядерными отходами SKB, предусматривающий строительство подземного национального ядерного хранилища вблизи АЭС Оскарсхамн и разрабатываемый три десятилетия, приостановлен в марте 2011г. Надзорная инстанция уже объявила о созыве международной экспертной комиссии, которая проверит, как именно будут утилизировать отходы под землей. Видимо, строительство подземного шведского хранилища может быть отложено на неопределенный срок [3]. А проект SKB – мировой лидер в своей «нише» наряду с Yucca Mountain и финской разработкой. Причем финны, похоже, после Фукусимы не только не приостановили свой проект подземного национального ядерного хранилища Олкилуото (Онкало), но и переводят захоронение в нём в категорию международного бизнеса. Подкрепляя тем самым свое решение о строительстве новых АЭС исключительно для экспорта электроэнергии в Германию ([http://www.bbc.co.uk/russian/international/2011/07/110701\\_5thfloor\\_nuclear\\_waste\\_docu.shtml](http://www.bbc.co.uk/russian/international/2011/07/110701_5thfloor_nuclear_waste_docu.shtml), [http://www.rg-rb.de/index.php?option=com\\_rg&task=item&id=1854&Itemid=13](http://www.rg-rb.de/index.php?option=com_rg&task=item&id=1854&Itemid=13)).

Необходимо учитывать явное стремление западных стран повысить контроль над легкодоступными углеводородами Ближнего Востока и Африки. Грядут также серьезные изменения на рынке, обусловленные сланцевым газом. Вследствие чего внимание Запада к российским нефтегазовым регионам с суровым климатом может временно уменьшиться. Также необходимо учитывать и «постфукусимское цунами» решений о закрытии европейских АЭС. Например, в Германии, где глобальной значимости решение было принято по результатам работы специально созданной после Фукусимы Комиссии по этике (!), состоящей из представителей не только инженерных и естественных наук, но и гуманитарно-духовной сферы. Логическим продолжением этих шагов следует считать меры по сверхплановому демонтажу станций с наработкой больших объемов дополнительных отходов. Кроме того, европейские ядерщики будут искать работу в Китае или России. Кстати, это соответствует общей стратегии, например, Германии в части международного разделения труда. Когда тяжелая промышленность и опасные виды производства переносятся в развивающиеся страны, а внутри Германии стимулируется современная наукоемкая промышленность, относительно малозатратная по ресурсам.

### Подходы России, Украины и Казахстана

Осмысление SAMPO&Co может способствовать формированию составной усиливающей части региональных и общероссийских программ создания технологической платформы «Инфраструктура Арктики». В условиях, когда независимые оценки (участники телепередачи «В фокусе» на канале

РБК от 9.03.11 и 23.03.11) показывают отсутствие стабильной и позитивной тенденции относительно развития нефтегазового бизнеса на шельфе Арктики [4, 5]. Как и реалии неудач в 2011 г. попыток России завершить многолетнюю подготовку контрактов на поставку газа в Китай, Роснефти найти партнеров для работы в Арктике и Газпрома наконец-то обнародовать план инвестиций в Штокман. А также (на примере проектов «Сахалин-1,2») приводят к выводу, что надежды на привлекательность освоения шельфа и для сухопутной экономики сопряженного региона не всегда сбываются [6]. В отчетном докладе А. Миллера за 2010 г. Штокман упомянут не как объект реального развития, а лишь как козырь для спокойствия акционеров в части стратегической обеспеченности Газпрома запасами на далекое будущее. Эти оценки не противоречат показателю «от народа»: жителей Мурманской области стало меньше. Весьма важно, что не могут избавиться от пессимизма в отношении Штокмана и региональные представители интеллектуальной элиты – ученые Кольского НЦ РАН и молодежное правительство Мурманской области (<http://murmansk.livejournal.com/580208.html>; <http://www.zaks.ru/new/archive/view/86149>; <http://www.rg.ru/2011/11/18/reg-szfo/young-anons.html>; <http://blogger51.livejournal.com/768941.html>).

Россия имеет национальное наземное долговременное хранилище плутония на площадке ПО «Маяк». Связанные прежде всего с высокой концентрацией «порождения бога царства мёртвых» на земной поверхности потенциальные опасности глобального уровня неоднократно обсуждались (например, <http://nuclearno.ru/text.asp?15383>). В России реализована неоднозначная по результатам технология подземной изоляции жидких радиоактивных отходов в пластах-коллекторах (Северск, Железногорск, Димитровград).

Россия желает строить на своей территории международные ядерные хранилища подземного типа для твердых (с долгоживущими и высокоактивными изотопами) материалов. Теперь – тем более, так как после Фукусимы ожидаемая зарубежная прибыль Росатома от строительства АЭС может устремиться к нулю, а от демонтажа АЭС с наработкой отходов – возрастать. В политическом плане страна приобретет весомую роль при решении проблемы ядерного нераспространения (касательно и материалов, и технологий), а также диверсифицирует свою экспансию в сфере энергетики, дополнив имеющуюся инфраструктуру и спектр услуг углеводородной и ядерной энергетики ключевым звеном ядерного топливного цикла.

Нацеленность на международные хранилища формировалась задолго до Фукусимы. Проблему применительно к России более десяти лет совместно исследуют на уровне официальной комиссии академии наук РФ и США. Начата подготовка законодательной базы, в 2002 и 2005 годах в Москве под эгидой МАГАТЭ прошли международные конференции по этой теме. Создан системный интегратор по сервисному обслуживанию зарубежных АЭС –



ЗАО «Русатом Сервис». «Росатом считает, что задачу обращения с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом можно в ближайшее время решить в рамках международной кооперации», – заявил заместитель генерального директора российской атомной госкорпорации А. Локшин на Пятом международном форуме «Атомэко-2011». Реальные действия российских властей противоречат озвученным неоднократно намерениям поддерживать и развивать в стране замкнутый ядерный топливный цикл [7]. При отказе от радиохимической переработки отработавшего топлива или резком сокращении объемов такой переработки главной становится задача его долговременного хранения. Россия желает иметь хранилища третьего (высшего) уровня, дополняющие систему хранилищ федеральных и региональных.

Хотя политическая воля к созданию международных ядерных хранилищ/могильников достаточно определенно проявлена многими странами, конкретные юридические, финансовые и экономические механизмы этого ещё предстоит создать. В том числе и по части сбалансирования в России интересов общефедеральных и того региона, где объект будет создаваться. Видимо, как аналог будет принята схема практической реализации соглашения между МАГАТЭ и Россией (2010 г.) о создании первого в мире международного банка свежего ядерного топлива.

Вариантами площадок размещения международных хранилищ в России, наиболее официально «продвинутыми», без нового комплексного анализа и дополнительных обоснований, традиционно для ядерной отрасли «состыкованными» с объектами наследия «холодной войны», являются пока площадки вблизи Красноярска, Челябинска и границы с Китаем и Монголией (Краснокаменск). При этом преобладает выбор площадок в зонах палеовулканов (как и в случае Yucca Mountain). А применительно к Краснокаменску интерес проявлен к эксплуатирующемуся и крупнейшему в России Стрельцовскому рудному полю на уран и позитивным считают наличие инфраструктуры горных выработок. Хотя приоритетные для исследований площадки уже «назначены», даже лояльный к ним анализ (ИГЕМ РАН [8]) геологической ситуации на базе чрезвычайно слабой разведки закончился признанием, что Россия находится на начальной стадии реализации таких программ и принимать решения о пригодности площадок преждевременно. В Казахстане и Украине планируют подобные объекты на территории соответственно Семипалатинского полигона, на котором задействованы охранные технические системы США (<http://nuclearno.ru/text.asp?15384>) и Чернобыльской зоны.

Важно помнить, что военно-промышленные ядерные объекты СССР, к которым теперь в России и Казахстане «привязывают» международные подземные ядерные хранилища, размещались (прятались в глуши, подальше от врагов) примерно 60 лет назад в полной конфронтации с Западом далеко не

по геологическим и экономическим критериям. Не считая урановые горно-обогатительные предприятия, но и в этом случае первоначальные геологические задачи коренным образом отличались от таковых при обосновании места нахождения хранилища. Безопасность же геологических (так их еще называют) хранилищ в течение тысяч лет детерминирована, прежде всего, качеством породных массивов (механическая устойчивость и способность изолировать радионуклиды, в том числе и на основе природных процессов, аналогичных гидротермальному рудообразованию), а также комплексом геологических, геофизических, гидрогеологических и геохимических условий их длительного существования. Да и социально-политическая обстановка «на дворе» совсем другая, другими стали некоторые границы, дальше от которых старались разместить ядерные объекты. Теми же самыми глобально остались лишь речные системы Тобола, Иртыша, Оби и Енисея, все эти годы испытывающие радиационные нагрузки прежних обстоятельств и принудительно «сосватанные» к новым. В некоторой степени ситуация аналогична и для украинского Днепра.

Применять в новое время и для новой задачи прежний подход – ошибка. Поэтому первые (возможно, и ключевые) аргументы при подземной изоляции ядерных материалов относительно места и технологии хранилищ, наряду с политическими и экономическими, должны быть за международной геологией, должны базироваться на результатах международных комплексных геологических проектов. Например, Е.Б. Андерсон, В.Г. Савоненков и С.И. Шабалев (Радиевый институт, [9]) как идеологический постулат отмечают прерогативу наук о Земле при обосновании безопасности удаления ядерных материалов в геологические формации. Кроме того, они, применительно к Северо-Западу России, подчеркивают важность вспомогательного использования обильных материалов предшествующего (для других целей) геологического изучения региона, прежде всего полученных на многолетних этапах поиска, разведки и добычи различных полезных ископаемых. Это аналог попутных массовых поисков на уран. А также – уже во вторую очередь – важность учета географических особенностей сложившейся ранее и прогнозируемой многокомпонентной ядерной и другой инфраструктуры региона. Подобные подходы не новы. Но они с трудом приживаются в реальной практике геологов российской (и не только) ядерной отрасли.

После уроков Фукусимы в стенах Национального ядерного университета МИФИ сформирован важный посыл: первоочередным считают ядерно-геологический симбиоз на международной основе. «Задача заключается в том, чтобы установить для площадки АЭС соответствие между уровнем природных рисков и объемом мер, необходимых для обеспечения должной степени безопасности. При этом такая оценка должна быть дана на основе единой общепризнанной методики (которую также еще предстоит создать) группой квалифицированных экспертов при обязательном соблюдении

принципа интернациональности ее состава. В то же время упомянутая методика должна содержать критерии безусловной непригодности какой-либо площадки (или даже региона) для сооружения и эксплуатации атомной станции» [10]. Добавлю, что позиция интернационализации еще более актуальна при выборе площадки и создании ядерного хранилища. Справедливости ради надо отметить, что тезис о важной роли геологов при обеспечении безопасности ядерных объектов не связан только с Фукусимой ([http://www.roninfo.ru/publ/intervju/ehkologicheskaja\\_bezopasnost\\_obektov\\_rosatoma\\_v\\_rukakh\\_geologov/3-1-0-5](http://www.roninfo.ru/publ/intervju/ehkologicheskaja_bezopasnost_obektov_rosatoma_v_rukakh_geologov/3-1-0-5)).

В последние годы российскому Сарову и американскому Лос-Аламосу неоднократно смертельно угрожали катастрофичные лесные пожары. В июне 2011 г. С.В. Кириенко сообщил (Госссовет по модернизации при Д.А. Медведеве), что Росатом внедряет идеологию прогноза и мониторинга условий существования АЭС по всему жизненному циклу (более ста лет), включая стадию снятия станций с эксплуатации (демонтажа) после длительной выдержки. Будет справедливо, если аналогичный подход применят к объектам хранения/захоронения ядерных материалов (тысячи лет). В таких случаях без наук и практических знаний о Земле точно не обойтись.

### Потенциал российского Севера

На Северо-Западе России проектировщики Росатома (Минатома) последовательно считали в качестве изолирующей геологической среды для ядерного хранилища (пока официально лишь регионального) многолетнемерзлые известняки полигона Новой Земли и залежи солей Республики Коми [11]. Кстати, в Ухте работает известный в радиоэкологии геолог В.А. Копейкин, имеющий серьезные наработки применительно к геохимическим барьерам защиты от распространения радионуклидов, возглавлявший несколько самых тяжелых лет Рабочую группу Мингео СССР в Чернобыле. Видимо, и это обстоятельство в череде других обусловило «дрейф» интереса Росатома от Новой Земли к геологическим структурам Коми. Предложения Горного института Кольского научного центра РАН – Сайда-Губа и Дальние Зеленцы [12]. Возможно, нацеленность этих предложений на потенциальных потребителей по одному из вариантов подскажет статья В.А. Перовского с красноречивым названием «Где взять радиоактивные отходы для Сайды?» Автор показывает многократную избыточность возводимых Германией в Сайда-Губе мощностей по переработке отходов, если ориентироваться на поставки только северных флотов [13]. Примем во внимание, что с 2011г. начато проектирование функционально-аналогичного комплекса переработки радиоактивных отходов и накопительной площадки временного хранения контейнеров в Губе Андреева (финансирование Италии). Росатом и Германия планируют кооперацию в использовании редкоземельных металлов

Мурмана (российско-германский Сырьевой форум, Мурманск, октябрь 2011 г.), что породит новый источник радиоактивных отходов. Существуют и другие признаки, что на Северо-Западе России дело региональным хранилищем не ограничится.

Альтернативой официальным площадкам Росатома, Дальним Зеленцам и Сайда-Губе, «спарринг-партнером» при дискуссиях является Печенга (Печенгская геологическая структура и ее обрамление). Вулканологи обосновывают наличие в глубинах Печенги позитивных для изоляции ядерных материалов процессов современного минералообразования [14]. На «ядерный» потенциал этой структуры обращали внимание сотрудник ВНИПИЭТ В.А. Перовский [15], мурманские геологи-производственники (Н.И. Бичук, В.Г. Зайцев, Г.С. Мелихова и др.) [16], специалисты Петербургского университета А.С. Сергеев и Р.В. Богданов [17], а также руководители Геологического института Кольского НЦ РАН (Ф.П. Митрофанов), Кольской сверхглубокой скважины (Д.М. Губерман) и Ярославской экспедиции сверхглубокого бурения «Недра» (Л.А. Певзнер). Равно как и SKB, МНТЦ и The UNESCO International Geological Correlation Programme [18, 19]. Причем, пожалуй, геологические условия Печенги (как и Краснокаменска) не только альтернативны, но и, по большому счету, являются интеграционными относительно концепций хранилищ в гнейсах и гранитах (Швеция, Финляндия, Красноярский край, Сайда-Губа и Дальние Зеленцы) и вулканогенно-осадочных породах (Yussa Mountain, Челябинская область).

Вблизи Печенги сосредоточены силы и средства для профессионального выполнения геологических, горных и радиационно/ядерно-опасных работ. При геологическом, экономическом и политическом приоритетах выбора Печенга оставляет возможность не с нуля развивать ядерную компоненту объекта. Действуют аналог ядерных подземных сооружений (рудник «Северный-Глубокий»), предтеча Фукусимы относительно аварийных хранилищ отработавшего ядерного топлива (инфраструктура Губы Андреева). Уже существующий геоядерный кластер упростит и удешевит как реализацию опережающих исследований (подземная лаборатория), так и создание производственного комплекса хранилища, серьезно поспособствует на базе международной и общегосударственной выгоды экономической и технологической переориентации Мурманской области (история предпосылок и ожиданий этого – см., в частности, [e-conf.nkras.ru/konferencii/2009/Komleva.pdf](http://e-conf.nkras.ru/konferencii/2009/Komleva.pdf), <http://e-conf.nkras.ru/konferencii/econf/filos2.html>). Он также в полной мере соответствует междисциплинарному и межотраслевому духу, некоторым конкретным позициям указа Президента РФ (2011 г.) о приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники. Кроме того, Печенга не принадлежит территории формирования великих речных систем Евразии.

Здесь имеются примеры плодотворного международного сотрудничества в сферах геологии (Кольская сверхглубокая скважина), экологии (запо-

ведник «Пасвик»)), хозяйственной деятельности (гидроэлектростанции на реке Паз), технологии (реконструкция плавильного цеха комбината «Печенганикель»), культуры (энциклопедия «Печенга»), спорта (массовый лыжный марафон по приграничной территории России, Финляндии и Норвегии) и других. Наличие в приграничных окрестностях Трифонов Печенгского монастыря потенциально благотворно. Необходимое дополнительное теологическое осмысление феномена ядерной энергии в его гражданском и военном проявлениях с позиций православия и других религиозных конфессий, плодотворное сочетание физики и метафизики получит еще одну мотивацию и новую возможность. По примеру мнений основных мировых религий по поводу ядерного оружия в книге «Ethics and weapons of mass destruction: religious and secular perspectives». Специалисты КНЦ РАН занимаются не только геологией Печенги, но и разработкой экологических барьеров на основе местного техногенного сырья.

Следует сказать, что в породах Печенги, где возможна материализация одного из вариантов SAMPO (в виде подземной АЭС или хранилища), российскими и норвежскими геологами найдены окаменелые образцы древнейших, возрастом более 2 миллиардов лет, микроорганизмов (*Pechengia melezhiki*). Микроорганизмов, сформировавших на Земле важнейшие условия для будущей биологической эволюции (развития на кислородной основе) вплоть до высших форм. Эти сохранившиеся до нас окаменелости можно, видимо, считать признаком региональной геологической долговременной стабильности, столь необходимой ядерным объектам, своеобразным талисманом-оберегом, а сочетание открытия *Pechengia melezhiki* с SAMPO – символом трансформации и преемственности энергетики жизни.

Не добрые ли это знаки, учитывая, что по преданиям в свое время в пещерах «утеса из меди» Печенги было создано Сампо «Калевалы»? И не подсказка ли это к объединению на этой площадке усилий, и не только геологов? К объединению усилий, для начала, хотя бы упомянутых специалистов и организаций. При «перезагрузке» на Печенгу финансирования от Yussa Mountain, Новой Земли и других подобных проектов, не имеющих научных и социокультурных оснований, не выдерживающих испытания временем. Чтобы надежно под землей экранировать источник электроэнергии (в случае АЭС) или (в случае хранилища) искусственные, комплексно насыщенные газами гидротермы, неизбежно возникающие в породах, в которых надолго размещены высокоэнергетичные радиоактивные материалы (или радионуклиды гидротерм).

Одним из важных аргументов против Печенгской геологической структуры и ее обрамления формально может быть то обстоятельство, что здесь в настоящее время ведется добыча медно-никелевых руд. Этот аргумент (как и против Стрельцовского рудного поля, Краснокаменск) есть производное от рекомендации (не более того) МАГАТЭ избегать изоляции

ядерных материалов в зоне месторождений полезных ископаемых. Однако в случае Печенги совместный, внимательный и объективный анализ текста этой рекомендации и конкретных горно-геологических и экономических условий работы хозяйствующего субъекта (компания «Норильский никель») приводит к выводу, что факт более чем семидесятилетней истории изучения и освоения медно-никелевых месторождений Печенги является не осложняющим, а благоприятствующим фактором. Учитывая, кроме всего прочего, и перспективу на 50–100 лет. Это время принятой в мире стратегии временного/отложенного хранения ядерных материалов в наземных хранилищах.

Опыт США, Канады, Швеции, Финляндии и других стран (более продвинутых в программах создания подземных ядерных хранилищ, чем Россия) показывает, что и за 30–40 лет необходимых научно-технических и производственных работ ни одно подземное хранилище еще не создано. В перспективе таких интервалов запаса времени до загрузки хранилища ядерным содержимым рассматриваемые месторождения будут гарантированно полностью отработаны, как отработана никелевая руда Мончегорска. Хотя и сейчас возможно выбрать перспективные участки требуемых размеров заведомо вне проявлений никеля (или, как расплывчато сказано в упомянутой рекомендации МАГАТЭ, «не вблизи месторождений»).

Именно Печенга максимально обеспечит выполнение этой рекомендации: известные месторождения исчезнут, а новые практически невероятны при высочайшей геологической изученности территории. Аналогия: в РАН (Н.П. Лаверов) такой же подход к Краснокаменску считают единственно верным (2011 г., <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=bb9c25dd-630b-4f87-8d3e-6fad9a0ba9ca>; 2005 г., [newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694](http://newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694)).

Вполне реальна перспектива международного геоядерного альянса на базе Росатома и «Норильского никеля». Корпорации уже «породнились семьями»: с 2011 г. значительной частью атомных дела руководит бывший глава Кольской ГМК Е.В. Романов. Их кооперация компенсирует арктические углеводородные и другие затруднения, а также поспособствует формированию самостоятельной высокотехнологичной отрасли и международного технопарка, составной части базового пакета технологий для формирования национального (или международного, по примеру подземного хранилища семенного фонда Земли в Норвегии) резерва стратегических материалов на Севере России. «Норильский никель», не осложняя свою деятельность, может рационально, заранее и с пользой продать горно-геологическую документацию и реальную инфраструктуру (в противовес бездарной потере Кольской сверхглубокой скважины), постепенно и вынужденно сводя к нулю добычу руды в окрестностях Приречного, Никеля и Заполярного. Или иначе участвовать совместно с Rosatom&Co в новом освоении подземного пространства Печенгской/Стрельцовой структуры, одновременно внося весомый многогранный вклад (как некую компенсацию за свои экологиче-

ские прегрешения) в реализацию идеи «зеленых технологий». При необходимости «Норильский никель» и на равноудаленном от западных и восточных поставщиков Таймыре найдет пригодные массив и/или готовые выработки для хранилища, дополнительно изолированные покровом многолетнемерзлых пород. Или на Северо-Востоке России. В свою очередь, атомный ледокол «Ямал», демонстрируя в июле 2011 г. стремление Росатома закрепиться в высоких широтах, катал по легендарной трассе – приобщал к реальности – участников международной конференции «Северным морским путем к стратегической стабильности и равноправному партнерству в Арктике».

Любопытно одно «родство» – геополитическая симметричность по контуру размежевания России с соседями. Площадка «Печенга» расположена у северо-западной, площадка «Краснокаменск» – у юго-восточной границ РФ. С одной стороны, соответственно, потребности, как минимум, Европы, а с другой – Японии, Южной Кореи и Китая. Правда, инициативу по размещению зарубежного отработавшего топлива и высокоактивных отходов у Краснокаменска может перехватить Монголия, а у Печенги – Финляндия.

Не получилось порознь у СССР и Японии (отчасти, и у США) обойтись без национальных ядерных катастроф. Велик риск террористического инициирования (средиземноморское «цунами») таких катастроф для ряда стран Западной Европы, учитывая их воинственную политику в южных, богатых углеводородами регионах. Подтверждение реальности этого и новых, изнутри, вызовов Европе – террористические акты 2011 г. в Норвегии и менталитет норвежского террориста, вовсе не исключающего ядерные объекты из числа потенциальных целей для подобных ему идейных борцов. При ликвидации последствий чернобыльской и фукусимской катастроф более эффективными оказались действия на основе государственной собственности и государственного управления, чем частных. Следует ожидать, что межгосударственный уровень для таких ситуаций еще более надежен. Видимо, свершившиеся и потенциальные «неприятности» – еще один довод для объединения усилий и повышения эффективности надзора, что, например, имеет наибольшие предпосылки реализации при создании международных подземных ядерных хранилищ на стыке стран или в иначе труднодоступной для несанкционированных посещений местности (Печенга, Норильск/Билибино, Краснокаменск). Кстати, градообразующее предприятие – АЭС – готовят в Билибино к закрытию в ближайшие десять лет. Присоединиться к идее создания таких хранилищ было бы полезно, например, США, Канаде, Германии, Финляндии, Швеции (в том числе и как владельцам-носителям технологий подземной изоляции). А также Японии, Беларуси, Литве, Украине, другим странам Восточной Европы, Армении и Казахстану. Как и участникам программы «Сотрудничество АТОМ-СНГ».

На Мурмане нет месторождений урана. Молодой геолог Н.П. Лаверов их здесь не нашел. Академик Н.П. Лаверов и представители его научно-

практической (ИГЕМ, МГИМО) школы могли бы исправить кольское природно-политическое недоразумение, поспособствовав созданию печенгской техногенной залежи ядерных материалов и системы методов контроля условий ее функционирования, в том числе дистанционных геофизических. А также – вмонтировав Краснокаменск и Печенгу в единую систему. С другой стороны, «ружье на стене» – хранилище вблизи Красноярска или Челябинска – при его долгой жизни обязательно «выстрелит» как повод для внешнего «принуждения к миру» в центре России. Кроме того, в России и Германии понимают, что при нынешних тенденциях через 50 лет почти не останется государств, заинтересованных в российском природном газе [20].

Многое надо учитывать, решая вопрос о месте размещения объекта.

*Благодарю за поддержку исследований профессоров B. Falkenburg, N. Witoszek, D. Macer, V. Masloboev, O. Ivanov, а также научных сотрудников Института философии и политологии Дортмундского технического университета.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комлева, Е.В. Ядерные отходы, газовые месторождения и безопасность Севера Европы / Е.В. Комлева // ЭКО. 2007. №3. С. 104–111.
2. Просвирнов, А. Джинн снова вышел из лампы – первые уроки Фукусима-1 [Электронный ресурс] / А. Просвирнов. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2934> (дата обращения 23.05.11).
3. Рядом со «шведской Фукусимой» планируют строить «вечное» хранилище ядерных отходов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,14939212,00.html> (дата обращения 23.05.11).
4. Криворотов, А.К. Северный шельф перед лицом глобальной нестабильности / А.К. Криворотов // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития: Лузинские чтения-2010. Апатиты, 2010. С. 40–45.
5. Череповицын, А.Е. Стратегический анализ возможностей и угроз освоения углеводородных ресурсов Западной Арктики / А.Е. Череповицын, А.М. Жуков // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития: Лузинские чтения – 2010. Апатиты, 2010. С. 61–69.
6. Штокман // Север промышленный. 2011. №1. С. 4–5.
7. Кому нужен сибирский атом? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3013> (дата обращения 23.05.11).
8. Лаверов, Н.П. Радиогеоэкологические проблемы начального и завершающего этапов ядерного топливного цикла / Н.П. Лаверов, В.И. Величин, А.А. Пэк // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. 2010. № 4. С. 26–33.



9. Андерсон, Е.Б. Геологические формации, перспективные для изоляции РАО / Е.Б. Андерсон, В.Г. Савоненков, С.И. Шабалев // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. 2011. № 1. С. 54–58.

10. Колдобский, А.Б. Мирный атом после цунами [Электронный ресурс] / А.Б. Колдобский. Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/number/Mirnyi-atom-posle-tsunami-15187> (дата обращения 23.05.11).

11. Саркисов, А.А. Проблемы реализации интеграционного подхода к обращению с радиоактивными отходами в северо-западном регионе России и окончательной их изоляции [Электронный ресурс] / А.А. Саркисов. Режим доступа: [http://www.fcp-radbez.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=355&Itemid=386](http://www.fcp-radbez.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=386) (дата обращения 23.05.11).

12. Мельников, Н.Н. Научные и инженерные аспекты безопасного хранения и захоронения радиационно опасных материалов на Европейском Севере России / Н.Н. Мельников, В.П. Конухин, В.А. Наумов [и др.]. Апатиты, 2010. 305 с.

13. Перовский, В.А. Где взять радиоактивные отходы для Сайды? [Электронный ресурс] / В.А. Перовский. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2838> (дата обращения 23.05.11).

14. Белоусов, В.И. Печенгская глубинная и другие гидротермальные системы: новый взгляд на изоляцию ядерных материалов от биосферы / В.И. Белоусов, С.Н. Рычагов, В.Н. Комлев [и др.] // Уральский геологический журнал. 2001. № 3. С. 131–153.

15. Перовский, В.А. О возможности приповерхностного хранения реакторных отсеков АПЛ / В.А. Перовский. М.: ВНИПИЭТ, 1995.

16. О перспективности площадок северо-западной части Мурманской области для размещения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива / Комлев В.Н. [и др.] // Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология: тез. докл. конф. СПб., 1999. С. 24–25.

17. Сергеев, А.С. Оценка геологических формаций северо-западного региона России как среды размещения подземного хранилища радиоактивных отходов / А.С. Сергеев, Р.В. Богданов, В.Н. Комлев // Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология: тез. докл. конф. СПб., 1999. С. 88–89.

18. Project-408 in the framework of the UNESCO International Geological Correlation Programme “Comparison of composition, structure and physical properties of rocks and minerals in the Kola Superdeep Borehole (SG-3) and their homologues on the surface” (edited by F.P. Mitrofanov and F.F. Gorbatshevich). Apatity : Geological Institute of Kola Science Centre RAS, 2000. 153 p.

19. SKB&NEDRA Technical Report 92–39. 1992 // Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. CM Gruppen Bromma, 1993. 116 p.

20. Я рассматриваю Балтийский газопровод в качестве стабилизирующего фактора: интервью Александра Пара // В мире науки. 2011. № 11. С. 92–93.

E. Komleva

*Dortmund University of Technology (Germany)*

## ASPECTS OF DEPOSITORY AND REPOSITORY OF NUCLEAR MATERIALS

*This paper presents further consideration of the following interrelation in the energy production sphere: oil and gas business and international projects on the long-term storage of nuclear materials. There are discussed some Russian versions of construction of nuclear depositories as well as corresponding geological assessments. In particular, for the North-West Russia.*

**Keywords:** *nuclear energy, hydrocarbons, nuclear waste, international depositories, nickel, the SAMPO image.*

УДК 620.9

В.Н. Бурмистров, доцент, С.В. Дрогунов, магистрант, М.А. Сафонов, А.Ю. Шкирмантов, студенты  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ – ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

*Данная статья посвящена актуальным вопросам инновационного развития энергетики мира и России в аспекте системного подхода с целью ограничения использования углеводородного топлива с перспективой перехода до 2020 г. к альтернативным возобновляемым источникам энергии на основе, в частности, биогаза и биотоплива.*

**Ключевые слова:** *биоэнергетика, биогаз, биотопливо.*

Положение страны характеризуется коэффициентом энергообеспеченности, представляющим собой отношение производства энергоресурсов к их потреблению. Если страна импортирует энергию – коэффициент меньше единицы, если больше единицы, страна экспортирует энергию. Так, в 2000 г. страны «восьмёрки» выглядели следующим образом: Канада – 1,5; Франция – 0,5; Германия – 0,4; Италия – 0,16; Япония – 0,2; Великобритания – 1,2; США – 0,74; Россия – 1,6. Доля углеводородного топлива в общемировом энергопотреблении составляет 80–81%, атомной энергии – около 6%, возобновляемых источников энергии – 12–14%. Однако запасы легкодоступных углеводородов уменьшаются, поэтому необходимо готовиться в

перспективе на десятилетия к вопросу производства возобновляемых источников энергии для замещения нашего экспортного углеводородного потенциала [1].

Во многих странах мира предпринимаются попытки производства из растительного сырья биоэтанола, биобутанола, биодизеля в качестве добавок к углеводородному топливу в различных соотношениях (от 5 до 85%) с целью получения смеси, которую называют биотопливом. Создание биотопливной промышленности в значительной мере направлено на энергетическое обеспечение транспорта, поскольку на транспортные нужды уже расходуется до 40% мирового энергоресурса [2].

Возможными источниками сырья для производства биотоплива второго поколения (из непродовольственного сырья) являются торф, побочная продукция растениеводства, отходы лесопроизводства, деревопереработки – щепы, опилки.

**Биоэнергетика – это использование энергоресурсов биомассы для производства товарного топлива и энергии, а также сохранение баланса диоксида углерода в биосфере и атмосфере как одного из основных составляющих «парниковых» газов.**

Содержание биомассы в биосфере измеряется гигантской цифрой – 800 млрд т. Энергосодержание накапливаемой за счёт фотосинтеза биомассы – 220 млрд т по сухому веществу (с.в.) равно  $4000 \text{ ехадж}$  ( $10^{18}$  Дж), в 10 раз превосходит потребление топлива и энергии современным мировым сообществом ( $400 \text{ ехадж}$ ).

Получая биотопливо из фотосинтетической биомассы и продуктов её трансформации по пищевой цепочке, человечество фактически использует часть природной цепочки её естественного разложения. **Фотосинтез – основа биоэнергетики: вода,  $\text{CO}_2$ , Солнце – круговорот воды и углекислого газа.** Обратный процесс – окисление, разложение, гниение – ликолиз (брожение) – этанол (и др. спирты, жирные кислоты, биоводород +  $\text{CO}_2$ ) [3].

Возобновляемое растительное сырьё может стать важным ресурсом для химической индустрии и топливной промышленности. Когда химики и энергетики используют нефть, газ или уголь в качестве сырья или исходных энергоносителей, они потребляют материалы, возникшие благодаря фотосинтезу и запасённые природой миллионы лет назад. Почти всё полученное человеком из нефти и газа рано или поздно сгорит или биодеструктурирует и внесёт свой вклад в загрязнение атмосферы углекислотой [3]. **Использование биотоплив – реальная борьба с парниковым эффектом. Оценки показывают, что использование 15% биотоплив способно уменьшить выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу более чем на 1%.**

Маршрут, основанный на использовании возобновляемого сырья, по своему конечному результату, в общем, не отличается от упомянутого выше процесса. Разница лишь в том, что методы получения энергии, базирующие-

ся на нефти, газе и угле, возвращают в атмосферу ту углекислоту, которая была депонирована многие миллионы лет назад. Возобновляемое же растительное сырьё хотя и превратится в углекислоту, но по дороге к неизбежному «углекислотному» концу выполнит какую-то полезную функцию.

Переход на биодизельное топливо и этанол замедлит рост потребления бензина и дизельного топлива в США, Европе, Японии. В таком сценарии развития событий доходы России от экспорта нефти и природного газа резко уменьшатся, что скажется на социально важных национальных программах. Поэтому России необходимо развивать активно внутренний рынок биотоплива, выходить на мировой рынок и компенсировать потери от продажи нефтегазовой составляющей экспорта. В этом случае себестоимость биотоплива на внутреннем рынке должна быть ниже мировых цен. Россия располагает всеми возможностями для производства моторных альтернативных топлив: биоэтанола, биодизельного топлива, биогаза и биоводорода. **Смена экспортных приоритетов** на данном этапе развития техногенной цивилизации и есть **инновационный путь развития экономики страны**, и является актуальной государственной задачей правительства совместно с малым и крупным бизнесом [2].

Сырьевая база до 2020 г. России основывается на трёх составляющих: отходы агропромышленного комплекса – энергосодержание 154 млн т у.т.; лесопроизводство – энергосодержание 38983 млн т у.т.; деревообработка – 68,8 млн т у.т.; торф – энергосодержание – 61,3 млн т у.т. Полный возможный объём биотоплива к 2020 году в России составит 339,8 млн т у.т. Следует учитывать, что 1 тонна биомассы (сухого веса, с.в.) эквивалентна 0,5 т у.т. Торф является мощным потенциальным сырьём для производства биотоплива, его разведанные запасы составляют в стране 176 млрд т при 40% влажности. Торф – восполняемое природой органическое сырьё [1].

В России начато строительство заводов по переработке отходов лесопроизводства, это изготовление прессованных частиц древесины – пеллет. Этим топливом отапливаются страны Скандинавии (от 20 до 60% потребности в тепловой энергии). России не угрожают начавшиеся кризисы в производстве биотоплива на Западе. Развитие российских технологий производства биотоплива не зависит от внутренних цен на нефть и газ. Эти технологии таковы, что могут конкурировать с внутренними ценами на бензин, керосин, солярку и газ.

Биоэнергетика, как новый самостоятельно развивающийся сегмент мировой энергетики, в последнее десятилетие затрагивает интерес сотен миллионов людей в связи с необходимостью удовлетворения растущих потребностей в обеспечении топливом и энергией и повышением цен мирового рынка на основные продукты питания из-за активного использования сахара, зерна и растительных масел в производстве жидкого моторного топлива. **Таким образом, биоэнергетика становится объектом большой политики. У России имеются все возможности для активного и масштабного выхо-**

да на мировой рынок биотоплив, прежде всего по биоэтанола, пеллетам, щепе, биодизельному топливу. По своим возможностям сырьё российской биоэнергетики не уступает ископаемым углеводородам – нефти, углю и газу. Это наша энергетическая и продовольственная безопасность на очень долгие годы. Совершенно очевидно, что в этой связи проблемами российской биоэнергетики должно активно заниматься государство, разрабатывая государственную программу с соответствующим финансовым обеспечением.

Актуальной задачей, согласно исследованиям авторов работы [4], является задача обеспечения биогазом и моторным топливом сельской местности, которая не газифицирована на 56% (22 млн человек). Из отходов агропромышленного комплекса (АПК) можно получать в год до 75 млрд м<sup>3</sup> биогаза в год, используя современные российские технологии для получения электроэнергии, моторных топлив, тепловой энергии, а также вырабатывать минеральные удобрения на сумму 2 трлн рублей. Это позволит получить дополнительно сельхозпродукции на сумму от 10 до 30 трлн рублей. Срок службы технологических установок для биосинтеза не менее 15 лет. Выработка одновременно с биогазом экологически чистых, высокоэффективных органических удобрений позволит сократить применение минеральных удобрений, отравляющих водные источники, и снизить затраты в сельскохозяйственном производстве России, что весьма актуально в связи с вступлением России во Всемирную торговую организацию (ВТО) [5].

**Биогаз – это экологически чистое топливо**, газ, получаемый метановым брожением биомассы. Разложение биомассы происходит под действием трёх видов бактерий. В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих бактерий. Первый вид – бактерии гидролизные, второй – кислотообразующие, третий – метанобразующие. В производстве биогаза участвуют не только бактерии класса метаногенов, а все три вида.

Метановое брожение с получением биогаза – наиболее эффективный путь анаэробной биологической конверсии органических отходов в топливо. Преимуществом этого метода являются относительная простота и экономичность технологии. При полном разложении углеводов смешанными культурами микроорганизмов с образованием метана в газе сохраняется до 85% энергии, которая могла бы быть получена при сгорании исходного субстрата. Метаногенные бактерии в консорциуме с другими бактериями способны превращать в метан отходы сельскохозяйственного и пищевого производств (лактат), навоз, солому, производить очистку коммунальных сточных вод, переработку отходов пищевой, хлопковой, льняной, текстильной, деревообрабатывающей промышленности, трансформировать торф в биогаз. Стабильное производство биогаза в природных условиях захоронений органических отходов длится несколько лет, в первые месяцы которых происходит переработка кислорода, содержащегося в толще ор-

ганической массы, и развитие анаэробного метаногенного сообщества. В промышленных условиях этот процесс может быть сокращён до двух-трех месяцев. Процесс метанообразования осуществляется сложным симбиотрофным метаногенным консорциумом микроорганизмов. Химико-кинетический подход позволил достаточно подробно изучить природу протекающих при метаногенезе химических ферментативных реакций и создать адекватную модель процесса [5].

Состав биогаза, в общем, постоянен и варьирует в следующих интервалах:  $\text{CO}_2 \sim 20\text{--}40$  об. %,  $\text{CH}_4 \sim 80\text{--}20\%$ ,  $\text{H}_2 \sim 1\%$ , плюс примеси:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  и т.д.

Одно из старейших направлений получения топлива из возобновляемого сырья – переработка методами ферментации бытовых отходов, отходов птице- и животноводства, завершающаяся получением биогаза. Лидером в развитии биогазовой промышленности является Китай. Здесь с середины 1970-х годов действует Национальная программа по получению биогаза из отходов животноводства, в середине 1980-х годов действовало 10 млн фермерских биореакторов, производящих ежегодно 1,3 млрд м<sup>3</sup> биогаза. Кроме того, в Китае работает 40 тыс. биогазовых станций, 24 тыс. очистительных сооружений, производящих биогаз, что обеспечивает работу 190 электростанций и свыше 60% автобусного парка страны. Это особенно ценно для сельских местностей (80% автомобильного парка сельского хозяйства). Китай является экспортером биогаза и двигателей на его основе.

В Подмоскowie (г. Мытищи) строится демонстрационный полигон, который обеспечит электроэнергией и теплом 100000 домовладений. В городах Мытищи и Серпухов смонтированы модули по производству биогаза и преобразованию его в электрическую и тепловую энергию. Переработка 500 млн т биоотходов (отходы городского хозяйства и промышленности, осадки сточных вод, отходы животноводства и птицеводства), которые ежегодно производятся в странах СНГ, позволила бы получить 150 млн т условного топлива.

Метановое брожение с получением биогаза – наиболее эффективный путь анаэробной биологической конверсии органических отходов в топливо. Преимуществом этого метода являются относительная простота и экономичность технологии.

Принципиальной особенностью процесса метанообразования в анаэробных условиях является рецикл минеральной компоненты биомассы, прежде всего фосфора. После удаления 80–90% углерода в виде биогаза остаток представляет собой высокоэффективное, сбалансированное и высокопотребованное минеральное удобрение. Как известно, современное мировое сельскохозяйственное производство лимитировано фосфорными удобрениями.

**Жидкое моторное топливо – биоэтанол.** Ресурсы биотопливной индустрии определяются эффективностью хозяйствования и продуктивностью

сельскохозяйственных растений. Развиваемые технологические процессы, ориентированные на использование широкого спектра лигноцеллюлозного и гемицеллюлозного сырья, сделают мировую биотопливную промышленность нелимитированной по ресурсу. Это обеспечит условия, при которых основным источником топлива станет биотопливная индустрия.

Не менее 95% этанола в наши дни получают из растительного сырья. Метод гидратации этилена практически не имеет будущего. Добавки этанола (до 26% в бензин и до 3% в дизельное топливо) широко применяются для двигателей автомобилей. Использование этанола приводит к повышению октанового числа.

Лидерами в производстве топливного этанола являются Бразилия и США. В 1975 г. в Бразилии стартовала Национальная спиртовая программа, в результате которой производство технического спирта выросло с 500 млн л в 1975 г. до 13 млрд л в 1986 году. В настоящее время Бразилия является крупнейшим в мире производителем и экспортером спирта. Экспорт промышленного спирта из Бразилии в 2004 г. увеличился более чем на 400%.

Биомасса может стать также сырьём для производства разных видов топлив – автомобильное и авиационное, заменяя нефтяное топливо.

Современные пути получения органических биотоплив, альтернативных нефти и природному газу, многообразны. Технологии конверсии твёрдых бытовых отходов и биомассы создают разнообразие возможностей и способны обеспечить устойчивое развитие химико-технологических и энергетических отраслей промышленности. Качественно новые возможности связаны со становлением и развитием биотопливной индустрии [1].

Россия обладает огромным потенциалом производства биотоплив – как для насыщения внутреннего рынка, так и для экспорта, и может превратиться в крупного мирового экспортёра биотоплив и занимать такое же место в их экспорте, какое она в настоящее время занимает в экспорте нефти и природного газа. Россия может стать не только великой нефтяной и газовой, но и крупной биотопливной державой.

Экономичное и экологически ответственное использование энергии снимает практически все угрозы глобальной энергетической безопасности России. Значительную роль в энергосбережении на местном уровне должно обеспечить внимание к возобновляемым источникам энергии из различных видов растительного сырья и переработки промышленных и бытовых отходов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булаткин, Г.А. Производство биотоплива второго поколения из растительного сырья / Г.А. Булаткин // Вестник РАН. 2010. Т. 80, № 5–6. С. 522–526.
2. Варфоломеев, С.Д. Энергоносители из возобновляемого сырья / С.Д. Варфоломеев, И.И. Моисеев, Б.Ф. Мясоедов // Вестник РАН. 2009. Т. 79, № 7.

3. Панцхава, Е.С. Биоэнергетика России – настоящее и будущее (биоэнергетика и политика) / Е.С. Панцхава, М.М. Шипилов, Н.Д. Ковалёв // Энергия: экономика, техника, экология. 2008. № 10. С. 2–14.

4. Заяшников, Е.В. Газификация регионов России стала пятым национальным проектом [Электронный ресурс] / Е.В. Заяшников. Режим доступа: [http:// www.lawtek.ru](http://www.lawtek.ru).

5. Головков, А.М. Восстановление плодородия почв с помощью нетрадиционных органических удобрений / А.М. Головков, А.Н. Голобурдина, Н.Ф. Черкашина // Эколого-агрохимические проблемы воспроизводства плодородия почв в современных условиях: сб. М.: Изд-во МГУ, 2004.

V.N. Burmistrov, S.V. Drogunov, M.A. Safonov, A.Yu. Shkirmantov  
*Southwest State University, Kursk*

#### **SOME ASPECTS OF BIOPOWER INDUSTRY: INNOVATION TRENDS IN DEVELOPMENT OF POWER INDUSTRY IN RUSSIA**

*Given article is devoted topical issues of the anticipated directions of scientific and technological progress (STP) in the energy sector with a view to 2050 in the aspect of a systematic approach with regard to accelerating the development of society, economic globalization and increasing per capita energy use. The major problems of innovative human energy development of world economy are limitation the emissions of fossil fuels, the attempt to exclude the carbon component, the transition to alternative sources of energy: nuclear, hydrogen, solar, tidal, wind, thermal and thermo-nuclear forms of energy.*

**Keywords:** *alternative energy, fossil fuels, anthropogenic development, systems approach.*

УДК 620.9

В.Н. Бурмистров, канд. физ.-мат. наук, В.С. Дидорин, И.Ю. Бочаров,  
А.Н. Ушаков, студенты  
Юго-Западный государственный университет, Курск

#### **ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ**

*Данная статья посвящена актуальным вопросам экологического, экономического, социального и энергетически безопасного развития энергетической отрасли в аспекте насущной необходимости надёжного*



*обеспечения всеми видами энергии России и мирового хозяйства без чрезмерного ущерба окружающей среде и по ценам, отражающим основные экономические принципы до 2030 года.*

**Ключевые слова:** энергетика, экология, энергетическая безопасность, системный подход.

Энергетика представляет собой основу современной и будущей цивилизации, влияет на направления и темпы экономического и социального развития мира, его экологическую безопасность и международные отношения.

В электроэнергетике России, общая установленная мощность которой 216 ГВт, около 66% электроэнергии и около 40% тепла производят тепловые станции РАО «ЕЭС России», их суммарная мощность 131,5 ГВт. При этом мощность электростанций, вырабатывающих только электроэнергию, составляет 65,3 ГВт, а станций для получения тепла и электрической энергии – 66,2 ГВт. На долю гидроэлектростанций, мощность которых 44,9 ГВт, приходится 18% выработки энергии, 16% электроэнергии вырабатывают 10 атомных электростанций установленной мощностью 22,2 ГВт. Помимо централизованного снабжения теплом и электричеством существуют независимые энергосистемы на Крайнем Севере, Дальнем Востоке, в Восточной Сибири, Сахалине, Камчатке. Их доля составляет не более 2% производства электроэнергии страны.

К числу достижений электроэнергетики России следует отнести [1]:

- реализацию единой системы передачи электроэнергии на большей части территории России (ещё по плану ГОЭРЛО), не имеющей себе равных в мире по протяжённости линий и общей передаваемой мощности;

- достаточно оптимальное (сегодня) распределение выработки электроэнергии по используемому оборудованию: тепловые станции – 2/3, гидроэлектростанции – 1/6, атомные станции – 1/6, исходя из сравнительной стоимости электроэнергии за жизненный цикл 30–50 лет;

- разумное (сегодня) по ценовым, экологическим и эксплуатационным показателям распределение выработки электроэнергии на тепловых станциях по типам топлива: 66% – газ, около 30% – уголь и 4% – нефть.

Альтернативные возобновляемые источники энергии – солнечная, ветровая, биоэнергетика, гидротермальные и приливные электростанции, также «водородная энергетика» не получили в России широкого распространения. Однако перспективно использование топливных водородных элементов в ближайшие 20–30 лет.

Для обеспечения роста промышленности и увеличивающихся потребностей в энергии жилищного хозяйства мощность энергетики России недостаточна. 30 ГВт общей мощности находятся в изолированных регионах, 15–20 ГВт – в ремонте или стадии модернизации (износ ресурса оборудования составляет 60%). При пиковом потреблении 150 МВт резерв мощности

не превышал 10% в 2005 году. При ресурсе оборудования 50 лет его необходимо заменять ежегодно в количестве 4 ГВт, а последние 15 лет замена мощности составляла 1 ГВт в год. В этой связи [1] требуется государственная программа энергопотребления страны, поскольку частные инвесторы не вкладывают средства в строительство крупных электростанций, окупающиеся через 20–30 лет.

Идеологически и технически энергетическое оборудование в России более 30 лет состоит из паровых турбин, КПД которых 36–38%, а доля современных парогазовых установок, обеспечивающих КПД 52–60%, составляет 1%. Соответственно в 1,5 раза увеличиваются расход газа и выброс вредных веществ в атмосферу. Именно поэтому энергоэффективность отечественного валового продукта в 3–4 раза хуже, чем в передовых странах.

В работе [1] подчёркивается проблема топлива применительно к российским условиям. Доминирующим видом топлива в течение нескольких десятилетий будет газ, которого у нас 35% мировых запасов, и вблизи крупных ТЭС целесообразно сооружать газохранилища, около них – пиковые электростанции с парогазовыми установками для суточного регулирования мощности, поскольку газ можно хранить, а электрическую энергию проблематично. Для реализации энергобезопасности страны необходима нефть, её запасы составляют 13% от мировых, худшее по экологическим характеристикам топливо целесообразно тратить на нужды транспорта, вырабатывая из него бензин, керосин, солярку, мазут для старого оборудования электростанций. Авторы работ [1, 3] считают, что использование угля (запасы его составляют 16% мировых), особенно для Сибирских регионов, должно возрастать благодаря применению совершенно новых технологий его сжигания (вихрециркуляционные), переработке его в синтез-газ для транспорта, очистке выхлопных газов от вредных продуктов. В США, например, 50% ТЭС работают на угле, поэтому в ближайшие 20–50 лет российской энергетике следует активно готовиться к развитию угольных тепловых электростанций (ТЭС).

Согласно прогнозам Международного энергетического агентства и в соответствии с Энергетической стратегией развития России на период до 2020 г., органическое топливо ещё долго будет оставаться основным топливом нашей и мировой энергетике, хотя доля газа у нас должна снижаться, а доля угля возрастать [1, 3].

По сценарию до 2020 г. объём валового внутреннего продукта (ВВП) и промышленной продукции по сравнению с 2005 г. возрастет соответственно почти в 2,3 и более чем в 1,8 раза, а к 2030 г. – в 3,9 раза и 2,8 раза. Прирост ВВП в таком варианте сценария создаст благоприятные условия для созидательной предпринимательской деятельности при активном содействии государства, а также позитивных возможностей от вступления во Всемирную торговую организацию (ВТО) и притока иностранных технологий и капитала. Рост цен на нефть марки «Urals» к 2020 г. будет удерживаться на уровне

65–68 долл. за баррель, а к 2030 г. – до 85 долл. за баррель. Доля информационно-инновационного сектора в производстве ВВП к 2015–2020 гг. практически сравняется с долей нефтегазового сектора, а затем и превзойдёт его, тогда как в настоящее время она втрое уступает ему. В России в этой связи следует думать о росте энергетических мощностей на 45–50%, иначе наша страна не сохранится как индустриальная и культурная держава, то есть суммарная мощность электроэнергетики через 20–30 лет должна быть не менее 320–350 ГВт [1, 3, 4].

В ближайшие 30–40 лет [1, 3–5] в России сохранится с учётом типов энергоустановок и топлив, экономических, социальных и экологических и энергоэффективности соотношение по выработке электроэнергии: ТЭС – 60%, ГЭС и АЭС – по 20 %. При этом необходимо ввести 8–10 ГЭС в Сибири и на Дальнем Востоке, построить несколько блоков АЭС, увеличив мощность их в 1,5–1,8 раза в европейской части и в Сибири, а также изготовив несколько плавучих АЭС для Крайнего Севера. Необходимо модернизировать по экологическим и экономическим соображениям ТЭС и ТЭЦ, переведя их на газ и используя парогазовые установки вместо паровых турбин. Замена паровых турбин парогазовыми установками в РАО «ЕЭС России» даст прирост мощности 70–80 ГВт – более 30% мощности энергосистем страны при тех же затратах газа.

Последнее мероприятие повлечёт также развитие системного увеличения доли в промышленности высокотехнологичных отраслей машиностроения для производства тех же установок, новых материалов для покрытия поверхностей лопаток турбин керамическими материалами на основе нанотехнологий, станков, приборов контроля и средств автоматизации. На базе высокопроизводительных компьютеров произвести расчёты режимов работы высокотемпературных топливных элементов парогазовых турбин и повысить КПД парогазовых установок с 58–62% до 75–80% для управления всего процесса горения с учётом достижений современной высокотемпературной теплофизики с хорошими экологическими показателями. Уголь может быть эффективным топливом в обычных циклах Рэнкина, работающих при суперсверхкритических параметрах пара ( $T \approx 600\text{--}650^\circ\text{C}$ ,  $P \approx 300\text{--}350$  атм.) с КПД 47%. При этом роль численных методов и проверка их экспериментом на высокопроизводительных ЭВМ для расчёта газодинамики и теплообмена будут значительно возрастать, резко сокращая сроки создания и внедрения новой техники [3, 5]. Это обуславливает автоматически необходимость подготовки инженерных и научных кадров, конструкторских и исследовательских научных центров и вузов, сохраняя интеллектуальный потенциал страны [3].

Нарастающий поток возможных энергетических технологий создаётся на основе *естественно-научных наук* – фундаментальных достижений физики, химии, а теперь и биологии такими физико-техническими дисциплинами, как электрофизика, гидравлика, теплофизика и теплотехника, гидравлика и гидротехника. Атомная физика и техника создают идейные научно-

технические базовые условия для инновационного развития энергетической основы человечества.

В 1950-е годы Советский Союз реализовал плановую «экономику знаний» для достижения, правда, военного лидерства в мире. Для этого создавалось и серийное, и массовое производство систем вооружения, основанных на новых принципах, открытых в фундаментальных исследованиях и доведенных до практического применения в прикладных с использованием ранее накопленных материальных и не материальных активов. В тот период триада «промышленность – наука – образование» представляли собой *единый взаимоувязанный национальный комплекс*, ориентируемый государством на достижение военного лидерства. *Промышленная политика государства принципиально основывалась на реализации масштабных проектов в базовых высокотехнологичных отраслях, на основе которых формулировались программы исследований академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, а также цели и содержание программ подготовки кадров в школах и высших учебных заведениях.* Фактически одним из масштабных проектов была в СССР фундаментальная наука – академическая, отраслевая, вузовская, которая финансировалась государством «отдельной строкой» независимо от других столь же масштабных проектов. Результаты фундаментальных исследований служили основой опытно-конструкторских работ в отраслевых НИИ, занятых созданием «пилотных» образцов продукции, передаваемых затем на промышленные предприятия для серийного производства. В естественно-научной компоненте образовательной системы СССР школьная и вузовская ступени были неразрывно связаны. В первую очередь решались задачи фундаментального освоения школьниками, а затем и студентами дисциплин естественно-научного профиля – математики, физики, химии, механики, электротехники, сопротивления материалов и др. В средней школе выделялось большое количество учебных часов на достаточно глубокое изучение математики и физики. Вступительные экзамены в вузы охватывали всю теоретическую часть школьной программы по этим дисциплинам. На младших курсах всех технических вузов читались фундаментальные основы высшей математики и общей физики, на которые опирались базовые и специализированные инженерные дисциплины. Благодаря этому в СССР технические вузы, независимо от специализации, готовили специалистов широкого профиля, способных быстро адаптироваться к работе в технической области. Отработанная система фундаментальной естественно-научной подготовки кадров как элемент взаимоувязанной национальной триады обеспечила в послевоенные годы и в первые годы космической эры достижения СССР в авиакосмической промышленности, судостроении, атомной и традиционной энергетике, нефтехимической промышленности, атомном подводном флоте [6]. Образовательная и научная база, комплекс практических навыков и умений этих специалистов оказались вполне достаточными для их востребованности, а также трудовой

и социальной адаптации в таких странах с рыночной «экономикой знаний», как США, Канада и государства Западной Европы [6].

В мире в ближайшие 50–70 лет теплоэнергетика будет доминировать, вырабатывая 85% производимой тепловыми машинами энергии, а также альтернативные виды энергии, упомянутые выше.

Энергетика России была создана за годы советской власти и развивалась опережающими темпами, получая масштабные инвестиции, начиная с плана ГОЭРЛО до создания крупнейшей в мире единой энергетической системы и масштабного атомного проекта. Была создана передовая энергетическая наука, нашим учёным принадлежат пионерские научно-технические достижения – первые в мире паровые турбины на сверх- и суперкритические параметры (до 560°C, 300 атм.); первые в мире мощные газовые турбины (100 МВт); линии электропередач на сверхвысокие напряжения (1150 тыс. В); электрогенераторы рекордной – гигаваттной мощности; первые атомные станции без какой-либо иностранной помощи [5].

Далее, Россия является самой холодной страной (две трети территории – вечная мерзлота), но она обеспечена дешёвыми ресурсами – 15% разведанных мировых запасов топлива при менее чем 3% населения. В этой связи капитальные вложения в нашу энергетику составляют 5% от ВВП. В последние десятилетия прекратился ввод новых энергетических мощностей (1 ГВт вместо 7–8 ГВт). На преодоление этих недостатков направлена действующая Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. и пролонгирована с 2007 г. до 2030 г.

Поэтому для энергетики России приоритеты её инновационного развития отличаются от рекомендаций МЭА. Высшим приоритетом для нас является энергоэффективность как в организационно-управленческом, так и в технологическом аспектах. Очень важны для России также инновации в дальнем транспорте энергии, распределённой (децентрализованной), глубокой переработке топлива (особенно углеводородов) и в теплоэнергетике. Но способы и технологии реализации этих приоритетов сдерживаются в России острой нехваткой инвестиций. Поэтому при относительно дешёвом топливе и энергии в России более рационально использовать умеренно капиталоемкие технологии, даже с несколько худшими КПД по сравнению с КПД высших достижений стран с дорогой энергией.

Кроме того, технологическая политика России должна ориентироваться на умеренную стоимость мер по сдерживанию эмиссии парниковых газов. Развитие экономики будет предъявлять повышенный спрос на энергоресурсы, потребление которых в 2030 году увеличится относительно такового в 2005 г. на 35–45%. Доля газа уменьшится до 48–49%, остальная часть производства электрической и тепловой энергии будет покрываться за счёт нефти, атомной энергетики, угля, гидроэнергии и других альтернативных источников – приливных электростанций, морской энергетики, водородной энергетики и других источников, разработанных и внедрённых в России [7–15].

Такое развитие российской энергетики позволит вплоть до 2030 г. сохранить уровень выброса парниковых газов ниже уровня 1990 г. При этом капиталовложения в развитие энергетики составят в целом за период 3,5–3,7% от ВВП страны, сокращаясь с текущих 4–5% до 3% в 2026–2030 гг. Таким образом, главные социально-экономические параметры энергетики могут заметно улучшиться по сравнению с аналогичными параметрами в докризисных прогнозах.

В работе [2] авторами развивается идея о целесообразности децентрализации энергоснабжения в виде местных и индивидуальных источников энергии, работающих на складываемых энергоресурсах, как противодействие перерывам в энергообеспечении при техногенных катастрофах, системных авариях или стихийных бедствиях, а также диспропорциями в региональном развитии энергетики. Целевым ориентиром в этом случае может служить увеличение доли местных и индивидуальных источников энергии (в том числе для резервирования мощности, получаемой от централизованных источников) до 25–30% мирового энергопотребления к 2030 г.

Создание межгосударственных и трансконтинентальных энергообъединений с одновременным опережающим развитием местных и индивидуальных позволит обеспечить оперативную надёжность, живучесть и устойчивость мировой экономики и энергетики. Большую роль в реализации стратегии децентрализации должны сыграть повышение эффективности местных и индивидуальных источников энергии и развитие технологий распределённой генерации энергии, в том числе автоматизированных микро- и мини-электростанций в комбинации с генераторами тепла или кондиционерами, способных работать на разных видах топлива с КПД до 70%, солнечных и ветровых электрогенераторов с электроаккумуляторами, функционирующих автономно, без связи с энергосистемами, малой гидроэнергетики и геотермальных станций.

Обеспечение глобальной энергетической безопасности как отдельных стран, так и цивилизации в целом невозможно без диалога и взаимной открытости на уровне государств, делового мира и населения. Важная миссия принадлежит науке и технике. Целый ряд исследовательских направлений и опытных разработок должны получить приоритет и международную поддержку. Государствам пора обратить внимание на существенное недофинансирование научных и практических разработок в энергетической сфере и создать стимулы для их ускорения, в том числе в партнёрстве с частными компаниями [2].

Наиболее трудным для массового сознания будет признание необходимости ограничения (в первую очередь, для населения развитых стран) сложившегося во многом энергорасточительного образа жизни. Когда к уровню жизни нынешнего «золотого миллиарда» в течение одного-двух десятилетий приблизятся ещё 3 млрд жителей Бразилии, Индии и Китая, существующий ныне стиль потребления сделает нагрузку на мировую энергетику непосильной при любых реальных темпах научно-технического прогресса.

В свою очередь, развитие технологий поставит перед обществом непростые проблемы. Неизбежно признание необходимости крупномасштабной атомной энергетики. Придётся менять многие привычки персонального энергопользования – от заправки автомобиля (гибридные двигатели, использование метанола, сжатого и сжиженного газа, а впоследствии водорода) до индивидуального энергоснабжения домов и малого бизнеса. Смена парадигмы развития энергетики не возможна без решения сложных научно-технических задач и затрат огромных материальных ресурсов, что потребует большой открытости и свободы перетоков информации, технологий и капиталов [2].

Для получения намеченных результатов наша российская энергетическая наука должна конкретизировать с учётом мировых тенденций российские приоритеты НТП и создать технологии с параметрами, отвечающими российским условиям. Важно также закрепить документами Энергетической стратегии состав, параметры, сроки и масштаб применения приоритетных энергетических технологий с необходимым их финансированием [5].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фаворский, О.Н. Об энергетике России в ближайшие 20–30 лет / О.Н. Фаворский // Вестник РАН. 2007. Т. 77, № 2. С. 121–132.
2. Фаворский, О.Н. Глобальная энергетическая безопасность: проблемы и пути решения / О.Н. Фаворский, В.Е. Фортов, Т.А. Митрова // Вестник РАН. 2007. Т. 77, № 2. С. 99–107.
3. Фортов, В.Е. Основные проблемы энергетики России / В.Е. Фортов, О.Н. Фаворский // Вестник РАН. 2006. Т. 76, № 5. С. 389–398.
4. Троицкий, А.А. Энергоресурсы и развитие экономики России / А.А. Троицкий // Энергия: экономика, техника, экология. 2008. № 10. С. 21–17.
5. Фортов, В.Е. Направления инновационного развития энергетики мира и России / В.Е. Фортов, А.А. Макаров // УФН. 2009. Т. 179, № 12. С. 1337–1353.
6. Велихов, Е.П. Промышленность, инновации, образование и наука в Российской Федерации / Е.П. Велихов, В.Б. Бетелин // Вестник РАН. 2008. Т. 78, № 6. С. 500–512.
7. Приливные электростанции и водородная энергетика / И.Н. Усачёв, А.Н. Юрченко, В.Н. Фатеев, М.Ф. Кротов // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 6. С. 10–17.
8. Шейндлин, А.Е. Алюмоводородная энергетика / А.Е. Шейндлин, А.З. Жук // Вестник РАН. 2010. Т. 80, № 2. С. 21–224.
9. Хохлов, А.Р. Инновационные разработки по энергетике / А.Р. Хохлов // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 6. С. 2–9.
10. Алюмоводородные МГД-генераторы электроэнергии / А.Е. Шейндлин, В.А. Битюрин, А.З. Жук [и др.] // Доклады АН. Сер. «Энергетика». 2009. Т. 425, № 4.

11. Старостин, М.М. Альтернативная морская энергетика / М.М. Старостин, А.А. Радин, В.Ю. Цибульский // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 4. С. 26–30.
12. Малышенко, С.П. Водородные парогенераторы для перспективной энергетике / С.П. Малышенко // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 2. С. 2–7.
13. Челябин, В.Ф. Электроэнергия как движущая сила подводных аппаратов / В.Ф. Челябин // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 6. С. 18–25.
14. Фриттьоф, К. Скрытые связи: пер. с англ. / К. Фриттьоф. М.: ООО Издательский дом «София», 2004. 336 с.
15. Никонов, А.П. Верхом на бомбе. Судьба планеты Земля и её обитателей / А.П. Никонов. М.: ЭНАС; СПб.: Питер, 2008. 320 с. (Точка зрения).

V.N. Burmistrov, I.Yu. Bocharov, V.S. Didorin, A.N. Ushakov  
*Southwest State University, Kursk*

#### **ECOLOGICAL-AND-ENERGETIC ASPECTS OF INCREASING POWER EFFICIENCY AND SAFETY OF RUSSIA ENERGY**

*Given article is devoted topical issues of the anticipated directions of scientific and technological progress (STP) in the energy sector with a view to 2050 in the aspect of a systematic approach with regard to accelerating the development of society, economic globalization and increasing per capita energy use. The major problems of innovative human energy development of world economy are limitation the emissions of fossil fuels, the attempt to exclude the carbon component, the transition to alternative sources of energy: nuclear, hydrogen, solar, tidal, wind, thermal and thermo-nuclear forms of energy.*

**Keywords:** *alternative energy, fossil fuels, anthropogenic development, systems approach.*

УДК 625.546.001

Н.С. Кобелев, д-р техн. наук, профессор, Е.В. Павлова, аспирантка  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

#### **КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА ВЕНТИЛИРУЕМОГО ВОЗДУХА КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ВОЗДУХОПРОВОДЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**



*Данная статья посвящена анализу условий возникновения статического электричества как причин ненадежной эксплуатации пневмосистем, а также повышения выхода бракованной полупроводниковой продукции и создание аварийных взрывоопасных ситуаций. Предложено конструктивное решение комплексной обработки вентиляционного воздуха, практически устраняющее образование повышенного потенциала при его перемещении по воздухопроводу.*

**Ключевые слова:** статическое электричество, механические загрязнения в виде конденсирующейся парообразной влаги и пыли, очистка и адсорбционная осушка.

При эксплуатации воздухопроводов вентиляционного воздуха в специальных производственных помещениях и объектах довольно часто наблюдается, особенно при утечках и пневмотранспортировке, интенсивное искрение как при наличии движущихся механических загрязнений, так и в результате накопления электрических зарядов, что приводит к аварийным взрывоопасным ситуациям.

Возникновение статического электричества в процессе полупроводникового производства является одним из важных факторов ухудшения состояния среды в чистом помещении, прямо приводящим к снижению процента выхода готовых изделий [1].

Статическое электричество возникает при контакте движущегося потока вентиляционного воздуха, насыщенного механическими загрязнениями в виде пыли, ржавчины и окалины, а также мелкодисперсной и конденсирующейся влагой, с внутренней поверхностью воздухопровода, когда наблюдается разделение зарядов в тонком пограничном слое соприкасающихся веществ за счет перехода электронов из одного вещества в другое.

Как показал анализ известных исследований, наиболее интенсивно процесс электролиза вентилируемого потока осуществляется при:

- концентрации механических загрязнений, различных видов пыли, особенно угольной, а также ржавчины и окалины;
- высокой относительной влажности как воздуха окружающей среды, так и движущегося в воздухопроводе потока, резко возрастающей от 70% и выше;
- высокие скорости движения воздуха, например, при утечках через щели и прорывы в воздухопроводе.

Так, для ржавчины и окалины критическая концентрация при скорости выхода вентилируемого воздуха 10 м/с равна 20–22 г/м<sup>3</sup>; для песка – 18–20 г/м<sup>3</sup>, а для смеси паров масла, угольной пыли и ржавчины – 12–14 г/м<sup>3</sup>. Существенным фактором, влияющим на электролизацию вентилируемого воздуха, является степень измельчения механических загрязнений, находящихся в движущемся потоке по воздухопроводу.

На основании экспериментальных данных [2] выявлено, что при уменьшении крупности частиц в наиболее распространенных механических загрязнениях потенциал статического электричества увеличивается (рис. 1).

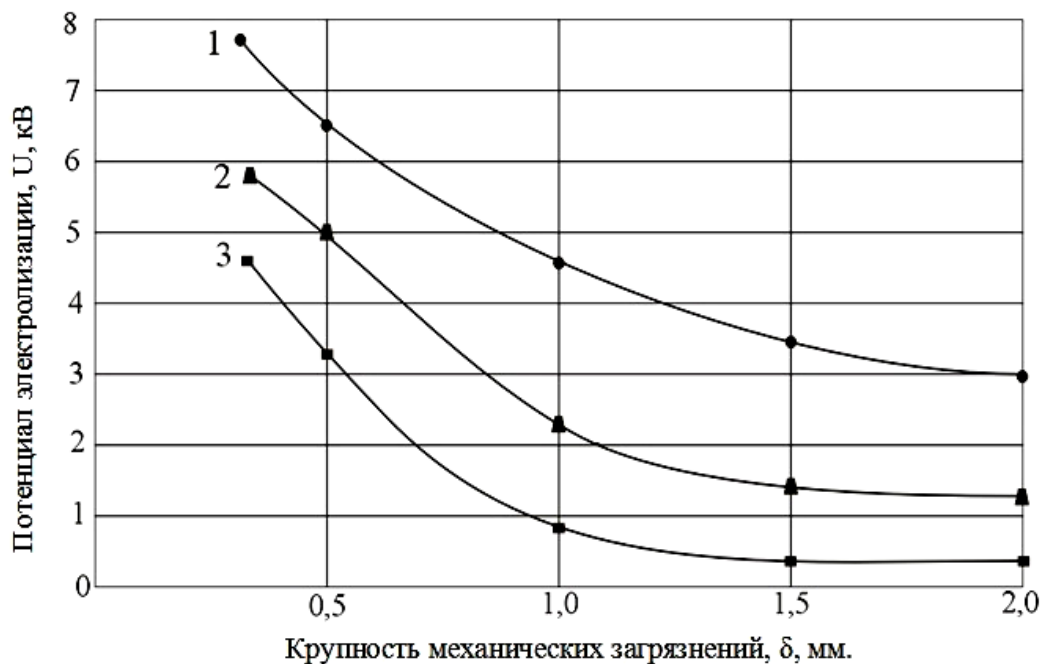


Рис. 1. Зависимость потенциала (U, кВ) от крупности ( $\delta$ , мм.):

1 – песок; 2 – песок и ржавчина с окалиной; 3 – ржавчина и окалина

Наличие мелкодисперсной капельной и сконденсированной парообразной влаги как в вентилируемом, движущемся по воздухопроводу воздухе, так и в окружающей его среде приводит к интенсификации передачи теплоты теплопроводностью вследствие того, что коэффициент теплопроводности сухого воздуха равен 0,0244 Вт/(м·К), а коэффициент теплопроводности воды в 20 раз выше и равен 0,5513 Вт/(м·К) [3]. В результате наблюдается образование конденсирующихся водяных токопроводящих пленок на металлических поверхностях воздухопровода, а это приводит к растяжению линий электрического поля, и напряжение может возрасти до нескольких тысяч вольт. Следовательно, резко возрастает опасность электрических искр, что способствует аварийным ситуациям, а иногда и взрывам. Это особенно отмечается как на зарубежных, так и отечественных угольных шахтах [4]. Поэтому для устранения возможности образования статического электричества в воздухопроводе необходима его очистка от механических и каплеобразных частиц.

В настоящее время в качестве защитных мер от статического электричества рекомендуются профилактические мероприятия, направленные на:

- борьбу с утечками вентиляционного воздуха, вызывающими в местах прорыва резкое возрастание скорости потока с механическими загрязнениями;
- очистку движущегося потока от твердых и каплеобразных частиц;
- установку металлических заземляющих сеток на концах воздухопровода, особенно при его продувке.

Авторами разработано, наряду с профилактическим мероприятием, новое направление снижения вероятности образования статического электричества, заключающегося в комплексной обработке вентилируемого воздуха перед поступлением его в воздухопровод специальных производственных помещений и объектов. Результатом разработки является устройство, защищенное патентом РФ (рис. 2).

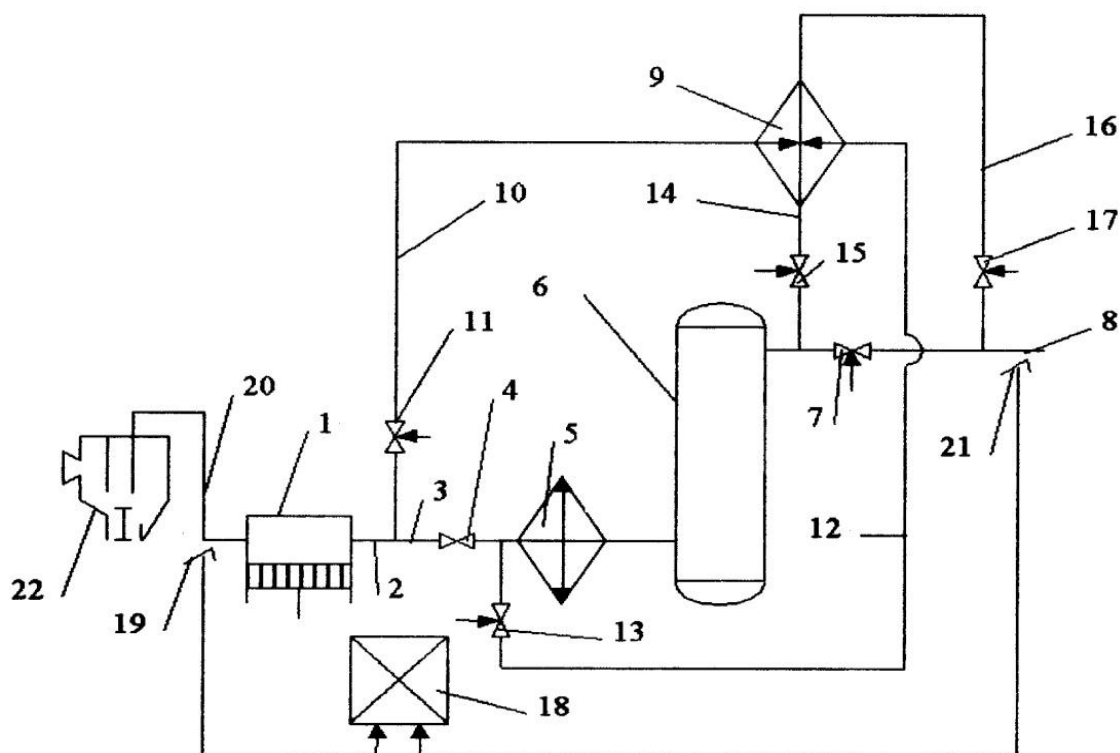


Рис. 2. Принципиальная схема компрессорной установки:

- 1 – компрессор; 2 – нагнетательная линия; 3 – основной трубопровод; 4, 7, 11, 13, 15, 17 – клапаны; 5 – концевой холодильник; 6 – воздухоотделитель; 8 – пневмосеть; 9 – теплообменник-утилизатор; 10, 12, 14, 16 – дополнительный трубопровод; 18 – блок управления; 19, 21 – датчик давления и температуры; 20 – всасывающий трубопровод; 22 – воздушный фильтр

#### Выводы:

1. Проведен анализ условий возникновения статического электричества и выявлено воздействие его на эксплуатационную надежность работы сис-

темы подачи вентиляционного воздуха в специальные производственные помещения и объекты.

2. Предложено решение по устранению возможностей электролизации вентиляционного воздуха при длительной эксплуатации воздухопроводных систем.

3. Разработана компрессорная установка, практически устраняющая образование статического электричества, конструкция которой защищена патентом РФ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докукин, А.В. Применение сжатого воздуха в горной промышленности / А.В. Докукин. М.: Недра, 1990. 349 с., ил.

2. Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача / В.В. Нащокин. М.: Высш. шк., 1980. 469 с.

3. Шишкин, Н.Ф. Электробезопасность в шахтах и взрывоопасных помещениях / Н.Ф. Шишкин, Г.В. Миндели. Тбилиси: Изд-во ЦОНДА, 1980. 287 с., ил.

4. Хояква, И. Чистые помещения: пер. с японского / И. Хоякава. М.: Мир, 1990. 456 с.

5. Пат. 2234003 Российская Федерация, МПК F04D 29/58 / Кобелев В.Н., Серебровский В.И. [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. Заявл. 21.11.2002; опубл. 10.08.2004, Бюл. №22.

N.S. Kobelev, E.V. Pavlova  
*Southwest State University, Kursk*

### COMPLEX PROCESSING OF VENTILATED AIR AS THE SOLUTION OF A PROBLEM OF DECREASE IN THE STATIC ELECTRICITY IN THE AIR PIPE OF SPECIAL PREMISES

*Given article is devoted the analysis of conditions of occurrence of a static electricity as reasons of unreliable operation of pneumatic systems, and as increases of an exit of rejected semi-conductor production and creation of emergency explosive situations. The offered constructive decision of complex processing of the ventilating air, almost eliminating formation of the raised potential at its moving on an air pipe.*

**Keywords:** *Static electricity, mechanical pollution in the form of a condensed vaporous moisture and a dust, clearing and adsorption dewatering.*

УДК 621.31

К.В. Хацевский, канд. техн. наук, доцент, А.А. Шагаров, аспирант  
*Омский государственный технический университет*

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМЫ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*В данной статье рассмотрены причины искажения синусоидальной формы кривой напряжения и предложен ряд мероприятий по решению задачи подавления высших гармоник.*

**Ключевые слова:** *регулируемый электропривод, высшие гармоники напряжения, напряжение.*

В настоящее время в мире энергосбережение стало одним из приоритетных направлений технической политики. В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2020 года снижение энергоемкости экономики и повышение эффективности использования энергоносителей являются важнейшей стратегической задачей. Анализ структуры потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что основная составляющая потерь (до 90 %) приходится на сферу потребления. В России до 75% всей потребляемой электроэнергии на производствах – в электроприводах различного назначения. При этом 33% этих электродвигателей используются для привода насосов и вентиляторов, а режим энергосбережения для них особенно актуален, т.к. значительное время они работают с пониженной нагрузкой. В частности, это относится к системам водоснабжения и водоотведения, а также к пищевой промышленности.

Энергосберегающий эффект позволяет достичь применения регулируемого электропривода. При этом значительный экономический эффект от использования регулируемого электропривода дает применение преобразователей частоты на объектах, обеспечивающих транспортировку жидкостей. Кроме того, обеспечивается надежный плавный пуск электропривода при токах ниже номинального, снижение аварийности питающей сети и механического передаточного механизма и, следовательно, увеличение межремонтного периода.

Большинство явлений, происходящих в электрических сетях и ухудшающих качество электрической энергии, происходят в связи с особенностями совместной работы электроприёмников и электрической сети.

Полупроводниковые преобразователи имеют нелинейную вольт-амперную характеристику, следовательно, потребляют ток, форма кривой которого отличается от синусоидальной. А протекание такого тока по элементам электрической сети создаёт на них падение напряжения, отличное от синусоидального, это и является причиной искажения синусоидальной фор-

мы кривой напряжения. Деформация синусоиды (рис.) напряжения приводит к увеличению потерь, а в крайних ситуациях даже к нарушениям работы машин и оборудования.

Показатели качества электрической энергии, методы их оценки и нормы определяет Межгосударственный стандарт «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» ГОСТ 13109-97.

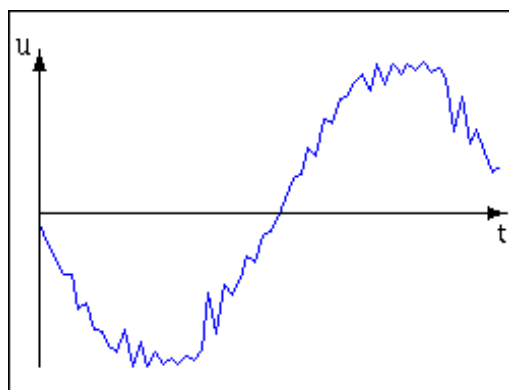


Рис. Искаженная кривая

Проведенные исследования выявили, что при частичной нагрузке регулируемого электропривода высокую величину могут иметь 3, 5, 7, 11, 13 гармоники, что является причиной возникновения добавочных потерь в обмотках электрических машин трансформаторов, а также могут стать серьезной проблемой в плане соответствия пределам по значениям гармонического тока, установленным поставщиком электроэнергии.

ГОСТ 13109-97 требует оценивать весь ряд гармонических составляющих от 2-й до 40-й включительно.

Для решения задачи подавления высших гармоник нужно провести ряд мероприятий:

- сбор данных (состояние системы, гармонический спектр);
- построение карты импедансов системы;
- расчет импеданса гармоник и определение порядка фильтрокомпенсирующих устройств;
- расчет перетоков гармоник;
- обработка полученных данных на специализированном программном обеспечении;
- проверка возможных резонансов в системе и вероятности усиления гармоник;
- разработка и производство системы подавления гармоник;
- проверка системы после монтажа;
- отчет о проделанных измерениях и внедренном оборудовании.

Круг вопросов, посвященных проблеме высших гармоник в электрических сетях, состоит в следующем:

- в оценке электромагнитной совместимости источников высших гармоник и других нагрузок, т. е. влиянии гармоник на электроустановки;
- в оценке возникающего при этом экономического ущерба;
- в количественной оценке высших гармоник тока, генерируемых различными нелинейными нагрузками;
- в прогнозировании значений высших гармоник тока и напряжения, а также в снижении уровня гармонических составляющих.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 208 с.
2. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 256 с.
3. Сальников, В.Г. Экономия электроэнергии в промышленности / В.Г. Сальников. Алма-Ата: Казахстан, 1984. 124 с.
4. Актуальность проблемы энергосбережения в системе водоснабжения // Новости приводной техники: ежемес. газ. М., 2001. № 6. С. 6–7.
5. Климов, В.П. Проблемы высших гармоник в современных системах электропитания / В.П. Климов, А.Д. Москалев // Практическая силовая электроника: науч.-техн. сб. / под ред. Г.М. Малышкова, А.В. Лукина. М.: АОЗТ «ММП-Ирбис», 2002. Вып. 5.
6. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод как средство энергосбережения / И.А. Авербах, Е.И. Барац, И.Я. Браславский [и др.] // Энергетика региона. 2002. № 2(45). С. 34–35.

K.V. Khatsevskiy, A.A. Shagarov  
Omsk State Technical University

### THE ANALYSIS OF THE REASONS OF NOT SINUSOIDAL FORM OF VOLTAGE IN ELECTROSUPPLY SYSTEMS

*In given article the reasons of distortion of the sinusoidal form of a curve of voltage are considered and a number of actions for the decision of a problem of suppression of the supreme harmonics is offered.*

**Keywords:** *the adjustable electric drive, the supreme harmonics of voltage, voltage.*

УДК 621.31 (651.76)

Е.И. Малеева, аспирантка

*Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ЧЕТЫРЕХФАЗНЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

*В статье рассматривается возможность электроснабжения не-тяговых потребителей строящихся железных дорог и промышленно-хозяйственных прилегающих инфраструктур с помощью четырехфазных электрических систем, основа которых – четырехфазные линии, являющиеся сдвоенными линиями «Два провода – рельс» вдоль железной дороги и «Два провода – земля» на прилегающей к железной дороге территории. Приводится сравнительный анализ между существующими трехфазными системами и предлагаемыми четырехфазными.*

**Ключевые слова:** *электроснабжение, трехфазные линии электропередач, четырехфазные линии электропередач.*

В Республике Якутия идет строительство железнодорожной линии Беркакит – Томмот – Якутск. Дорога будет обеспечивать надежные связи между корреспондирующими районами страны, даст толчок развитию добывающих отраслей.

В связи с этим возникает необходимость электроснабжения как самой дороги, которая начнет развиваться, так и промышленно-хозяйственной инфраструктуры вдоль нее. Линия электропередачи 220 кВ станет главным системообразующим звеном между Южно-Якутской и Центрально-Якутской энергосистемами, а линии 35 кВ будут выполнять функции распределительных.

В качестве линии 35 кВ предлагается четырехфазная линия [3], которая будет обеспечивать электротягу и электроснабжение промышленно-хозяйственных комплексов вдоль железной дороги.

Простейшая схема четырехфазной электропередачи приведена на рисунке.

По существу, она является сдвоенной линией «два провода – земля» (ДПЗ), впервые предложенной в 1930-х годах. Напряжения и токи в одной линии ДПЗ соответственно равны по величине и противоположны по направлению напряжениям и токам в другой.

Существенным отличием четырехфазной линии от линии ДПЗ является отсутствие тока в земле [1].

По предложенной четырехфазной линии можно передавать мощность примерно в 1,1–1,2 раза большую, чем по двум трехфазным. Четырехфазная линия обладает надежностью двухцепной линии, потери мощности в ней меньше примерно в 1,5–1,7 раза, чем в двухцепной трехфазной.



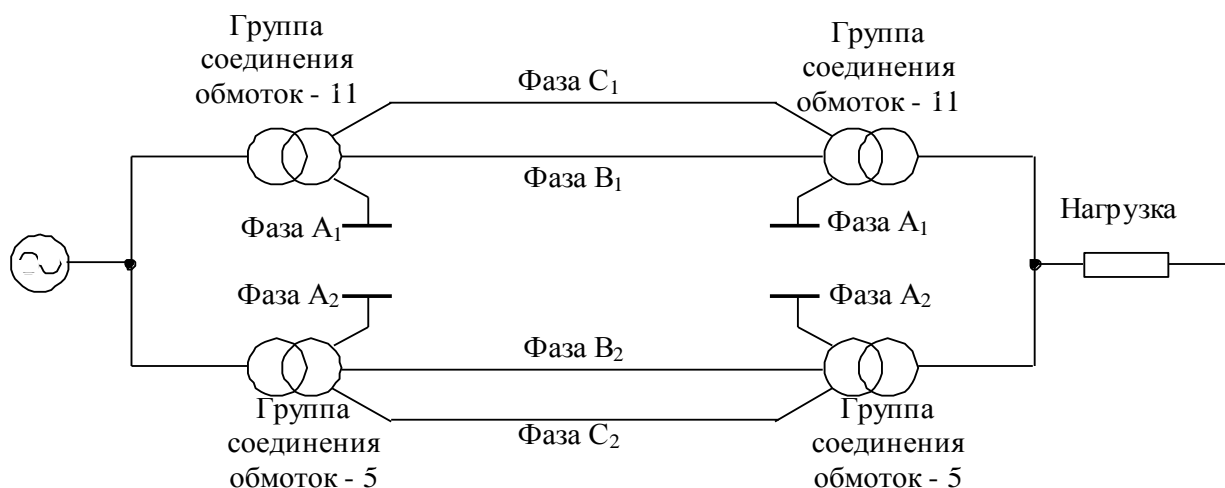


Рис. Схема четырёхфазной электропередачи

С одной стороны, она дешевле двухцепной примерно в 1,6–1,8 раза, что позволяет рассматривать ее экономические показатели в сравнении с аналогичными показателями одноцепной линии, с другой стороны, обладая надежностью двухцепной электропередачи, имеет потери мощности примерно в два раза меньшие, чем двухцепные. При этом для ее осуществления не требуется разработка нового оборудования. Линия 35 кВ может быть выполнена либо на П-образных опорах, либо на одной металлической или железобетонной опоре, либо на двух отдельных стойках по два провода на каждой. Последние должны быть разделены расстоянием, исключающим короткое замыкание между фазами на разных опорах.

Технические характеристики четырехфазной линии электропередачи рассмотрены на участке линии длиной 100 километров, выполненной проводом АС-95 в сравнении с двухцепной и одноцепной трехфазными линиями напряжением 35 кВ. Нагрузка включена на напряжение 10 кВ через трансформаторы мощностью 10 МВА. Ограничивающим фактором является допустимое напряжение, равное  $1,15 U_H$ .

Максимальная передаваемая мощность по двухцепной трехфазной линии, ограничиваемая уровнем напряжения 40,5 кВ, равна 11,4 МВт с  $\cos 0,8$  и компенсацией реактивной мощности 2 МВАр. Потери мощности в линии составляют при этом 3,44 МВт, или 30,17% от мощности нагрузки.

При передаче такой же мощности по четырехфазной линии на шины мощности потери в электропередаче с симметрированными реакторами, включенными между землей и заземляемыми обмотками трансформаторов, составляют 2,04 МВт, или 17%. Отношение потерь мощности в двухцепной трехфазной линии к потерям мощности в четырехфазной составляет 1,68.

Так как в четырехфазной линии загружены только две фазы, а сопротивление третьей равно нулю, то на нагрузке создаются неодинаковые фазные падения напряжения. Чем больше передаваемая мощность, тем больше несимметрия напряжений [2].

Несимметрию можно устранить несколькими способами:

- включением емкостных батарей между фазами с наименьшим линейным напряжением;
- пофазным регулированием коэффициентов трансформации трансформаторов;
- включением последовательно с заземляемой обмоткой трансформатора индуктивности;
- включением несимметричной активной нагрузки.

Таким образом, можно сделать вывод, что четырехфазные линии электропередачи по сравнению с двухцепными трехфазными имеют в 1,5 раз меньшие потери мощности. Это обстоятельство, а также более низкая стоимость, по сравнению с двухцепными трехфазными линиями позволяет рекомендовать их применение в промышленных районах с преобладанием потребителей I и II категорий.

Совокупность четырехфазных линий электропередачи, трансформаторных подстанций образуют принципиально новую электрическую систему – четырехфазные электрические сети. Связь четырехфазных электрических сетей с традиционными трехфазными как со стороны питания, так и со стороны потребителей осуществляется обычными трехфазными трансформаторами, т.е. разработки нового оборудования не требуется.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, В.В. Четырехфазная схема электропередачи с трехфазными трансформаторами / В.В. Андреев // Электричество. 1952. № 1. С. 15–17.
2. Четырехфазные линии электропередачи для сетей с изолированными нейтралями / Н.С. Бурянина, Ю.Ф. Королюк, Е.В. Лесных [и др.] // Вестник ЯГУ. Т. 2, № 4. 2005. С. 90–94.
3. Пат. 2256273 Российская Федерация, МПК7 Н 02 J 3/00, 3/04. Электрическая система / Бурянина Н.С., Королюк Ю.Ф., Бурянина Е.В., Олесова В.Л., Олесов Л.А.; заявители и патентообладатели Бурянина Н.С., Королюк Ю.Ф. № 2003132023/09; заявл. 31.10.2003; опубл. 10.07.2005, Бюл. № 19.

E.I. Maleeva

*North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk*

#### COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN INNOVATIVE FOUR-PHASE TRANSMISSION LINES AND TRADITIONAL THREE-PHASE LINES

*In this paper performs comparison between innovative four-phase transmission lines vs traditional three-phase lines. The possibility of Non-tractive power of consumers construction of railways and industrial and economic infrastructure surrounding by the four-power systems, which are*

*based four-phase transmission lines are double lines of "Two wires - rail" along the railroad tracks and the "two wires - the land" adjacent to the railway road area.*

**Keywords:** *electrosupply, four-phase transmission lines, three-phase transmission lines.*

УДК 006.034

И.В. Полищук, аспирант

Юго-Западный государственный университет, Курск

## **АНАЛИЗ БАЗЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ НЕЙТРОННОЙ ДОЗИМЕТРИИ**

*Данная статья посвящена анализу базы государственных стандартов с целью степени их применимости при создании, калибровке и поверке спектрометрического дозиметра-радиометра нового поколения. Также в статье приводится краткая справка о современном состоянии законодательно-нормативной базы в области метрологии.*

**Ключевые слова:** *государственный стандарт, технический регламент, метрология, спектрометрия, нейтроны.*

В СССР фактически основной категорией стандартов являлись государственные стандарты (ГОСТ), они были строго обязательными для соблюдения в тех областях, которые ими регулировались. Однако, по мнению специалистов, эта система устарела, не соответствует требованиям промышленности и экономики, запутанна и содержит множество противоречий, в том числе и внутренних. В результате обязательная сертификация всех товаров превратилась в формальность: сертифицирующие госорганы всегда имели возможность найти мнимые несоответствия, что неминуемо порождало коррупцию.

Принятым 27 декабря 2002 года Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1] были разделены понятия «технический регламент» и «стандарт», в связи с чем все ГОСТы должны утратить обязательный характер и применяться добровольно. На замену десяткам тысяч ГОСТов и СанПиНов должны прийти несколько сотен технических регламентов. Подразумевалось, что регламенты будут вводиться законами прямого действия, что исключит возможность ведомств создавать дополнительные административные барьеры. Но до принятия соответствующих технических регламентов закон предусматривает обязательное исполнение требований ГОСТ в части, соответствующей целям защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муницип-

ципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

В случае отсутствия стандартов применительно к отдельным требованиям технических регламентов или объектам технического регулирования для соблюдения требований технических регламентов к продукции, производству, строительству, монтажу, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации разрабатываются своды правил.

Итак, технический регламент – это нормативный правовой акт, устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Надо отметить, что практика применения Федерального закона «О техническом регулировании» показала довольно низкую эффективность заложенных в нём правовых институтов – за девятилетний период реформы технического регулирования введено в действие всего лишь пятнадцать технических регламентов. Механизм принятия технических регламентов оказался крайне неэффективным – согласование документов на межведомственном уровне затягивается на годы.

Целью принятия закона являлась либерализация процессов сертификации продукции и упорядочение существовавшей в СССР системы стандартизации, пришедшей в несоответствие с современной нормативно-правовой базой и административной конструкцией. В то же время степень проработки отдельных положений закона вызывает в профессиональных кругах противоречивые оценки.

Как уже было сказано, в настоящее время в России действуют пятнадцать регламентов, семнадцать приняты и вступят в действие в ближайшие годы, действие одного приостановлено, четырнадцать прошли публичное обсуждение и внесены на внутригосударственное согласование и двадцать один регламент находится на стадии публичного обсуждения. Однако среди всего этого перечня есть всего один регламент, так или иначе касающийся ионизирующих излучений. Это регламент о безопасности средств индивидуальной защиты [2], утвержденный Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2009 г. N 1213 «Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты». Объектами технического регулирования в подпункте 3 пункта 4 являются только «средства индивидуальной защиты от радиационных факторов (внешние ионизирующие излучения и радиоактивные вещества):

- костюмы изолирующие для защиты кожи и органов дыхания от радиоактивных веществ;

- средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующего типа от радиоактивных веществ».

На основании этого и с учетом упомянутых выше трудностей с межведомственным согласованием проектов можно утверждать, что в ближайшие годы принятие технического регламента о спектрометрических измерениях нейтронного излучения не предвидится.

В таком случае обратимся к базе государственных стандартов. Запрос по ключевому слову «нейтрон» даст порядка пятидесяти результатов. Из них пять на сегодняшний день заменены или выведены из действия, остальные по назначению можно условно разделить на восемь больших групп:

- государственные эталоны и поверочные схемы;
- измерительные приборы;
- источники нейтронов;
- измерение влажности материалов нейтронным методом;
- применение метода нейтронной активации;
- генераторы нейтронов;
- безопасность в условиях космического излучения;
- прочие.

По понятным причинам при создании спектрометра нейтронного излучения в первую очередь интересны стандарты второй и первой групп. Во вторую очередь при проведении обязательных метрологических операций представляют интерес стандарты третьей и шестой групп, поскольку практическая экспериментальная проверка показаний прибора невозможна без облучения их соответствующими частицами.

Кроме того, полезными могут быть ряд стандартов, рекомендаций и порядков государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ). Они напрямую не регламентируют измерения нейтронных характеристик, однако устанавливают общие правила в области измерений.

Проведенный анализ нормативной документации в области метрологии нейтронного излучения показал полное отсутствие регулирования измерений спектра нейтронного потока как лабораторными методами, так и в приборном исполнении, да и в любом другом исполнении. Обязательный для исполнения технический регламент на измерительные приборы нейтронного излучения не принят и даже не вынесен на публичное обсуждение. Возможно, он пока в принципе не написан. Среди необязательных к исполнению государственных стандартов наиболее близкий ГОСТ регулирует методы и средства поверки радиометров, предназначенных для измерения потока и плотности потока отдельно тепловой, промежуточной и быстрой составляющей потока. Измерение спектра не предполагается. Ещё одним косвенным указанием на отсутствие не только нормативной базы, но и попыток её создания служит универсальный десятичный классификатор (УДК). Статьям в области нейтронной спектроскопии [3] присваивается УДК 621.039.512.44

«Распределение энергии» из теоретического раздела управления работой ядерным реактором. В то же время более близкий по смыслу раздел УДК 539.1.07 «Приборы и аппаратура для ядерных, атомных и молекулярных исследований», включающий коды для радиометров нейтронов, не содержит кодов для спектрометров нейтронного излучения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О техническом регулировании: федер. закон от 27 декабря 2002 № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2002. № 52. Ч. 1. Ст. 5140.

2. Регламент «О безопасности средств индивидуальной защиты»: [утв. постановлением Правительства РФ от 24 декабря 2009 г. №1213 «Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты»] // Рос. газ. 2009. 25 дек.

3. Онищук, Ю.Н. Модернизация нейтронного спектрометра для измерения спектров нейтронов утечки из сферических оболочек с центральным источником 14 МэВ-нейтронов в диапазоне энергий 3–15 МэВ / Ю.Н. Онищук, Б.Е. Лещенко; Киевский национальный университет им. Т. Шевченко. Киев, 2009. 9 с.

I.V. Polischuk

*Southwest State University, Kursk*

### STATE STANDARDS DATABASE'S SYSTEMATIZATION IN NEUTRON DOSIMETRY

*This article is devoted to state standards database's systematization in order to verify their applicability in the creation, verification and calibration of the new generation spectrometric dosimeter-radiometer. Also, the article gives a brief overview of the current legislative state in metrology.*

**Keywords:** *state standard, technical regulation, metrology, spectroscopy, neutrons.*

УДК 621

Е.А. Титенко, канд. техн. наук, А.А. Бурмака, С.Н. Фролов  
Юго-Западный государственный университет, Курск

### РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

*В статье рассмотрена рабочая станция мониторинга и оценки пожароопасных ситуаций.*

***Ключевые слова:** мониторинг, пожароопасная ситуация, оценка, объект, функция.*

Анализ опыта реагирования экстренных оперативных служб на пожароопасные ситуации и возникающие пожары позволяет сделать вывод, что наиболее эффективные решения по предупреждению и противодействию данным нештатным ситуациям (пожарам) вырабатываются на основе комплексного взаимодействия и использования ресурсов различных жизнеобеспечивающих подразделений в рамках единой системы – развиваемой на территории РФ системы МЧС «Система-112» [1]. Помимо организационно-штатных функций управленческого и координирующего характера в «Системе-112» осуществляется информационно-аналитическая деятельность по автоматизации процессов сбора, хранения, анализа, интерпретации поступающей текущей и ретроспективной разнородной информации о состоянии контролируемых объектов.

Функционирование и поведение технически сложных объектов (СТО), к которым относятся образовательные (научные) учреждения, уже не вписываются в привычные рамки детерминированных и стохастических описаний, в том числе состояния электрических сетей. Это приводит к тому, что общепринятые подходы оценки пожароопасности электрических питающих сетей конечных потребителей (амортизация степени износа электрических сетей, вероятностная оценка рисков возникновения пожара электрических сетей) оказываются малоэффективными. Основным недостатком общепринятых подходов и соответствующих технических средств является то, что подавляющее их большинство рассчитано на реакцию по уже сформировавшейся ситуации реальной пожароопасности или даже – уже возникший пожар [2]. Вопросы раннего прогнозирования пожароопасности и выработки упреждающих (профилактических) мер не входят в зону ответственности теоретических и реализационных противопожарных средств. В связи с этим требуется разработка новых теоретических, методологических, технических средств мониторинга и ранней диагностики пожароопасных ситуаций, обеспечивающих упреждающее принятие обоснованных решений по изменению состояния электрических сетей. Таким образом, создание распределенной сети типизированных технических средств мониторинга пожароопасных ситуаций с единым центром хранения, обработки и реагирования на пожароопасные ситуации в рамках комплексного контроля происшествий, аварий и катастроф представляется магистральным направлением развития «умных» противопожарных технологий и технических средств комплексной оценки и анализа разнородных данных.

Научная новизна теоретических построений заключается в разработке практически пригодных моделей, методов и алгоритмов раннего прогнози-

рования пожароопасных ситуаций в образовательных учреждениях путем выявления скрытых закономерностей в ретроспективных данных на основе продукционных моделей обработки знаний. Определяющий вклад в результативность и достоверность раннего прогнозирования пожароопасных ситуаций связывается с непрерывностью процессов мониторинга, полнотой сбора разнородных данных (сигнализационных, измерительных, видео-), избыточностью каналов доставки данных на сервер, гарантирующих включение ответственных лиц (сотрудников служб безопасности школ, детских садов и пр., оперативных диспетчеров и аналитиков дежурно-диспетчерских служб «Системы-112» и др.) в контур управления и противодействия возникающей пожароопасной ситуации [3]. Практическая ценность предлагаемой реконфигурируемой рабочей станции мониторинга определяется двойственным характером ее использования. С одной стороны, станция может быть интегрирована в существующую техническую систему безопасности (пожароопасности) образовательного учреждения и вести комплексный мониторинг технических параметров и текущих ситуаций пожароопасности путем полной оценки ненаблюдаемых значений или внешних проявлений рисков пожаров. С другой стороны, станция может использоваться как переносное устройство (прибор) для мобильных проверок технических параметров. При этом повышение достоверности раннего прогнозирования пожароопасных ситуаций определяется избыточностью оценок на основе автоматизированной реконфигурации средств прямых и косвенных измерений ненаблюдаемых технических значений (сила тока, температура и др.). Двойная оценка ненаблюдаемых технических значений позволяет адаптивно изменить режим функционирования рабочей станции и вести приоритетный мониторинг ненаблюдаемого параметра, значение которого вышло за установленные допустимые «предпожарные» пределы.

Проектирование реконфигурируемой рабочей станции направлено на комплекс мероприятий в рамках «Системы-112»:

- по созданию информационно-телекоммуникационной инфраструктуры системы обеспечения вызовов и обработки мониторинговых данных;
- по отработке информационных технологий оперативного реагирования на нештатные ситуации;
- по повышению оперативности реагирования на возникающие нештатные ситуации и достоверности планирования их предупреждения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриев, А.Н. Проблемы обеспечения комплексной безопасности и «интеллектуализации» объектов города Москвы / А.Н. Дмитриев. М., 2005. С. 29–32.



2. Монаков, В.К. Устройства защитного отключения как эффективные средство предотвращения возгораний и пожаров / В.К. Монаков // Пожарная безопасность. 2003. № 5. С. 193–195.

3. Локтионов, Ю.В. О проблемах создания центров управления кризисными ситуациями, прогнозирования и мониторинга рисков / Ю.В. Локтионов, К.М. Любимов // Глобальная безопасность. 2008. №3–4. С. 22–24.

Е.А. Titenko, А.А. Burmaka, S.N. Frolov  
*Southwest State University Kursk*

#### THE RECONFIGURATION WORKSTATION OF MONITORING AND ESTIMATION OF FIRE-DANGEROUS SITUATIONS

*In the article the workstation of monitoring and fire-dangerous situations estimation is considered.*

*Keywords: fire-dangerous situation monitoring, estimation, object, function*

УДК 621.31

И.В. Кривецкий, аспирант  
*Московский энергетический институт*

#### ТОКООГРАНИЧИТЕЛИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО И АВТОТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПА (127 кВ, 2 кА)

*Статья посвящена проблеме ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях большой мощности, которая становится все более актуальна в свете устойчивого роста электрических нагрузок и увеличения генерирующих мощностей.*

**Ключевые слова:** *ограничитель токов короткого замыкания, быстродействующий выключатель, автотрансформатор.*

В [1] был предложен перспективный вариант защиты электрических сетей большой мощности при коротком замыкании (КЗ) с помощью токоограничителя трансформаторного типа. В настоящей статье показано, что более экономичным является использование токоограничителя автотрансформаторного типа (АТ). Схема подключения обмоток АТ приведена на рисунке. В номинальном режиме секции L2 и L3 замкнуты накоротко через быстродействующие выключатели взрывного типа В2, В3. В них наводятся токи, компенсирующие магнитное поле обмотки L1, что обеспечивает низкую ин-

дуктивность АТ. При возникновении КЗ выключатели размыкаются, направления токов в секциях L2, L3 изменяется на противоположное, и индуктивность АТ резко возрастает.

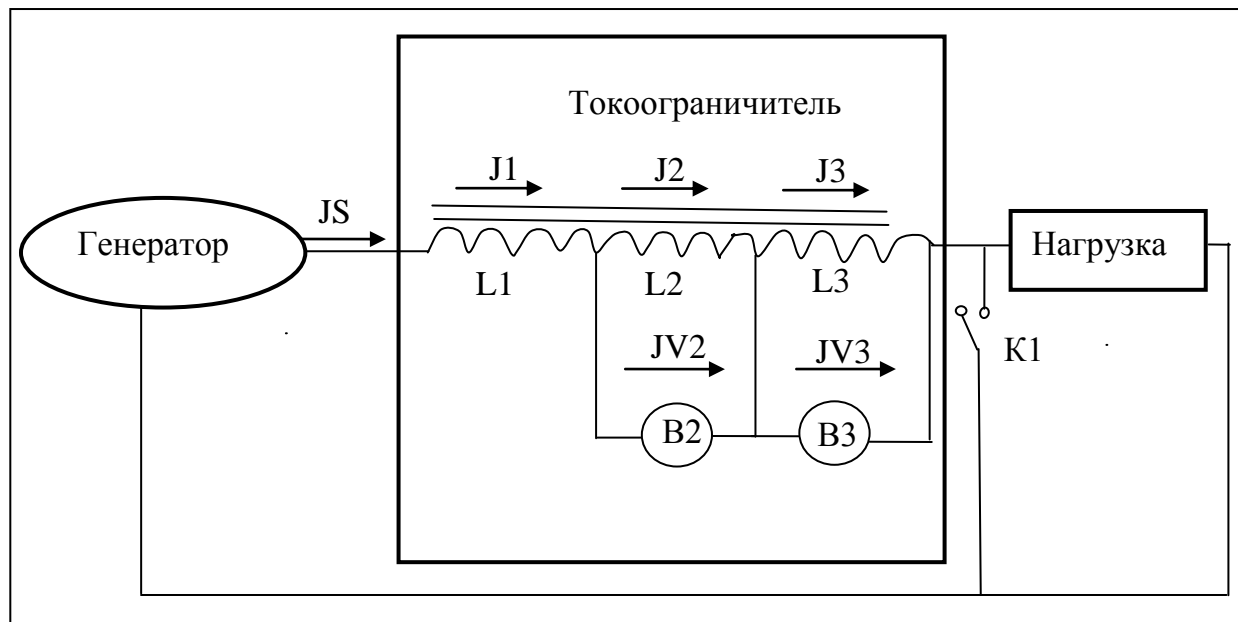


Рис. Принципиальная схема токоограничителя  
автотрансформаторного типа

Обеспечить определенное техническим заданием отношение индуктивности АТ в режиме «ограничения тока» (при разомкнутых выключателях) к его индуктивности в номинальном режиме  $K_L = L_0/L_N = 55$  возможно лишь при высоком коэффициенте связи секции L1 с короткозамкнутыми секциями. Поэтому конструктивно каждая из секций выполняется в виде нескольких дисковых катушек, причем катушки секции L1 чередуются с катушками короткозамкнутых секций. В трансформаторной схеме короткозамкнутая обмотка электрически не связана с первичной обмоткой, и поэтому после размыкания выключателей необходимое значение индуктивности обеспечивается только первичной обмоткой. В АТ для формирования той же индуктивности используются все секции обмотки. Это и обеспечивает улучшение характеристик устройства. Эффективность АТ возрастает с увеличением отношения числа витков короткозамкнутой части обмотки к общему числу витков. Однако по техническим условиям напряжение размыкания на выключателях не может превышать 70 кВ, поэтому при увеличении длины короткозамкнутой части необходимо увеличивать и количество используемых выключателей.

В таблице сравниваются основные характеристики обмоток токоограничителя трансформаторного типа (Т1) и АТ, использующих 1, 2 и 3 выключателя (соответственно варианты АТ1, АТ2 и АТ3).

Основные характеристики токоограничителей

Тип токоограничителя	T1	AT1	AT2	AT3	AT1C
Внутренний диаметр обмотки [м]	2,15	1,45	1,65	1,65	1,5
Внешний диаметр обмотки [м]	2,98	2,9	2,9	2,9	2,5
Высота обмотки [м]	1,9	0,835	0,775	0,545	1,0
Общее число витков	240	206	191	188	206
Количество дисковых катушек	–	9	5	7	–
Общий вес обмотки [Т]	26,9	18,3	13,7	8,76	0,56
Тепловые потери в номинальном режиме [кВт]	296	178,2	120,3	83,26	18*
Индуктивность в номинальном режиме [мГн]	1,28	1,56	1,37	1,04	1,4
Индуктивность в режиме «ограничения тока» [мГн]	76,5	76,8	77,0	77,7	77,1
Максимальный ток в переходном процессе [кА]	14,0	14,2	13,4	14,25	14,1
Максимальный ток в режиме «ограничения тока» [кА]	7,25	7,23	7,26	8,45	7,3

\*Потери даны с учетом холодильного коэффициента  $K_x = 10$

Оптимизация геометрии конструкций осуществлялась с помощью специально разработанной программы численного расчета. Кроме того, для каждого из вариантов проводились оценки устойчивости конструкции к тепловым нагрузкам и электродинамическим усилиям. Как видим, экономия веса обмотки и тепловых потерь, по сравнению с T1, возрастает с увеличением количества выключателей от 50% до 300%. Проводились также численные расчеты переходных процессов (в соответствии с характеристиками выключателя и техническим заданием принимались условия: ток подачи сигнала на отключение  $I_{к.з} = 5$  кА, время запаздывания срабатывания системы защиты  $t_3 = 0,1$  мс, длительность отключения 6 мс). Идентичность переходных процессов для всех конструкций и их соответствие техническому заданию обеспечивались путем вариаций зависимости сопротивления плавкой вставки выключателя от времени. Показано также, что при разбросе  $t_3$  для выключателей в пределах 25% характеристики переходного процесса практически не изменяются. Этот результат доказывает возможность одновременного использования нескольких выключателей.

В последнем столбце таблицы приведен оценочный расчет характеристик AT с обмоткой из высокотемпературного сверхпроводника. В этом случае за счет увеличения плотности тока в обмотке (с  $2 \text{ А/мм}^2$  до  $50 \text{ А/мм}^2$ ) характеристики улучшаются более чем на порядок даже при использовании одного выключателя. Однако для практической реализации такого варианта необходимо решить целый ряд проблем технологического характера.

1. Токоограничивающие устройства трансформаторного типа / В.А. Альтов, С.С. Иванов, В.В. Желтов [и др.] // Электро. 2010. №5. С. 55–60.

I.V. Krivetskiy  
NRU MPEI, Moscow

### **CURRENT LIMITERS BASED ON TRANSFORMERS AND AUTO-TRANSFORMERS SCHEME RATED AT (127 kV AND 2 kA)**

*Given article is devoted to fault current limiting in high power networks that is becoming increasingly important in light of the sustained growth of electric loads and a corresponding increase in generating capacity.*

**Keywords:** *fault current limiter, high-speed circuit breaker, auto-transformer.*

УДК 621.31

А.Н. Симаков, старший преподаватель, А.А. Мухин, курсант  
Академия федеральной службы охраны, Орел

### **ЗАЩИТА ОБЪЕКТА ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕРРОРИЗМА И УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ**

*Данная статья посвящена способам защиты электронных устройств интегрированной системы безопасности объектов инфотелекоммуникаций от РЧЭМИ.*

**Ключевые слова:** *интеллектуальные здания, силовое деструктивное воздействие, параметрический трансформатор.*

В последнее время как в средствах массовой информации, так и в научно-технических журналах все чаще упоминается об угрозе применения радиоэлектронного оружия в террористических целях [1]. Активное развитие новой ветви информационного терроризма – электромагнитного терроризма (ЭТ) предъявляет особые требования к процессу построения и модернизации инженерной инфраструктуры объектов инфотелекоммуникаций, обслуживающих органы государственной власти. Данные объекты представляют собой «интеллектуальные здания» (ИЗ), обеспечивающие продуктивную и экономически эффективную среду путем оптимизации их элементов: структуры, систем, обслуживания, управления и их взаимосвязей. Интегрированная система безопасности (ИСБ), ядром которой является персональный ком-

пьютер, подвержена реальной угрозе силового деструктивного воздействия (СДВ) по трем основным каналам: сети электропитания; проводным линиям; эфиру с использованием мощного потока радиочастотного электромагнитного излучения (РЧЭМИ) [2, 3].

Известны различные варианты двухуровневой стратегии защиты. Однако при разнесенном расположении электронных устройств на объекте выбор соответствующих технических средств защиты от утечки информации необходимо проводить с учётом возможности направленного воздействия (РЧЭМИ), прежде всего на электронные устройства интегрированной системы безопасности. Применение высокоэффективных автономных устройств высоковольтных гальванических развязок, соответствующих стандарту IEEE 587, в виде силовых устройств на базе многофункциональных параметрических трансформаторов (ПТ), расположенных в офисных помещениях модернизируемой интегрированной системы безопасности, является по критерию «эффективность – качество», по нашему мнению, в настоящее время наиболее эффективным. Данный класс источников бесперебойного электропитания (UPS) широко используется большинством американских фирм, связанных с заказом Минобороны США именно из-за их высоких технико-экономических показателей, в том числе высокой стойкостью к высоковольтным, высокочастотным помехам.

Сравнительный анализ тактико-технических параметров отечественных ИБЭП (источников бесперебойного электропитания) на базе трехфазного ПТ (ТПТ) и UPS типа Ferrups фирмы Best Power Technology (США) с UPS с двойным преобразованием показывает ряд главных преимуществ первых двух перед UPS с двойным преобразованием:

1) Ferrups, как и ИБЭП ОАО «НИИВТ» на базе ТПТ, являются изолирующими UPS, что в значительной мере обеспечивает защиту от помех (шумов) и перенапряжения. Вследствие важности изоляции применение изолирующих UPS (ИБЭП) предусмотрено федеральным стандартом США для защиты компьютеров (Federal Information Processing Standards Publication 94, National Bureau Standards);

2) в ИБЭП и UPS Ferrups, с их двухканальным подходом, сетевая линия осуществляет нормальное питание через многофункциональный ПТ, что позволяет осуществлять нормальное кондиционированное питание;

3) UPS типа Ferrups, как и ИБЭП на базе ТПТ, устраняют ряд главных недостатков UPS с двойным преобразованием:

- UPS и (ИБЭП) на базе ТПТ имеет высокую надежность, т.к. ТПТ является первичным активным функциональным узлом и имеет наработку на отказ (MTBF) 200 000 часов. Модели Ferrups, помещенные в перечень UL, соответствуют стандарту IEEE 587 для испытаний на воздействие молний, способны осуществлять локальную защиту от мощных лучей РЧЭМИ;

• ТПТ автоматически обеспечивает защиту инвертора от коротких замыканий и перегрузки, одновременно обеспечивает защиту сети от динамики токов нагрузки и т.д.

Наряду с экранированием и схемотехническими мерами защиты электронных устройств интегрированной системы безопасности объектов инфотелекоммуникаций от РЧЭМИ представляется наиболее целесообразным и перспективным поиск эффективных (возможно, нетрадиционных) защитных мер для элементной базы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуревич, В.И. Электромагнитная незащищенность – новая реальная опасность XXI века / В.И. Гуревич // Энергетик. 2006. № 5. С. 18–20.
2. Kopp, Carlo. The E-bomb – a Weapon of Electronical Mass Destruction [Text] / Carlo Kopp // Information Warfare Thunder's month press. New-York, 2006.
3. Fulghum, David A. Microwave Weapons Await a Future War / David A. Fulghum // Aviation Week and Space Technology. 2007. 7 June.

A.N.Simakov, A.A. Mukhin

*Academy of a federal protection service, Oryol*

#### PROTECTION OF OBJECT INFOTELECOMMUNICATIONS AGAINST ELECTROMAGNETIC TERRORISM AND INFORMATION LEAKAGE

*Given article is devoted to ways of protection of electronic devices of the integrated system of safety of objects infotelecommunications from RFEMI.*

**Keywords:** *intellectual buildings, power destructive influence, the parametrical transformer.*

УДК 621.31

А.Н. Симаков, старший преподаватель, И.И. Холодов курсант

*Академия федеральной службы охраны, Орел*

#### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА СИСТЕМ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

*Данная статья посвящена разработке методики выбора оптимального состава систем вторичного электропитания для сетевой иерархической модели системы электроснабжения.*

**Ключевые слова:** *сетевая иерархическая модель, вторичное электроснабжение.*

В соответствии с концепцией построения информационно-телекоммуникационных систем большое внимание уделяется надежности их функционирования. По оценкам специалистов, одним из самых уязвимых мест в работе любой системы является система питания. Нарушения работы электросети влекут за собой потерю информации, нередко приводят к выводу из строя оборудования. Более того, потеря информации в компьютере, работающем в качестве терминала цифровой телекоммуникационной сети, окажет влияние и на качество работы сети связи в целом, то есть эта проблема имеет отношение не только к терминальному оборудованию, но и к функционированию систем и сетей связи.

Одним из направлений повышения надежности систем электроснабжения является применение сетевой иерархической модели с максимальным использованием унифицированных элементов на каждом уровне иерархии.

Таким образом, решая задачу повышения эффективности выбора унифицированных элементов в отдельности, можно добиться повышения надежности работы всей системы в целом. Вышеизложенное свидетельствует о необходимости проведения теоретических и научных исследований в этой области.

Целью исследования является разработка методики выбора оптимального состава систем вторичного электропитания для сетевой иерархической модели системы электроснабжения.

Областью исследования является сетевая модель системы электроснабжения.

Предметом исследования выступают методы и алгоритмы оптимизации источников и систем вторичного электропитания.

Все исследования основываются на системном подходе и использовании теории надежности, основ синтеза и анализа сложных систем, методов математического моделирования.

Наиболее важным результатом, полученным в процессе исследования, является методика оптимального выбора состава системы вторичного электроснабжения. Данная методика позволяет оценить техническую эффективность систем вторичного электропитания по совокупности энергетических характеристик и габаритных размеров.

Исходя из поставленной цели определены структура и содержание исследования. Проведен анализ отказоустойчивой сетевой модели системы электроснабжения; приведены основные требования при проектировании систем вторичного электропитания; определены задачи исследования.

Дан анализ существующим методам и алгоритмам количественной оценки и оптимизации источников и систем вторичного электропитания,

рассмотрены возможности геометрического и динамического программирования.

На основании проведенных исследований предложена методика выбора оптимального состава систем вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры и программа для ЭВМ, реализующая алгоритм расчета по данной методике, рассмотрены примеры решения задач.

Реализация методики позволит:

- повысить эффективность работ и мероприятий по совершенствованию систем электроснабжения и внедрению современного электрооборудования;

- повысить качество и надежность электроснабжения потребителей объектов телекоммуникаций за счёт повышения эффективности диспетчерского управления;

- создать условия для рационального использования финансовых средств, выделяемых на модернизацию и эксплуатацию систем электроснабжения объектов телекоммуникаций.

Методика может быть использована при:

- организации и проведения закупок электрооборудования для комплектования систем электроснабжения объектов телекоммуникаций;

- организации научно-технического сопровождения работ и мероприятий по совершенствованию систем электроснабжения объектов телекоммуникаций.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аоки, М. Введение в методы оптимизации / М. Аоки. М.: Наука, 2007. 344 с.
2. Даффин, Р. Геометрическое программирование / Р. Даффин, Э. Питерсон, К. Зенер. М.: Мир, 2002. 308 с.
3. Литвак, Б.Г. Экспертная информация: Методы получения анализа / Б.Г. Литвак. М.: Радио и связь, 2002. 184 с.
4. Теория выбора и принятия решений / И.М. Макаров, Т.М. Виноградская [и др. ]. М.: Наука, 1972. 328 с.

A.N. Simakov, I.I. Kholodov

*Academy of a federal protection service, Oryol*

### CHOICE OF OPTIMUM STRUCTURES SYSTEMS OF SECONDARY POWER SUPPLIES OF RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

*Given article is devoted working out of a technique of a choice of optimum structure of systems of secondary power supplies for network hierarchical model of system of an electrical supply.*



**Keywords:** *network hierarchical model, a secondary electrical supply.*

УДК 621.311

Д.В. Чернышева, магистр

Юго-Западный государственный университет, Курск

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*В статье рассматриваются особенности развития водородной энергетики в мире, новые разработки в конструкциях топливных элементов и технологии их реализации в производстве, перспективы строительства водородных электростанций.*

**Ключевые слова:** *водородная энергетика, топливные элементы, электролиз.*

В XX веке в мире сформировалась электроэнергетика, основанная на ископаемых топливах. Однако её развитие приведёт к экологической катастрофе и глобальным социальным потрясениям, связанным с ограниченностью запасов нефти и газа. Одновременно с этим в последнее десятилетие повсеместно внедряются новые разработки, основанные на достижениях в использовании альтернативных источников энергии.

Проекты по развитию водородной энергетики имеют долгосрочную перспективу. К 2050 году планируется реализовать программу, при которой вклад водородной энергетики будет составлять существенную часть по сравнению с другими видами.

Водородный газ имеет высокую плотность, легкий вес и выделяет при горении безопасный побочный продукт – воду. Но из-за неэффективности и ненадежности технологий его хранения, а также высоких цен на этот вид топлива развитие мировой водородной энергетики существенно замедляется. Особое внимание следует уделить созданию инфраструктуры не только для производства водорода в необходимых количествах, но и для его доставки потребителю. Таким образом, определение рентабельности водородной энергетики в целом связано с поиском пути решения двух задач: использования водорода в качестве топлива и непосредственно самого производства водорода.

В настоящее время существует несколько технологий производства водорода.

Первая из них связана с получением водорода в процессах преобразования натурального угля и газа.

Вторая основана на производстве водорода путем электролиза.

Основными устройствами для пользования водородом являются топливные элементы, в которых происходит процесс, обратный электролизу. В

процессе в водном растворе к электродам подводится электрический ток, а на электродах выделяется кислород и водород в зависимости от их полярности. В топливных элементах, напротив, к электродам подводится кислород и водород, при этом генерируется электрический ток и водяной пар. Аппараты для осуществления такой реакции уже существуют. Топливные элементы не представляют экологической угрозы для окружающей среды, а коэффициент полезного действия вместе с тепловыми насосами превышает 80%. Предполагается, что распространение источников энергии, основанных на топливных элементах мощностью 15–200 кВт, станет началом развития распределенной системы производства электроэнергии [1].

В настоящее время главным ресурсом по производству водорода является метан, а следовательно, стоимость метана формирует цены на водород. Для повышения конкурентоспособности водородной энергетики необходимо разрабатывать и внедрять новые технологии по получению данного сырья и использовать для этого существующие источники: ядерную энергию, уголь, воду, энергию солнца и ветра.

В начале семидесятых годов XX века Россия стала лидером по научным исследованиям в области водородной энергетики. Постройка самолета ТУ-155, который летал на водородном топливе, положила начало практическому внедрению водородной энергетики; разработки в космической промышленности используются современными учеными для определения новых направлений развития водородной энергетики и повышения её эффективности. Первоначально водородная энергетика должна стать государственной программой, и только в будущем будет рассмотрена возможность вложения в неё частного капитала. Требуется разработка правовой и законодательной базы, а также подготовка специалистов в области водородной энергетики.

Особое внимание вопросу производства водорода в «промышленных» масштабах уделяется в странах Тихоокеании, Северной и Южной Америки. В Европе также созданы предпосылки для развития водородной энергетики.

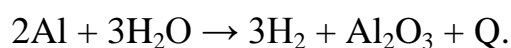
В Исландии 80% энергии получают из возобновляемых источников (используют тепло Земли, текущей воды многочисленных рек и ручьев, волн океана). Часть получаемой электроэнергии тратится на получение водорода за счет разложения воды при электролизе. В 2003 году в Исландии открылась первая водородная заправка, а в течение трех лет проводились испытания трех городских автобусов. За это время они проехали 145 тысяч километров, сожгли 27 тонн водорода, сэкономив 70 тонн соли. Вскоре исландцы начали испытания первого в мире корабля «Элдинг» с электродвигателем, который питается энергией от водородных элементов. Раньше это было спасательное судно. Теперь оно предназначено для наблюдения за китами. Судно передвигается практически бесшумно и не загрязняет окружающую среду вредными выбросами.

В Бразилии около половины потребностей в электроэнергии удовлетворяются за счет собственных возобновляемых ресурсов – гидроэнергетики и спирта, производимого из сахарного тростника. Спирт и газы, образующиеся в процессе производства биомассы, смогут стать источниками для получения водорода.

В Малайзии также планируется организовать производство водорода из биомассы. В Южно-Африканской Республике, где сосредоточена большая часть мирового запаса платины, используемой для изготовления катализаторов топливных элементов, с 2010 года начал реализовываться проект в области водородной энергетики.

Недавно в Италии была построена и открыта одна из первых водородных электростанций. Её мощность составляет 16 МВт. Электростанция располагается в городе Фусина, недалеко от Венеции, округ Венето. Строительство этой электростанции осуществила крупнейшая энергетическая компания Италии Enel, которая получает водород из побочной продукции европейского нефтехимического завода Polimeri. Электростанция будет обеспечивать электричеством 20 000 домов. Строительство водородной электростанции является выполнением Экологического и Инновационного Проекта (Environment and Innovation Project), известного как Водородный Парк (Hydrogen Park). На этот проект в 2012 году предполагается выделить 7,4 млрд евро. По данным компании Enel, водородная электростанция позволит сократить количество вредных выбросов в атмосферу на более чем 17000 тонн углекислого газа ежегодно. Для сжигания водородного газа на электростанции используется турбина, разработанная в сотрудничестве с компанией General Electric. Безопасность водородной электростанции будет обеспечивать компания Invensys Process Systems (IPS). Она также предоставит распределенную систему управления для водородной установки. Системы аварийного отключения от компании Tricon призваны следить за электрическими системами и предохранять от рекуперации тепла парогенератора и подавать команды на отключение системы газовой турбины.

Профессор электро- и вычислительной техники университета Пердью Джерри Вудолл принял участие в разработке алюминиевого сплава, который можно использовать в технологиях для преобразования воды в пригодную для питья, а также для извлечения водорода в целях выработки электроэнергии. Полученный учеными сплав состоит из алюминия, галлия, индия и олова. При внесении этого сплава в воду алюминий вступает в реакцию окисления, в результате которой выделяется водород и тепловая энергия, а алюминий переходит в форму оксида:



Сплав индия, галлия и олова препятствует образованию оксидной пленки и позволяет алюминию вступить в реакцию с водой. Одним из про-

дуктов реакции является тепловая энергия, которая также может быть использована. Оксид алюминия и более инертный сплав галлия, индия и олова может быть восстановлен в ходе промышленного процесса, то есть замкнутый цикл может снизить стоимость выработки энергии. Водород, используемый в топливных элементах для производства электроэнергии, в качестве побочного продукта выделяет воду в виде пара. В паре все болезнетворные микроорганизмы погибают, затем он конденсируется в воду, которая становится очищенной и пригодной для питья. Одно из важнейших применений новой технологии состоит в обеспечении питьевой водой и электричеством удаленных регионов стран Африки и других развивающихся стран. Кроме того, этот способ из-за использования неопасного и довольно распространенного металла алюминия не является дорогостоящим. Устройство для преобразования воды и получения электричества, включающее сплав, реагент и топливный элемент, будет весить менее 45 килограммов. На данный момент патент на изобретение сплава находится на рассмотрении. Также на стадии разработки находится опытный образец устройства.

В настоящее время на крышах зданий установлено огромное количество солнечных панелей, которые преобразовывают солнечный свет в электричество. Инженер Нико Хотц из университета Дьюка разработал гибридную солнечную систему, позволяющую более эффективно использовать солнечные лучи. Эта конструкция представляет «лабиринт» из запаянных стеклянных трубок, в которых находится смесь воды и метанола. Солнечный свет нагревает эту смесь, и после двух каталитических реакций система производит водород более эффективно, чем современные технологии. Главным отличием этой установки является использование вместо медных труб, покрытых тонким слоем алюминия и оксида алюминия и частично заполненных водой с каталитическими наночастицами, стеклянных трубок со специальной смесью. По мнению учёного, эта установка поглощает до 95% солнечного света, и только небольшое количество солнечной энергии теряется в виде тепла, поэтому смесь в трубах нагревается до температуры выше 200°C. Стандартный солнечный коллектор может нагреть жидкость до 60–70°C. После получения высокотемпературного пара добавляется небольшое количество катализатора, с помощью которого производится водород. В настоящее время одна из таких установок строится в университете Дьюка.

Многие учёные считают водород топливом будущего. Однако его производство является опасным процессом. Исследователи и проектировщики компании SolarLab разработали Hydrogen Powerplant – концептуальную энергетическую установку для производства водорода, которая, по утверждению компании, является одним из самых безопасных и наиболее эффективных способов выработки водорода. В проекте электростанции, расположенной вблизи берега, для получения водорода используются морская вода,

топливные элементы и солнечные плитки. Произведенный водород затем перекачивается в специально разработанные безопасные водородные резервуары, закрепленные на морском дне. Охлаждающее действие воды снижает рабочую температуру и увеличивает эффективность фотоэлектрических панелей до 30%. Водород хранится под водой, конструкция энергоустановки исключает риски взрыва, поскольку вода выступает в качестве естественного герметика и поддерживает давление в резервуарах на идеальном уровне. Произведенный таким образом водород может быть совершенно безопасно транспортирован по подводному трубопроводу на довольно большие расстояния от источника.

Ученые из Национальной лаборатории Лоуренса Беркли (Berkeley Lab) Министерства энергетики США совершили почти революционный прорыв. Они разработали новые композиционные материалы для хранения водорода, состоящие из наночастиц металлического магния, который распыляется через матрицу из полиметилметакрилата (полимера, используемого в производстве оргстекла). Этот нанокompозитный материал может поглощать и выделять водород при контролируемой скорости и невысокой температуре, не окисляя металлический контейнер. Новая технология хранения также не требует использования тяжелых, дорогостоящих металлических катализаторов. Сохраненный таким образом водород может эффективно использоваться в топливных элементах и аккумуляторах.

Ученые университета Висконсин-Мэдисона нашли новый способ превратить воду в водородное топливо, используя шум окружающей среды. Эта технология заключается в следующем: необходимо вырастить нанокристаллы из кристаллов оксида цинка и титаната бария и поместить их в воду. При воздействии импульса ультразвуковых колебаний нановолокна изгибаются и катализируют химическую реакцию, которая разделяет молекулы воды на водород и кислород. Вследствие асимметрии в кристаллических структурах волокна, изгибаясь, генерируют положительный и отрицательный заряд, тем самым создавая электрический потенциал. Это явление называется пьезоэлектрическим эффектом. Посредством специальной регулировки размеров волокон и пластин можно использовать совсем небольшое количество механического шума – случайную вибрацию или даже шум течения воды.

Команда ученых-исследователей из Технологического института штата Джорджия разработала новый высокотехнологичный керамический материал, который может сделать твердые топливные элементы менее дорогостоящими, более прочными и эффективными. Материал называется оксид бария-циркония-иттрия-церия-иттербия. Для краткости его обозначили ВЗСҮҮЬ. Преимущество твердооксидных топливных элементов состоит в том, что они могут вырабатывать энергию без использования дорогостоящих катализаторов, таких как платина. Одной из причин, которая не позволяет

твёрдооксидным технологиям получить широкое распространение при производстве топливных элементов, является большое количество выделяемого тепла. Керамический материал BZCY<sub>Yb</sub> решает эту проблему, так как обладает способностью сохранять проводимость при температурах до 500°C. Он также препятствует образованию отложений и толерантен к сравнительно высоким концентрациям серы по сравнению с YSZ. Учёные считают, что более сильные каталитические характеристики материала позволят противостоять вредному воздействию серы. Кроме того, применение BZCY<sub>Yb</sub> может привести к разработке более простой, компактной и рентабельной твёрдооксидной конструкции.

По данным исследования Агентства Промышленной Информации, Россия имеет высокий научный потенциал и контролирует 50% мирового производства палладия, использование которого необходимо для реализации ряда водородных технологий, что создает благоприятную ситуацию для развития водородной энергетики. Основной целью российских водородных программ является создание к 2012 г. конкурентоспособных экспортно-ориентированных разработок в данной области. Одним из таких проектов, который продвигают японские и российские специалисты, является создание на Сахалине уникальной крупной ветряной электростанции для налаживания на ее основе промышленного производства водорода.

В настоящее время существует много научных разработок, связанных с процессом производства водорода, его хранения и транспортировки. Современным методом получения водорода является электролиз воды, однако для его осуществления в промышленных масштабах требуется огромное количество электроэнергии. Основной задачей на данный момент является поиск способов промышленной реализации проектов водородной энергетики, повышение их рентабельности и целесообразности использования.

---

1. Накоряков, В. Водородная энергетика / В. Накоряков, Ж. Розенберг// Наука в Сибири. 2003. № 46.

D.V. Chernysheva  
Southwest State University, Kursk

## PERSPECTIVE OF HYDROGEN ENERGY

*The article considers the features of hydrogen energy development in the world, new developments in the construction of fuel cells technologies and their implementation in production, the prospects of building hydrogen stations.*

**Keywords:** *hydrogen energy, fuel cells, electrolysis.*

УДК 621.317.733:621.317.33

Г.И. Передельский, д-р техн наук, профессор  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

Ю.В. Диденко, начальник смены  
*Курская ТЭЦ № 4, филиал открытого акционерного общества «Квадра»  
«Курская региональная генерация»*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНО-НЕЗАВИСИМЫХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ В ИМПУЛЬСНЫХ МОСТОВЫХ ЦЕПЯХ**

*Использование частотно-независимых двухполюсников в импульсных мостовых цепях позволяет заземлять двухполюсник объекта измерения и двухполюсник с уравнивающими элементами, что уменьшает погрешность измерения. Кроме того, в статье приводится пример мостовой цепи с уменьшенным числом образцовых элементов.*

**Ключевые слова:** мостовая цепь, частотно-независимый двухполюсник, заземление, погрешность измерения.

В современной теории линейных электрических цепей особое место занимают частотно-независимые цепи. Это такая группа электрических цепей, которые содержат в себе резистивные и разнородные реактивные (емкостные и индуктивные) элементы и имеют при определенных соотношениях между параметрами этих элементов независящее от частоты эквивалентное сопротивление в теоретически неограниченном частотном диапазоне. Иногда еще эти цепи называют также цепями постоянного входного сопротивления [1]. Это свойство частотно-независимых цепей предопределило интерес к ним со стороны исследователей, что в итоге привело к использованию их в различных измерительных, информационных системах, системах управления и контроля, в проводной связи и т.д. Здесь частотно-независимые цепи представлены в роли электрических фильтров, измерительных цепей, фазовых и амплитудных корректоров, линий задержки, моделей электрически длинных линий... Последнее десятилетие XX века и начало нынешнего столетия ознаменовались новой волной повышенного интереса к обсуждаемым цепям. Исследования последнего периода позволяют расширить имеющиеся представления о частотно-независимых цепях и внести дополнения в практику их применения.

Мостовые электрические цепи с импульсным питанием обладают комплексом достоинств [2]. Можно, в частности, отметить, что многие физические объекты проявляют свои свойства на переменном электрическом токе и достаточно точно аппроксимируются многомерными схемами замещения. Успешно задача определения параметров этих схем замещения решается ис-

пользованием уравновешенных мостовых цепей, питающихся импульсами с изменением напряжения во времени по закону степенных функций. Извечной остается проблема увеличения точности измерения, поэтому с практической точки зрения повышенный интерес представляют мосты, в которых объект измерения и уравновешивающий двухполюсник с переменными регулируемыми параметрами заземлены. Дополнительная составляющая погрешности измерения появляется, когда незаземлённый многоэлементный двухполюсник образует паразитную ёмкость относительно земли. Эта паразитная ёмкость не стабильна, поскольку значительно изменяется с течением времени и особенно с изменением температуры. Кроме того, имеется значительное число мостовых цепей (например, мосты Максвелла, Хей, Андерсона), в которых, в принципе, невозможно заземлить оба имеющихся многоэлементных двухполюсника [3].

Как показывают выполненные исследования, вполне удачно задача заземления двух многоэлементных двухполюсников решается с использованием в четырехплечих импульсных мостовых цепях частотно-независимых двухполюсников определенной конфигурации. На рис. 1 представлена схема такого моста. Здесь три плеча образованы одиночными резисторами  $R_{01}$ ,  $R_{02}$  и  $R_{03}$  с известными и постоянными параметрами, а в четвертое плечо включен частотно-независимый двухполюсник, составленный из обратных двухполюсников  $Z_1$  и  $Z_2$ , а также двух сопротивлений  $R$ . Питающее импульсное напряжение  $u_1$  определяется из выражения

$$u_1 = U_1 \left( \frac{t}{t_{\text{И}}} \right)^h, \quad (1)$$

где  $U_1$  – амплитудное значение питающего напряжения,  $t$  – текущее время,  $t_{\text{И}}$  – длительность импульса,  $h = 0, 1, 2, 3, \dots$  – целочисленные показатели степени (числа натурального ряда). Напряжения неравновесия  $u_2$  имеет вид

$$u_2 = \frac{U_1 h!}{t_{\text{И}}^h} \underbrace{\int_0^t \int_0^t \dots \int_0^t}_{h} \left\{ \int_0^t \left[ \frac{A_1 B_1}{f(0)} + \sum_{i=0}^k \frac{F(p_i)}{p_i f'(p_i)} e^{p_i t} \right] dt \right\} \dots dt; \quad (2)$$

$$F(p_i) = A_1 B_1 + p(A_1 B_2 + A_2 B_3) + p^2(A_1 B_4 + A_2 B_5 + A_3 B_6) + \\ + p^3(A_1 B_7 + A_2 B_8 + A_3 B_9 + A_4 B_{10}) + \dots; \quad (3)$$

$$f(p_i) = a_0 + p a_1 + p^2 a_2 + \dots + p^k a_k, \quad (4)$$

где  $A_i$  – условия равновесия мостовой цепи;  $a_i$ ,  $B_i$  – обобщенные коэффициенты, определяющиеся параметрами мостовой цепи;  $p_i$  – корни уравнения  $f(p_i) = 0$ ;  $k$  – степень этого уравнения.

Частотно-независимый двухполюсник имеет эквивалентное сопротивление, равное  $R$ , при выполнении соотношения

$$Z_1 Z_2 - R^2 = 0. \quad (5)$$



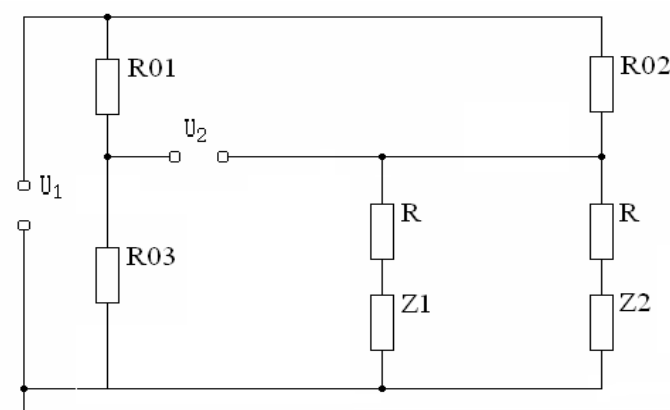


Рис. 1

По сути, из решения уравнения (5) определяются условия частотной независимости частотно-независимого двухполюсника. Следовательно, если эти условия выполнены, то мостовая цепь будет уравновешена при выполнении равенства

$$R_{02}R_{03} - R_{01}R = 0. \quad (6)$$

Тогда условия частотной независимости будут также и условиями равновесия мостовой цепи.

Обратимся, в частности, к мостовой цепи на рис. 2. Здесь двухполюсник объекта измерения образован резисторами  $r_1$ ,  $r_2$  и катушками индуктивности  $l_1$  и  $l_2$ , уравнивающий двухполюсник – резисторами  $R_1$ ,  $R_2$  и конденсаторами  $C_1$  и  $C_2$ . Будем полагать, что условие (6) выполнено предварительно.

Вначале на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи воздействует последовательность импульсных сигналов прямоугольной формы. После окончания переходного процесса при воздействии очередного импульса прямоугольной формы в измерительной диагонали четырехплечей мостовой цепи устанавливается неизменяющееся в течение интервала времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса напряжение неравновесия. Плоская вершина этого напряжения приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $R_1$ , что обеспечивает выполнение первого условия равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_1 = R_1 r_1 r_2 - R^2 (r_1 + r_2) = 0. \quad (7)$$

Затем на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи подается последовательность импульсов линейно изменяющегося напряжения. При воздействии очередного такого импульса после окончания переходного процесса в измерительной диагонали четырехплечей мостовой цепи устанавливается в течение интервала времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса сигнал неравновесия с плоской вершиной, кото-

рая с учётом выполненного первого условия равновесия (7) приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $C_1$ . При этом выполняется второе условие равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_2 = R_1[(r_1 + r_2)l_1 + r_1l_2] - R^2(r_1 + r_2)R_1C_1 - R^2l_2 = 0. \quad (8)$$

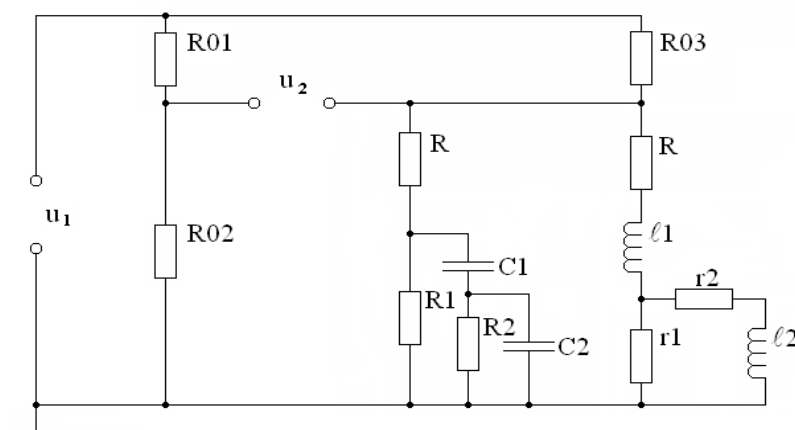


Рис. 2

Выполнение первого условия равновесия (7) в этом случае не нарушается, поскольку это условие не содержит переменный регулируемый уравнивающий элемент  $C_1$ .

Далее в результате воздействия подаваемых на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи (см. рис. 2) последовательности питающих импульсов квадратичной формы в её измерительной диагонали при воздействии очередного такого импульса устанавливается импульсный сигнал неравновесия, имеющий после окончания переходного процесса в течение интервала времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса плоскую вершину, которая при выполненных условиях (7) и (8) приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $R_2$ , чем обеспечивается выполнение третьего условия равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_3 = R_1l_1l_2 + R_1R_2[r_1l_2 + (r_1 + r_2)l_1]C_1 - R^2(R_1 + R_2)C_1l_2 = 0. \quad (9)$$

При этом выполнение предыдущих условий равновесия не нарушается, поскольку эти условия не содержат переменный регулируемый уравнивающий элемент  $R_2$ .

Наконец, воздействие подаваемых на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи (см. рис. 2) последовательности питающих импульсов кубичной формы приводит к тому, что в её измерительной диагонали при воздействии очередного такого импульса устанавливается импульсный сигнал неравновесия, имеющий после окончания переходного процесса в течение интервала времени от окончания переходного процесса и до окон-

чания импульса плоскую вершину, которая при выполненных условиях (7)–(9) приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $C_2$ , что делает возможным выполнение последнего четвертого условия равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_4 = (C_1 + C_2)l_1 - R^2C_1C_2 = 0. \quad (10)$$

В этом случае предыдущие три условия равновесия четырехплечей мостовой цепи (7)–(9) остаются также выполненными, поскольку в них отсутствует переменный уравнивающий элемент  $C_2$ .

Таким образом, в мостовой цепи на рис. 2 реализуется уравнивание раздельное, зависимое, выполняемое в определенной последовательности:  $R_1 - C_1 - R_2 - C_2$ . Отсчёт четырёх искомых параметров:  $r_1$ ,  $l_1$ ,  $r_2$  и  $l_2$  берётся из четырёх условий равновесия (7)–(10), по сути, из решения четырёх уравнений.

В мостовых цепях (см. рис. 1) имеется путь для уменьшения числа разцовых элементов в уравнивающем двухполюснике. В частности, известны такие схемы двухполюсника  $Z_1$ , в которых резистивное сопротивление включено последовательно с остальными элементами этого двухполюсника. Это дает путь для объединения этого сопротивления и сопротивления  $R$  в одно. Такой путь изложен в [4]. При этом можно получить частотно-независимый двухполюсник нераспространенной конфигурации. Для примера рассмотрим мост на рис. 3.

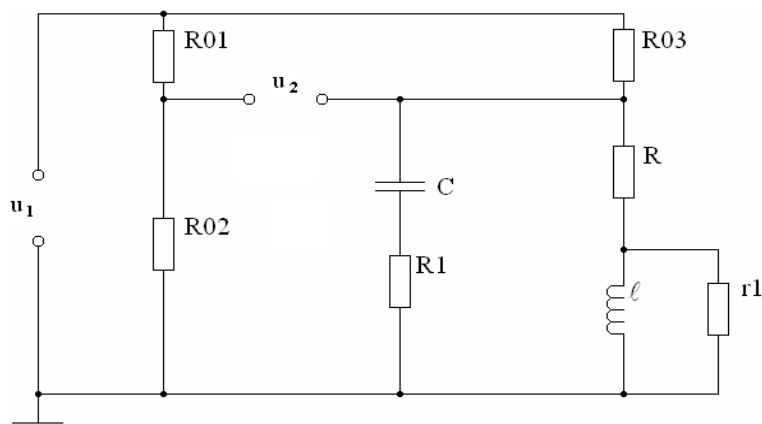


Рис. 3

Здесь частотно-независимый двухполюсник образован элементами  $C$ ,  $R_1$ ,  $R$ ,  $r_1$  и  $l$ . Двухполюсник объекта измерения составлен из резисторов  $R$ ,  $r_1$  и катушки индуктивности  $l$ . Уравнивание осуществляется резисторами  $R_{02}$ ,  $R_1$  и конденсатором  $C$  с переменными регулируемыми параметрами. Значения сопротивлений резисторов  $R_{01}$  и  $R_{03}$  известны и постоянны.

После окончания переходного процесса при воздействии очередного импульса прямоугольной формы на выходе четырехплечей мостовой цепи (см. рис. 3) устанавливается неизменяющееся напряжение в течение интер-

вала времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса. Плоская вершина этого напряжения неравновесия приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $R_{02}$ , что обеспечивает выполнение первого условия равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_1 = R_{02}R_{03} - R_{01}R = 0. \quad (11)$$

Затем на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи воздействует последовательность импульсов линейно изменяющегося напряжения. При воздействии очередного такого импульса после окончания переходного процесса в измерительной диагонали четырехплечей мостовой цепи устанавливается импульсный сигнал неравновесия с плоской вершиной. Эта вершина с учётом выполненного первого условия равновесия (11) приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $C$ . При этом выполняется второе условие равновесия четырехплечей мостовой цепи

$$A_2 = \ell - \frac{R_{02}^2 R_{03}^2}{R_{01}^2} C = 0. \quad (12)$$

В этом случае выполнение первого условия равновесия (11) не нарушается, поскольку это условие не содержит переменный регулируемый уравнивающий элемент  $C$ .

В последнюю очередь подаются на генераторную диагональ четырехплечей мостовой цепи (см. рис. 3) импульсы квадратичной формы. В её измерительной диагонали при воздействии очередного такого импульса устанавливается импульсный сигнал неравновесия. Этот сигнал после окончания переходного процесса в течение интервала времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса имеет плоскую вершину, которая при выполненных условиях (11) и (12) приводится к нулю однократной регулировкой переменного уравнивающего элемента  $R_1$ . В результате имеет место выполнение третьего и последнего условия равновесия четырехплечей мостовой цепи:

$$A_3 = \left( R_1 - \frac{R_{02}R_{03}}{R_{01}} \right) r_1 - \frac{R_{02}^2 R_{03}^2}{R_{01}^2} = 0. \quad (13)$$

При этом выполнение первого (11) и второго (12) условий равновесия не нарушается, поскольку эти условия не содержат переменный регулируемый уравнивающий элемент  $R_1$ .

Искомые значения параметров трёх элементов двухполюсника объекта измерения  $R$ ,  $l$  и  $r_1$  несложно определяются из трёх условий равновесия четырехплечей мостовой цепи (11)–(13):

$$R = \frac{R_{02} R_{03}}{R_{01}}, \quad \ell = \frac{R_{02}^2 R_{03}^2}{R_{01}^2} C, \quad r_1 = \frac{R_{02}^2 R_{03}^2}{R_{01}^2 \left( R_1 - \frac{R_{02} R_{03}}{R_{01}} \right)}.$$

Таким образом, имеется частный вариант четырехплечей мостовой цепи (см. рис. 3) с отдельным зависимым уравниванием с уменьшенным числом образцовых элементов, обладающих повышенной точностью и стабильностью параметров. Такой результат достигается использованием в этой мостовой цепи частотно-независимого двухполюсника определенной конфигурации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артым, А.Д. Электрические корректирующие цепи и усилители / А.Д. Артым. М.; Л.: Энергия, 1965. 424 с.
2. Передельский, Г.И. Мостовые цепи с импульсным питанием / Г.И. Передельский. М.: Энергоатомиздат, 1988. 192 с.
3. Нижний, С.М. Мосты переменного тока / С.М. Нижний. М.; Л.: Энергия, 1966. 88 с.
4. Передельский, Г.И. Частотно-независимые двухполюсники на основе четырехплечих мостовых цепей / Г.И. Передельский, Ю.В. Диденко, Е.Л. Афонин // Электричество. 1998. № 1. С. 71–76.

G. Peredel'sky

*Southwestern State University, Kursk*

Yu. Didenko

*Kursk Thermal Power №4, the branch of joint-stock company «Quadra»  
«Kursk regional generation»*

### USE OF FREQUENCY-INDEPENDENT TWO-TERMINAL NETWORKS IN THE PULSE BRIDGE CIRCUITS

*Using a frequency-independent two-terminal networks in pulse bridge circuits can be grounded two-terminal network of measurement object and two-terminal network with balancing elements, which reduces measurement error. In addition, the article provides an example of the bridge circuit with a reduced number of model elements.*

**Keywords:** *bridge circuit, a frequency-independent two-terminal network, the grounding, the measurement error.*

УДК 621.317.33

Г.И. Передельский, д-р техн. наук, профессор  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## ПСЕВДООБРАТНЫЕ ДВУХПОЛЮСНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

*Обосновано существование псевдообратных многоэлементных двухполюсных электрических цепей и их полезное применение в мостовых цепях с импульсивным питанием.*

**Ключевые слова:** *двухполюсник, мостовая цепь, импульсное питание, условия равновесия.*

В электротехнике, в теории электрических цепей, среди многообразия вариантов двухполюсных электрических цепей выделяют обратные двухполюсники. Их сопротивления связаны зависимостью (условие обратности) [1]

$$z_0 Z_0 = R^2. \quad (1)$$

где  $z_0$  и  $Z_0$  – сопротивления двух двухполюсников,  $R$  – резистивное сопротивление.

Такие двухполюсники применяются в мостовых электрических цепях (например, мост Максвелла [2, 3]), в дополнительных (дополняющих) электрических цепях амплитудных корректоров, фазовых корректоров, фильтров постоянного сопротивления [4].

При анализе многоэлементных двухполюсников обобщенное условие обратности (1) распадается на группу частных условий. При этом, если все частные условия обратности выполняются, то выполняется и обобщенное условие (1), и два двухполюсника являются обратными. Если же условия обратности, в принципе, могут быть выполнены, но реально не выполнено одно частное условие, часть их или все частные условия обратности, то такие два двухполюсника относят к потенциально обратным. Исследование многоэлементных двухполюсников [5–7] привели к обнаружению обширной группы многоэлементных двухполюсников, которые в общем случае не являются потенциально эквивалентными, но для них выполняются несколько частных условий обратности, в том числе сравнительно большое их количество. Такие двухполюсники относятся к неполностью обратным двухполюсникам, и можно их назвать псевдообратными двухполюсниками. Им можно найти полезное применение.

В предлагаемой работе приводится пример псевдообратных двухполюсников и обосновывается их полезное применение в мостовых электрических цепях с импульсивным питанием.

Двухполюсники (рис.)  $R1-C1-R2$  и  $r1-l1-r2$  (приведены сплошными линиями) являются обратными, и для них в общем случае справедливо обобщенное условие обратности (1).

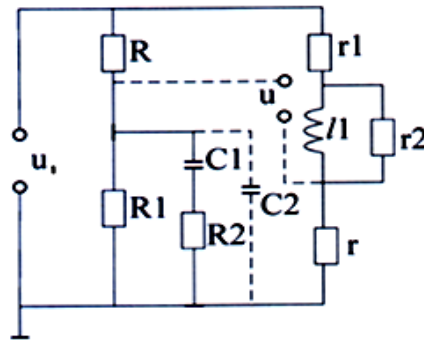


Рис. Схема двухполюсника

Это условие является также обобщенным условием равновесия мостовой цепи при  $R = r$  (без учета конденсатора  $C_2$ ). Этот же мост позволяет получить частные условия обратности:

$$A_1 = r_1 R_1 - R^2 = 0, A_2 = l_1 - C_1 R^2 = 0, A_3 = r_2 R_2 - R^2 = 0. \quad (2)$$

Введение в резистивно-емкостный двухполюсник (см. рис.) конденсатора  $C_2$  (показано пунктирными линиями) приводит к тому, что рассматриваемые двухполюсники, в принципе, становятся не обратными и для них в общем случае при любых значениях параметров не выполняется обобщенное условие обратности (1). Но для них может быть выполнено часть частных условий обратности, и в этом случае их можно отнести к псевдообратным электрическим двухполюсникам.

Для обсуждаемых двухполюсников частные условия обратности и одновременно условия равновесия мостовой цепи имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} A_1 &= r_1 R_1 - R^2 = 0, \quad A_2 = l_1 - (C_1 + C_2) R^2 = 0, \\ A_3 &= l_1 C_1 R_2 r_2 - (C_1 + C_2) l_1 R^2 - C_1 C_2 R^2 R_2 r_2 = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Исследования выявили, что при воздействии прямоугольного питающего импульса и выполнении первого частного условия обратности (3) в интервале времени от окончания переходного процесса и до окончания питающего импульса справедливо выражение (1).

В случае подачи линейно изменяющегося питающего импульса и выполнении первых двух частных условий обратности (3) в выделенном интервале времени тоже выполняется выражение (1). Если используется квадратичный питающий импульс и выполняются три условия обратности (3), то в выделенном интервале времени также выполняется условие обратности (1).

Для частного подтверждения приведенных выше положений выберем питающие импульсы линейно изменяющегося напряжения и выполнение первых двух условий обратности в (3). При воздействии очередного импульса в интервале времени от окончания переходного процесса и до окончания питающего импульса функции сопротивлений резистивно-емкостного и ре-

резистивно-индуктивного двухполюсников определяем из следующих выражений:

$$Z_0 \ t \rightarrow \infty = \frac{1}{Y \ t \rightarrow \infty} - R; \quad z_0 \ t \rightarrow \infty = \frac{1}{y \ t \rightarrow \infty} - R, \quad (4)$$

где  $Y \ t \rightarrow \infty$  и  $y \ t \rightarrow \infty$  – функции проводимости левой и правой ветвей мостовой цепи (см. рис.) в интервале времени от окончания переходного процесса и до окончания импульса.

Обратимся к тождественным преобразованиям. В частности, выразим параметры резистивно-емкостного двухполюсника через параметры резистивно-индуктивного, используя два условия обратности (3), и определим произведение функций сопротивления двух двухполюсников в отмеченном интервале времени:

$$[z_0 \ t \rightarrow \infty][Z_0 \ t \rightarrow \infty] = \frac{R^2 A}{R + r_1} \bigg/ \frac{A}{R + r_1} = R^2, \quad (5)$$

где

$$A = \frac{r_1}{R} + \frac{1}{tR} \frac{R - r_1}{R + r_1} - \frac{l_1^2}{t^2} \frac{1}{R + r_1}. \quad (6)$$

Это подтверждает приведенное выше положение.

В качестве обсуждения можно предложить формулировку псевдообратных двухполюсников. К псевдообратным двухполюсным электрическим цепям относятся двухполюсники, которые в принципе не являются обратными, и для них в общем случае не выполняется обобщенное условие обратности (1), но для них можно выполнить два и более частных условий обратности, и при определенных условиях произведение их функций сопротивления отвечают обобщенному условию обратности. Названные условия заключаются в том, что двухполюсники питаются импульсами с изменением напряжения в течение их длительности по закону степенных функций. Произведение их функций сопротивлений определяется в интервале времени от окончания переходного процесса и до окончания питающего импульса. При импульсе линейно изменяющегося напряжения должны выполняться первые два условия обратности, при квадратичных питающих импульсах – первые три условия обратности и т.д. То есть с возрастанием на единицу показателя степени в математическом описании питающих импульсов тоже на единицу должно увеличиваться количество выполняющихся частных условий обратности.

Псевдообратные двухполюсники можно использовать в мостовых электрических цепях для получения в них отдельного уравнивания только заземленными регулирующими уравнивающими элементами, что наглядно подтверждается мостовой цепью. Для этого на каждом этапе уравнивания следует регулировать заземленные регулируемые уравни-



вающие элементы в следующей последовательности:  $R_1$ ,  $C_2$ ,  $R_2$  (3). Конденсатор  $C_1$  имеет постоянное (не регулируемое) значение емкости. Объект измерения представляет собой двухполюсник  $r_1 - l_1 - r_2$ .

Так как в мостовой цепи (см. рис) два многоэлементных двухполюсника являются псевдообратными, то мост к полному равновесию не приводится. После трех этапов уравнивания в выходном напряжении моста имеются всплески напряжения во время переходных процессов в начале питающего импульса и после его окончания. Эти всплески определяются суммой экспоненциальных слагаемых и затухают до нуля за время переходных процессов. Мостовая цепь приводится к состоянию, когда выполнены три условия равновесия, и из них по известным значениям параметров  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  берется отсчет искомых параметров, в рассмотренном варианте это  $r_1$ ,  $l_1$  и  $r_2$ . Такие мостовые цепи относятся к квазиуравновешенным мостам.

Мостовые цепи с использованием псевдообратных двухполюсных электрических цепей прошли проверку на ЭВМ с помощью программы MultiSim 9 и на реальном макете. Испытания подтвердили, что у мостов имеется раздельное уравнивание только заземленными регулируемыми уравнивающими элементами, а также подтвердили существование псевдообратных двухполюсников.

Таким образом, обосновано существование псевдообратных двухполюсных электрических цепей, сформулировано их определение, а также приведено их полезное применение в мостовых цепях. Такие мосты сохранили положительные показатели мостовых цепей с импульсным питанием. Они раздельно уравниваются только заземленными регулируемыми уравнивающими элементами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиллемин, Э.А. Синтез пассивных цепей / Э.А. Гиллемин. М.: Связь, 1970.
2. Нижний, С.М. Мосты переменного тока / С.М. Нижний. М.; Л.: Энергия, 1966.
3. Передельский, Г.И. Мост Максвелла, питающийся импульсным напряжением трапецеидальной формы / Г.И. Передельский, В.М. Герасимов // Измерительная техника. 1971. №8.
4. Артым, А.Д. Электрические корректирующие цепи и усилители / А.Д. Артым. М.; Л.: Энергия, 1965.
5. Передельский, Г.И. О свойстве многоэлементных электрических цепей / Г.И. Передельский // Электричество. 1989. №2.
6. Передельский, Г.И. Частотно-независимые двухполюсники на основе четырехплечих мостовых цепей / Г.И. Передельский, Ю.В. Диденко, Е.Л. Афонин // Электричество. 1998. №1.

7. Передельский, Г.И. О свойстве потенциально частотно-независимых двухполюсников / Г.И. Передельский // Электричество. 2000. №11.

G.I. Peredelskiy

*Southwest State University, Kursk*

### **PSEUDO REVERSE TWO-POLE ELECTRIC CIRCUITS**

*This article gives proof of pseudo reverse multielement two-terminal electric circuits existence and shows their useful application in bridge electric circuits with impulse supply.*

**Keywords:** *two-pole network, bridge circuit, impulse power supply, condition of balance.*

УДК 621.31

В.И. Бирюлин, Н.В. Хорошилов, О.М. Ларин, А.Н. Горлов,  
С.А. Сергеев, В.Н. Алябев, Н.М. Гайдаш, кандидаты техн. наук  
Юго-Западный государственный университет, Курск

Любомир Димитров

*Технический университет, София (Болгария)*

### **ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*В статье изложены вопросы, возникающие при проектировании экспертных систем энергетического менеджмента на промышленных предприятиях, и возможные пути их решения.*

**Ключевые слова:** *энергетический менеджмент, экспертная система, математическая модель, алгоритм, человеко-машинная система.*

Эффективное управление любым промышленным процессом, в том числе и энергосбережением, возможно только в случае, если основные математические закономерности, присущие рассматриваемому процессу, определены и представлены в виде адекватных математических моделей. Наличие таких моделей позволит создавать эффективно работающие экспертные системы различных типов и назначения, предназначенные для обеспечения принятия эффективных решений в области энергосбережения.

Основные сложности, возникающие при создании экспертных систем энергетического менеджмента на промышленных предприятиях, связаны с необходимостью объединения в единой человеко-машинной системе (ЧМС)

разнородных элементов, которые могут быть неформализуемые и формализуемые.

Известны различные подходы к решению таких вопросов: использование существующих оптимизационных моделей с «приспособлением» к ним человека; использование эвристических алгоритмов, имитирующих в своем действии мышление и т.п. [1].

При построении формальных моделей используются определенные схемы: формулировка предположений, утверждений и соответствующих им требований, затем формальных аксиом, позволяющих в дальнейшем использовать современный математический аппарат. Однако при этом обязательно учитывать особенности и методологические принципы разработки ЧМС.

Интервал действия экспертной системы можно определить следующим образом: исходные данные – обработка данных с помощью моделей и алгоритмов в ЧМС – процедура формирования решений – получение альтернатив для принятия решений.

Общим требованием к системе в целом, определяющим ее жизнеспособность, является обеспечение эффективности и удобства ее практического использования, также важным общим требованием является возможность совершенствования, оперативной модернизации и адаптации системы в процессе ее эксплуатации: расширение перечня задач, данных, их углубление, совершенствование и замена алгоритмов и т. п.

Выделим основные элементы экспертной ЧМС системы:

- пользователь, в функции которого входят анализ подготовленных исходных данных и результатов, ответственность, постановка и корректировка целей и задач, выбор метода решения, оценка и выбор варианта решения задачи в целом;
- комплекс технических средств, основной функцией которого является автоматизация части формализуемых операций, входящих в процедуру формирования, оценки и выбора решений;
- интерактивная процедура взаимодействия, состоящая из обработки информации пользователем, передачи ее в систему, обработки информации и передачи данных от системы к пользователю.

При этом уже в экспертной системе должны быть реализованы модели рассматриваемого объекта, описания предметной области и моделей предпочтений пользователя. После формирования системой начального варианта решения необходимо наличие возможности корректировки данных после диалога с пользователем, чтобы получить новый вариант решения. Диалог продолжается до получения приемлемого с точки зрения лица, принимающего решение, варианта решения или отказа работать с системой.

Отметим возникающее при этих взаимодействиях противоречие, проявляющееся в смещении ответственности: пользователь фактически отвечает

за последствия решения, а формирует решение математическое и программное обеспечение.

Установим требования к экспертной системе, обеспечивающие устранение этого противоречия. Допустим, что пользователь является членом организационно-технической системы, созданной для решения определенных задач и выпускающей определенную конечную продукцию, а его деятельность, как и деятельность организации, является рациональной и целеустремленной. При этом существует возможность оценки конечного результата решения задачи, за который лицо, принимающее решение, несет ответственность.

Существуют некоторые психологические особенности, важные для реализуемости ЧМС. Для сложной задачи характерно, что до начала ее решения у ЛПР, как правило, не бывает полного представления ни о проблеме, ни о целях и методе решения задачи. Далее формируется концептуальная модель, совокупность предварительных содержательных представлений о целях и задачах его трудовой деятельности, о состоянии объекта, производственной среды, ЧМС и способах взаимодействия с ними. После получения информации о текущем состоянии объекта формируется оперативный образ и сопоставляется с уже имеющимися, определяется рассогласование, оценивается, выбирается и реализуется воздействие, устраняющее это рассогласование. После анализа результатов корректируется и концептуальная модель, и цикл повторяется [2].

Таким образом, формирование решения идет в содержательных категориях с обработкой информации по частям, соответствующим психофизиологическим возможностям человека.

Ограничения по возможностям пользователя оказываются настолько сильными в ряде случаев, что при разработке методов решения, например слабоструктурированных задач, проблемы получения достоверной информации от ЛПР могут стать наиболее важными.

Отметим еще, что для решения сложной задачи, как правило, привлекается несколько помощников и необходимым условием эффективной работы является доверие ЛПР к их результатам. В том случае, когда роль помощника играет экспертная система, необходимым условием доверия ЛПР к получаемым от системы результатам является предоставленная ему возможность содержательно проанализировать предпосылки построения моделей и алгоритмов.

Следует отметить, что между ЛПР и его помощником (человеком) должно существовать взаимопонимание, обеспечивающее возможность их контактов и эффективного взаимодействия в процессе принятия решения при использовании лишь частичной информации и при отсутствии регламентации этого взаимодействия. Экспертная система – всего лишь автомат, сам по себе не обладающий полностью свойствами, необходимыми для под-

держания успешного диалога с человеком. Для обеспечения таких свойств необходима разработка соответствующих программ и процедур взаимодействия, которой предшествует формулировка требований и задач на уровне формализации, определяемой технологией эксплуатации системы, т.е. на математическом уровне [3, 4].

Решение задач энергосбережения на промышленных предприятиях и других крупных потребителях энергоресурсов невозможно без разработки стратегии и основных направлений энергосбережения, создания различных систем управления с использованием информационных технологий для минимизации энергозатрат (в частности, разработки экспертных систем управления энергопотреблением, энергетического менеджмента), разработки адаптивных режимов рационального энергопотребления, совмещающих энергосберегающие технологии и оборудование с автоматизированными системами сбора, учета данных по энергопотреблению, и выработки вариантов решений для ответственных лиц.

*Научно-исследовательская работа проводится в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдикеев, Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике / Н.М. Абдикеев; под ред. Н.П. Тихомирова. М.: Экзамен, 2004. 528 с.
2. Башлыков, А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике / А.А. Башлыков. М.: Энергоатомиздат, 1986. 120 с.
3. Любарский, Ю.Я. Интеллектуальные информационные системы / Ю.Я. Любарский. М.: Наука, 1990. 232 с.
4. Романов, В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике / В.П. Романов; под ред. Н.П. Тихомирова. М.: Экзамен, 2003. 496 с.

V.I. Biryulin, O.M. Larin, N.V. Khoroshilov, S.A. Sergey, A.N. Gorlov,  
V.N. Alyabyev, N.M. Gaydash  
*Southwest State University, Kursk*

Lubomir Dimitrov  
*Technical University, Sofia (Bulgaria)*

#### **SOME QUESTIONS ANALYSIS ARISING AT POWER MANAGEMENT EXPERT SYSTEMS CREATION FOR THE INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*In the article arising questions at power management expert systems designing at the industrial enterprises and their decision possible ways are stated.*

**Keywords:** *power management, expert system, mathematical model, algorithm, human-machine system.*

УДК 621

Е.Е. Бочанов, старший преподаватель, Н.Н. Бочанова, канд. техн. наук, доцент, Г.И. Передельский д-р техн. наук, профессор  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## **МОСТОВЫЕ ЦЕПИ С УРАВНОВЕШИВАЮЩИМИ РЕГУЛИРУЕМЫМИ РЕЗИСТОРАМИ**

*На основании известного способа формирования четырёхполюсников мостовой цепи, обладающей свойством отдельного уравновешивания при питании импульсами с изменением напряжения по закону степенных функций, предложен вариант решения задачи отдельного уравновешивания регулированием только образцовыми резисторами.*

**Ключевые слова:** *четырёхполюсник, цепи наращивания, импульсы напряжения, мостовые цепи, уравновешивающие параметры.*

Известны многоэлементные двухполюсники, содержащие структуры с CRLR-, CR- или LR-ячейками, с неограниченным числом элементов, обладающие тем свойством, что при воздействии на них импульсов с изменением напряжения в течение их длительности по закону степенной функции электрический ток или напряжение по окончании переходного процесса зависит от значений определённой совокупности параметров и не зависит со сколь угодно малой ошибкой от значений остальных параметров [1]. Эти двухполюсники в мостовых цепях (МЦ) позволили получить такое важное свойство, как отдельное уравновешивание [2]. Число их получается настолько большим, что устраняется необходимость в построении четырёхплечих МЦ с импульсным питанием, не обладающих таким свойством.

Процесс отдельного уравновешивания МЦ, содержащих двухполюсники, обеспечивается регулируемыми образцовыми резисторами и образцовыми регулируемыми реактивными элементами. Уравновешивание МЦ только регулируемыми резисторами, что ставится задачей на протяжении десятилетий, названные двухполюсники не позволяют. Поэтому существует необходимость в поиске электрических цепей, обеспечивающих возможность отдельного уравновешивания МЦ регулируемыми резисторами. В настоящее время имеются частные решения этой задачи [2]. В данной работе приводится ещё один вариант её решения.

Решение задачи аналогично [1] предполагает поиск двухполюсника, при воздействии на который импульсов с изменением напряжения по закону

степенной функции с каждым последующим целочисленным показателем степени в математическом описании питающего импульса электрический ток по окончании переходного процесса зависит от новой совокупности параметров, отличающейся от предыдущей активным сопротивлением, которое не входило в предшествующие совокупности. Двухполюсники с такими свойствами не обнаруживаются и, возможно, они не существуют. Но следует заметить, что двухполюсники, рассмотренные в [1], в МЦ объединяются в ветвь с одиночным элементом плеча отношения [2], общий вывод двухполюсника и одиночного элемента образует один из выводов измерительной диагонали моста, т.е. в результате объединения получается четырёхполюсник (ЧП).

Предполагалось, что в ЧП, построенном на двухполюсниках с указанным свойством, при каждом последующем показателе степени питающего импульса выходное напряжение должно зависеть от совокупности параметров, которая включает новое активное сопротивление. Однако подобные ЧП, наследуя упомянутые особенности двухполюсников, также не обнаруживаются. Но были построены относительно сложные, образуемые присоединением простых повторяющихся цепей («цепи наращивания» – ЦН) четырёхполюсники, в которых каждая новая совокупность параметров отличается в общем случае от предыдущей на группу из нескольких параметров, в число которых входит одно или несколько активных сопротивлений. Выбирая в качестве уравнивающего активное сопротивление из этой группы параметров при воздействии очередной по форме последовательности питающих импульсов, получаем раздельное уравнивание МЦ только регулируемые резисторами. Мостовые цепи с такими свойствами получаются путём замены в известных МЦ [2] ЧП с уравнивающими двухполюсниками, рассмотренными в [1], на ЧП с уравнивающими активными сопротивлениями.

По результатам исследования ЧП его свойства можно обобщить следующим образом. При воздействии импульсов с изменением напряжения по закону степенных функций на ЧП определённой структуры выходное напряжение по окончании переходного процесса не зависит от значений параметров определённой совокупности элементов, причём с возрастанием на единицу показателя степени в математической формуле питающего импульса число параметров, от которых не зависит выходное напряжение, убывает на несколько единиц, среди которых один реактивный элемент и остальные – активные сопротивления. На основе такого ЧП путём включения в общую структуру МЦ определённого числа ЦН можно построить варианты МЦ с питанием импульсами сложной формы и с раздельным уравниванием только регулируемые резисторами.

На рис. 1 изображена мостовая цепь с её первой ветвью в виде ЧП, имеющего в своей структуре кроме сопротивления  $R_1$  две ЦН.

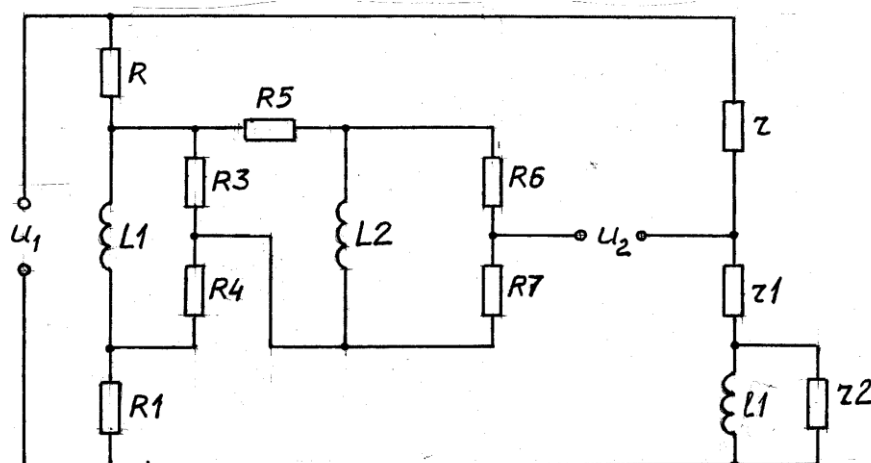


Рис. 1

Количество измеряемых параметров согласно [3] должно быть на одну единицу больше числа ЦН. Следовательно, соответственно структуре рис. 1 в объекте измерений, входящем во вторую ветвь МЦ, определению подлежат параметры трёх элементов –  $r_1$ ,  $l_1$ ,  $r_2$ . Ветвь с трёхэлементным двухполюсником объекта измерения может быть представлена одной из цепей, приведённых на рис. 2.

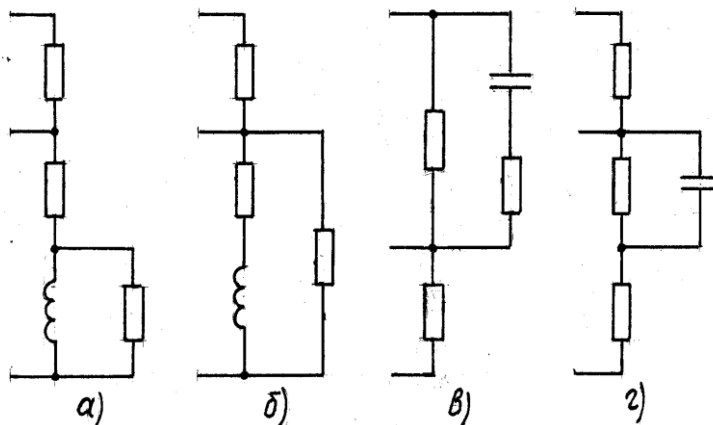


Рис. 2

Для измерительных МЦ выходное операторное напряжение  $U_2(p)$  содержит полином вида [3]

$$F(p) = A_1 B_1 + p(A_1 B_2 + A_2 B_3) + p^2(A_1 B_4 + A_2 B_5 + A_3 B_6) + \dots + p^3(A_1 B_7 + A_2 B_8 + A_3 B_9 + A_4 B_{10}) + \dots, \quad (1)$$

где число слагаемых при операторе Лапласа в степени  $n-1$  равно количеству  $n$  искомых параметров. Коэффициенты  $A_i$  представляют собой разности определённых групп параметров МЦ, и, следовательно, регулированием параметров их можно привести к нулю, образуя условия равновесия. В примере рис.1, где в качестве второй ветви МЦ с двухполюсником объекта измерения



используется цепь рис. 2 а, условиям равновесия  $A_i = 0$  соответствуют следующие выражения:

$$\begin{aligned} A_1 &= r R_1 - r_1 R; \\ A_2 &= [r R_4(R_3 + R_5) - r_1 R_3 R_5] L_1 - R l_1 [R_4(R_3 + R_5) + R_3 R_5] = 0; \\ A_3 &= r_2 L_1 L_2 [r R(R_6 + R_7) + R_3 R_7(r + r_1)] - \\ &- (R_6 + R_7) \{r_1 L_1 (r_2 R_3 L_2 + l_1 V_1) - r_2 l_1 [L_1 (V_1 + R V_2) + R L_2 V_2]\}; \\ V_1 &= R_4(R_3 + R_5) + R_3 R_5; \\ V_2 &= R_3 + R_4. \end{aligned} \quad (2)$$

На вход МЦ подаются последовательности импульсов, напряжение которых в пределах их длительности изменяется по закону

$$u_1(t) = k_h t^h,$$

где показателю  $h$  можно задавать значения 0, 1, 2.

Для выполнения каждого из условий равновесия (2) следует приводить к нулю плоскую вершину импульсов неравновесия  $u_2(t)$ .

По уравнениям  $A_i = 0$  видно, что раздельное уравнивание можно выполнить регулированием разных элементов первой ветви МЦ. При уравнивании МЦ цепи (см. рис. 1) только регулируемые резисторами последовательность обращения к ним соответствует очередности условий (2). Первое уравнивание производится регулировкой резистора  $R_1$ , второе –  $R_4$ , так как параметр  $R_4$  не входит в предыдущее условие равновесия. Третье уравнивание выполняется резистором  $R_7$ , при этом параметры других элементов регулировать нельзя, поскольку перестанут выполняться предыдущие условия равновесия. Уравнивание здесь – зависимое раздельное, соответствует состояниям МЦ с импульсным питанием. После уравнивания по трём параметрам в напряжении неравновесия  $u_2$  имеются экспоненциальные всплески, которые за время длительности переходного процесса затухают до нуля. Совокупность уже выполненных условий равновесия позволяет взять отсчёт трёх искоемых параметров.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Передельский, Г.И. О свойствах многоэлементных электрических цепей / Г.И. Передельский // Электричество. 1989. № 2.
2. Передельский, Г.И. Мостовые цепи с импульсным питанием / Г.И. Передельский. М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Передельский, Г.И. О свойстве четырехполюсников с повторяющимися ячейками, одинаковыми по схеме и включению / Г.И. Передельский // Электричество. 1999. № 9.

E.E. Bochanov, N.N. Bochanova, G. Peredel'sky  
*Southwestern State University, Kursk*

### BRIDGE CHAINS WITH COUNTERBALANCING ADJUSTABLE RESISTORS

*On the basis of the method substantiated for developing two-port networks of a bridge circuit, which has a property of time-separated balancing when being supplied by pulses with voltage changing according to the power function law, a variant of decision of time-separated balancing problem with controlled specimen resistors only is proposed.*

**Keywords:** *two-port networks, increasing circuits, voltage pulses, bridge circuits, balancing parameters.*

УДК 621.316

К.В. Киреев, канд. техн. наук, доцент  
*Самарский государственный технический университет*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СИСТЕМЫ С ШУНТИРОВАННОЙ ДУГОЙ

*Данная статья посвящена исследованию устойчивости горения шунтированной сильнотоочной дуги отключения.*

**Ключевые слова:** *устойчивость, ток, электрическая дуга, сопротивление, бифуркация, коммутация.*

Большинство нежелательных явлений при работе сильнотоочных коммутационных аппаратов (эрозия меди, изоляционных материалов и т.д.) связано с воздействием электрической дуги отключения. Поэтому процессу дугогашения должно уделяться первостепенное внимание.

В электрической дуге протекает комплекс тесно взаимосвязанных процессов: электромагнитных, химических, тепловых, газо- и гидродинамических. Кроме того, дуга является элементом электрической цепи и участвует в энергетических процессах этой цепи.

В связи с этим целесообразно на предварительной стадии расчета для оценки условий гашения провести качественный анализ энергетической устойчивости дуги. При этом совокупность энергетических параметров может рассматриваться как координаты точки в многомерном пространстве [1]. Использование пространства состояний позволяет получить простую геометрическую интерпретацию результатов. При этом могут быть получены и некоторые количественные соотношения, которые целесообразно использовать в последующих расчетах по численным моделям.

Проведенные в промышленных условиях эксперименты [2] показали, что перспективным типом коммутационных аппаратов на токи в сотни тысяч

ампер и напряжения в сотни вольт являются выключатели с жидкометаллическим контактом, контактная система которых состоит из главных и нескольких токоограничивающих контактов, соединенных параллельно. Дугогашение в таких аппаратах осуществляется изменением топологической структуры отключаемой цепи путем последовательного шунтирования дугowych промежутков в процессе коммутации [3].

Для оценки условий дугогашения и определения величин сопротивлений каждой токоограничивающей ступени проведем анализ энергетической устойчивости шунтированной дуги.

Дугу считаем стабилизированной и для ее описания используем стационарную модель, полагая  $u(i) = P_0/i_\delta$  (модель Майра):

$$\Theta \cdot \frac{dg}{dt} + g = \frac{i_\delta}{u(i)},$$

где  $g$ ,  $\Theta$ ,  $P_0$ ,  $i_\delta$ ,  $u(i)$  – соответственно проводимость, постоянная времени, отводимая мощность, ток и статическая вольт-амперная характеристика дуги.

В качестве эквивалентной схемы цепи примем схему (рис. 1), где  $U$ ,  $i$ ,  $R$ ,  $L$  – соответственно напряжение, ток, сопротивление и индуктивность цепи источника;  $R_\delta$  – сопротивление дуги;  $r$  – сопротивление шунтирующего контакта.

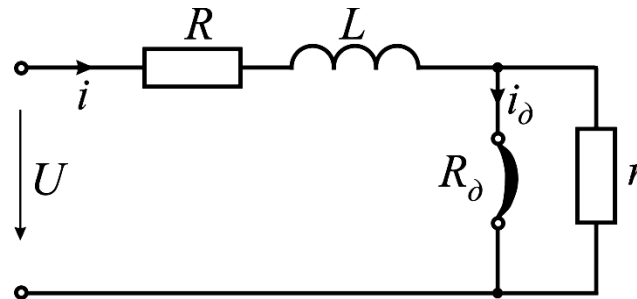


Рис. 1. Эквивалентная схема цепи

Рассмотрим электродуговую систему (см. рис. 1) при  $U = \text{const}$ , что означает исследование устойчивости дуги на постоянном токе.

Математическая модель электродуговой системы в этом случае имеет вид

$$\begin{cases} \frac{di}{dt} = \frac{1}{L} \left( U - iR - \frac{iR_\delta}{1 + R_\delta/r} \right) = F_1; \\ \frac{dR_\delta}{dt} = \frac{1}{\Theta} \left( R_\delta - \frac{1}{P_0} \left( \frac{iR_\delta}{1 + R_\delta/r} \right)^2 \right) = F_2. \end{cases} \quad (1)$$

Система уравнений (1) имеет в качестве обобщенных координат точек ток  $i$  и сопротивление  $R_0$ . В условиях поставленной задачи особый интерес представляет рассмотрение устойчивости на фазовой плоскости  $u-i$ , позволяющее определить установившийся после гашения дуги режим. Переход к новым обобщенным координатам легко осуществить, учитывая, что  $u = i_0 R_0$ .

На рис. 2 приведены фазовые портреты системы (1), имеющей различное число точек пересечения статической характеристики с реостатной характеристикой цепи. Области, не отвечающие условию  $u \geq 0, i \geq 0$ , не рассматриваются, т.к. описываемые ими режимы или физически не реализуемы (соответствуют отрицательным статическим сопротивлениям дуги), или относятся к случаю систем переменного тока (соответствуют переходу тока через ноль и повторному зажиганию дуги).

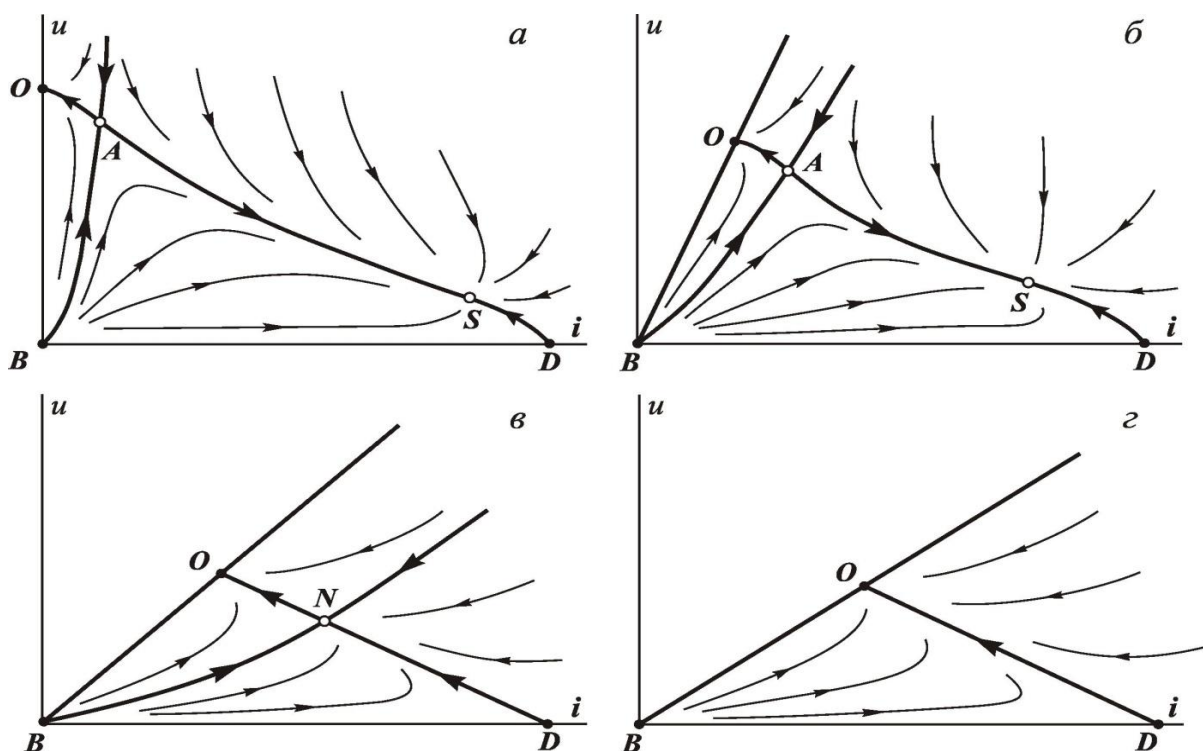


Рис. 2. Фазовые портреты электродуговой системы

Тип особых точек определяется по корням характеристического уравнения для системы первого линейного приближения, построенной для (1):

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial i} - p & \frac{\partial F_1}{\partial R_0} \\ \frac{\partial F_2}{\partial i} & \frac{\partial F_2}{\partial R_0} - p \end{vmatrix} = 0. \quad (2)$$

Система (1) имеет на плоскости  $u-i$  особые точки:  $A$  – седло,  $S$  – устойчивый узел,  $D$  – седло,  $O$  – устойчивый узел,  $B$  – неустойчивый узел. Особые

траектории, идущие точно в седло  $A$  ( $\omega$ -сепаратрисы седла  $A$ ), разделяют рассматриваемую область на области притяжения режимов гашения и горения.

Область устойчивого гашения дуги ограничена  $\omega$ -сепаратрисами точки  $A$  и прямой  $BO$ . Дополнение ее в рассматриваемой области составляет область устойчивого горения дуги. Прямая  $BO$  представляет собой вольт-амперную характеристику шунтирующего сопротивления. Область гашения является областью притяжения точки  $O$  (фазовая траектория, начинающаяся в любой точке области гашения, заканчивается в точке  $O$ ). Соответственно, область горения – это область притяжения точки  $S$ .

Рис. 2 качественно иллюстрирует характер влияния величины шунтирующего дугу сопротивления  $r$  на фазовый портрет электродуговой системы (1). Рис. 2, *а* соответствует случаю  $r \rightarrow \infty$  (дуга расшунтирована). Область притяжения режима горения значительно превосходит область притяжения режима гашения.

Рис. 2, *б* соответствует случаю  $r > r_0$ . Часть рассматриваемой области (выше прямой  $BO$ ) относится к физически не реализуемым режимам. После гашения дуги цепь останется замкнутой на шунтирующее сопротивление  $r$ . Фазовый портрет позволяет определить напряжение на аппарате и ток установившегося после гашения дуги режима как обобщенные координаты точки  $O$ .

Рис. 2, *в* соответствует случаю, когда система (1) имеет сложное состояние равновесия типа «седло-узел». Значение сопротивления  $r = r_0$  в этом случае является бифуркационным и может быть найдено из условия равенства нулю корня характеристического уравнения (2):

$$\frac{\partial F_1}{\partial i} \cdot \frac{\partial F_2}{\partial R_0} - \frac{\partial F_1}{\partial R_0} \cdot \frac{\partial F_2}{\partial i} = 0.$$

При сопротивлении шунта  $r < r_0$  (рис. 2, *г*) область притяжения режима гашения распространяется на всю рассматриваемую область, и дуга становится неустойчивой в целом.

После гашения дуги на первой ступени токоограничения по фазовому портрету можно определить целесообразность последующего шунтирования и бифуркационное значение сопротивления на следующем этапе коммутации. Если вновь полученная электродуговая система не имеет среди особых точек устойчивого узла горения  $S$ , то реостатная прямая цепи и характеристика дуги имеют не более одной общей точки и в дальнейшем шунтировании нет необходимости. В противном случае определяется бифуркационное значение  $r$  на данной ступени. Последовательно повторяя процедуру анализа, можно определить необходимое число ступеней токоограничения и величины их сопротивлений. Оценка сепаратрис может быть проведена методом последовательных приближений [1].

Следует отметить, что использование стационарной модели при определении бифуркационных значений сопротивлений дает лишь достаточные

условия устойчивости, поэтому при дальнейших расчетах результаты качественного анализа могут рассматриваться как некоторые области начальных приближений, и оценка близости достаточных условий к необходимым может проводиться на основе дополнительных исследований устойчивости соседних режимов.

Разница между принятым и необходимым значениями токоограничивающего контакта будет определять запас электродуговой системы по устойчивости режима гашения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков, О.Я. Устойчивость электрической дуги / О.Я. Новиков. Л.: Энергия, 1978. 160 с.
2. Опыт использования жидкометаллического рабочего тела в высоко-точных коммутационных аппаратах и контактных соединениях / А.А. Воронин, К.В. Киреев [и др.] // Электротехника. 2008. № 8. С. 10–14.
3. Киреев, К.В. Жидкометаллический шунтирующий выключатель постоянного тока / К.В. Киреев // Электрика. 2011. № 8. С. 12–15.

K.V. Kireev  
Samara State Technical University

### RESEARCH THE ELECTROARC SYSTEMS WITH THE SHUNTED ARCH

*Given article is devoted research of stability of burning shunted high-current switching-off arches.*

**Keywords:** *stability, current, electric arch, reactance, bifurcation, switching.*

УДК 621.311

З.Ш. Юлдашев, канд. техн. наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

### ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

*Данная статья посвящена разработке конструкции стенда для контроля энергетических параметров и относительной энергоемкости выполненной работы электродвигателей постоянного и переменного тока.*

**Ключевые слова:** *энергосбережение, электродвигатель, энергоемкость, энергетические характеристики.*

Целью данной работы является разработка испытательного стенда для определения энергетических характеристик электродвигателей и относительной энергоемкости выполненной ими работы.

В основу определения энергетических характеристик электродвигателя и относительной энергоемкости выполненной им работы положен метод конечных отношений [1]. Сущность метода заключается в том, что эффективность энергетического процесса оценивают объективным показателем – относительной энергоемкостью. Относительная энергоемкость – это отношение энергии (мощности) на входе к параметрам на выходе, включающее сверх единицы в свое численное значение относительные потери энергии в элементе. Относительная энергоемкость является безразмерной величиной, превышающей единицу на величину относительных потерь. Структура потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что до 90% потерь приходится на сферу энергопотребления, а потери при передаче электроэнергии составляют лишь 9...10% [2]. При этом две трети электроэнергии, выработанной на электростанциях, преобразуется различными электроприводами в механическую энергию.

При выборе оборудования в АПК определение мощности электродвигателя производится со значительными превышениями по мощности и производительности (коэффициент запаса достигает 1,30). В справочной литературе и каталогах заводов-изготовителей приводятся значения энергетических характеристик АД ( $\eta$  и  $\cos\varphi$ ) в зависимости от коэффициента загрузки электродвигателя. В реальных условиях возможно отличие в энергетических параметрах, даже нового электродвигателя от паспортных, что в первую очередь объясняется качеством изготовления [3].

В связи с тем, что в процессе работы снижаются КПД электроприводов, насосов, вентиляторов и других машин и установок, задействованных в энерготехнологическом процессе (ЭТП), необходим периодический контроль относительной энергоемкости работы всего комплекса в целом (электродвигателя, частотного преобразователя и ЭТП). Архивирование параметров даст возможность сравнения при последующих измерениях.

Для проведения экспериментальных исследований по определению относительной энергоемкости электродвигателей разработано устройство, которое представляет собой испытательный стенд, оснащенный информационно-измерительной системой.

Относительная энергоемкость является безразмерной величиной, превышающей единицу на величину относительных потерь.

На рисунке схематично изображен разработанный стенд (а) и его вид сбоку (б).

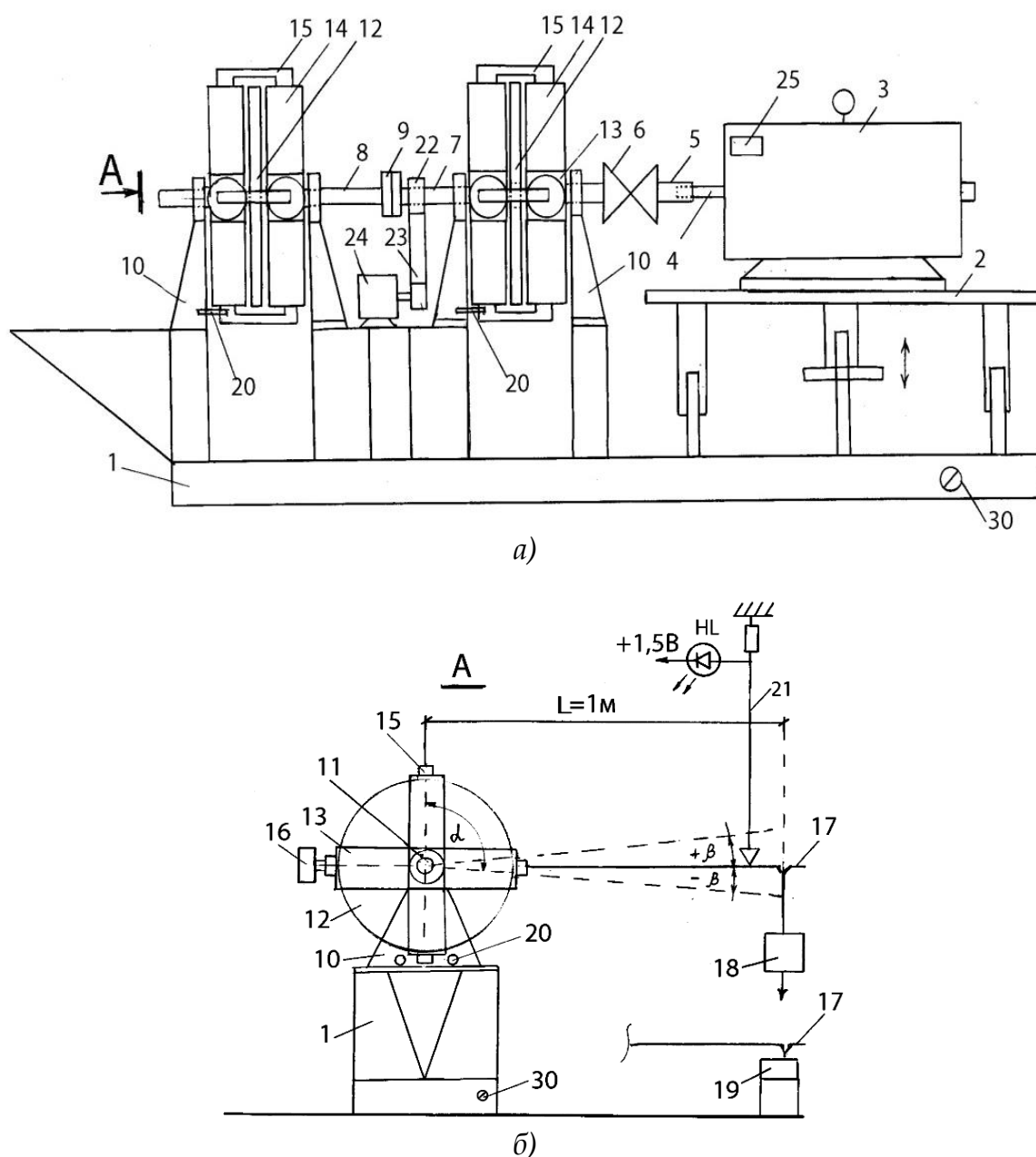


Рис. Стенд для контроля энергетических параметров электродвигателя и относительной энергоемкости выполненной им работы: 1 – станина; 2 – стол; 3 – электродвигатель; 4 – вал электродвигателя; 5 – ведущий вал; 6 – соединительный элемент (например, крестовина); 7 – первый ведомый вал; 8 – второй ведомый вал; 9 – полужесткая муфта; 10 – подшипниковые опоры; 11 – подшипники; 12 – металлические диски; 13 – магнитопроводы; 14 – электромагнитные катушки; 15 – переключатели; 16 – противовесы; 17 – U-образный кронштейн; 18 – весовые гири; 19 – напольные весы; 20 – ограничители; 21 – сигнализатор; 22 – шкив; 23 – ременная передача; 24 – тахогенератор; 25 – датчик температуры; 26 – регулятор напряжения; 27 – измерительное устройство (например, К506); 28 – электронный регистратор; 29 – управляющий информационно-вычислительный комплекс (УИВК); 30 – клемма заземления



Стенд для контроля энергетических характеристик электродвигателей работает следующим образом. Электродвигатель устанавливается на столе, путем регулирования его высоты достигается соосность вала электродвигателя с ведущим валом и закрепляется жестко. Соединительный элемент позволяет компенсировать незначительную несоосность в горизонтальной плоскости. Датчик температуры, регулятор напряжения, измерительное устройство, электронный регистратор, УИВК, силовая сеть и другое оборудование проверяется на предмет их работоспособности. Вращающиеся части электродвигателя, ведущего вала, ведомых валов и тахогенератор прокручиваются вручную на предмет отсутствия посторонних предметов.

Направление вращения вала электродвигателя зависит от программы и назначения измерения, от которого зависит использование весовых гирь или напольных весов.

При помощи регулятора напряжения повышается напряжение (ток) на электромагнитных катушках. Ток, протекающий по электромагнитным катушкам, создает в крестообразных магнитопроводах магнитный поток, а во вращающемся металлическом диске будет наводиться магнитодвижущая сила, взаимодействие их вызовет тормозной момент.

Путем увеличения напряжения (тока) на электромагнитных катушках достигается равновесие моментов, создаваемое ими и весовыми гирями. При наступлении равновесия моментов U-образный кронштейн будет стремиться занять горизонтальное положение и коснется сигнализатора. При этом результаты измерений измерительного устройства, датчика температуры, тахогенератора, величина весовых гирь (может фиксироваться в журнале вручную) или показания напольных весов, ток и напряжение на электромагнитных катушках регистрируются на электронном регистраторе.

Стенд позволяет проводить имитацию различных режимов испытаний (механическая нагрузка, имеющая случайный характер, линейно-возрастающая (убывающая), асимметрия параметров сети). По завершении измерений результаты регистрации с электронного регистратора переносятся на УИВК для хранения (архивирования) и математической обработки с целью получения энергетических показателей электродвигателя и относительной энергоемкости его работы. На основании результатов измерений, которые архивированы в УИВК, возможно вычисление и других характеристик электродвигателя (например, механическая и электромеханическая характеристики, определение динамических характеристик, пусковые токи, кривая разгона двигателя и др.) [4].

Математическая обработка результатов измерений производится при помощи стандартных программ (например, Microsoft word, Excel, Ansys и др.). УИВК имеет возможность связи и передачи (обмена информацией) накопленной информации и программ по стандартным каналам связи (например, RS-232, RS-485 и USB).

Ухудшение технического состояния частотного преобразователя и электродвигателя приводит к повышению относительной энергоемкости работы электродвигателя, что подтверждается экспериментальными исследованиями, проведенными при помощи разработанного устройства.

Знание величины энергоемкости работы частотных преобразователей и электродвигателя позволяет целенаправленно и последовательно управлять эффективностью энергопотребления, снижая с помощью известных приемов и средств (регулирование, управление режимами и др.) энергоемкости их работы или заменяя их на новые, с лучшими энергетическими параметрами.

Данный стенд также позволяет проводить исследования двигателей внутреннего сгорания (до 20 кВт) по определению их механических характеристик.

На основании вышесказанного, создание энергетического паспорта электропривода (в том числе и для электродвигателя) и его контроль в период эксплуатации, по которому можно оценивать техническое состояние и разрабатывать меры по повышению энергоэффективности, является актуальной задачей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпов, В.Н. Энергосбережение. Метод конечных отношений: монография / В.Н. Карпов, З.Ш. Юлдашев. СПб.: СПбГАУ, 2010. 147 с.
2. Тютеева, П.В. Асинхронный двигатель для энергосберегающих технологий / П.В.Тютеева; Томский политехн. ун-т. Томск, 2007. 6 с.
3. Карпов, В.Н. Определение относительной энергоемкости работы электродвигателей, используемых в сельскохозяйственном производстве / В.Н. Карпов, З.Ш. Юлдашев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2010. № 18. С. 228–231.
4. Пат. ТЖ 362. Республика Таджикистан, МПК(2006) G 01 L 3/24. Стенд для определения энергетических параметров электродвигателя / В.Н. Карпов, З.Ш. Юлдашев, Р.З. Юлдашев; патентообладатель: З.Ш. Юлдашев. № 1000455; заявл. 23.04.2010; опубл. 09.08.2010, Бюл. №59(3). 5 с.: ил.

Z.Sh. Yuldashev

*Saint-Petersburg State Agrarian University*

#### TEST STAND FOR THE CONTROL OF ENERGY PARAMETERS OF ELECTRICAL MOTORS

*This article focuses on the development of stand construction to control of energy parameters and relative energy of the work of electric motors and alternating current.*

**Keywords:** *energy saving, electric motor, power consumption, the energy characteristics.*

УДК 621.311.26

В.В. Телегин, аспирант, А.Н. Шпиганович, профессор  
Липецкий государственный технический университет

## **ВЫБОР АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*Данная статья посвящена определению параметров возобновляемых источников энергии. Сформированы критерии, которые позволяют правильно выбрать автономный источник на базе технологий альтернативной энергетики.*

**Ключевые слова:** *энергосбережение, технологии альтернативной энергетики, возобновляемые источники энергии, критерии выбора источников энергии, солнечная энергетика, мини-ГЭС, ветроэнергетика, автономное энергоснабжение.*

Эффективным способом энергосбережения является использование источников альтернативной энергии (солнечной, ветра, малой гидроэнергетики, тепла недр земли и ряда других). Увеличение доли электроэнергии, получаемой посредством таких нетрадиционных способов, имеет несколько причин. Это проблемы экологической безопасности, технической сложности, экономическая дороговизна и удалённость отдельных потребителей от традиционных источников энергии. Они способствуют внедрению источников на базе технологий альтернативной энергетики. Необходима оценка целесообразности питания потребителей от соответствующего типа автономного источника на базе технологий альтернативной энергетики каждого типа.

Энергию ветра относят к возобновляемым видам энергии, так как она является следствием деятельности солнца. Количество электрической энергии, произведённой всеми ветрогенераторами мира в 2010 году, составило 430 тераватт-часов (2,5% всей произведённой человечеством электрической энергии)[1]. Для любой идеальной системы ветродвигателей будет справедливо выражение, определяющее мощность, вырабатываемую ветроколесом:

$$P = 0,5 \cdot C_p \cdot S \cdot \rho \cdot V^3,$$

где  $C_p$  – коэффициент мощности, характеризующий эффективность использования ветроколесом энергии ветрового потока.

Мощность  $P$  пропорциональна ометаемой площади  $S$  и кубу скорости  $V$ . Коэффициент мощности  $C_p$  зависит от конструкции ветроколеса и скоро-

сти ветра (современное крыльчатое ветроколесо имеет  $C_p$  до 42%). Солнечная энергетика – одно из наиболее динамично развивающихся направлений в мире [2]. Фотоэлементы заводского производства имеют определенную номинальную мощность, выраженную в ваттах пиковой мощности. Это показатель их максимальной мощности в стандартных условиях испытаний, когда солнечная радиация близка к своему максимальному значению в  $1000 \text{ Вт/м}^2$ , а температура поверхности фотоэлемента  $25^\circ\text{C}$ . На практике же фотоэлементам редко приходится работать в таких условиях. Один солнечный модуль в зависимости от количества пластин составляет от 100 до 3000 Вт. В течение выбранного периода времени модуль мощностью  $P_m$  вырабатывает количество энергии

$$W_m = P_m \cdot E \cdot \eta / 1000,$$

где  $E$  – значение инсоляции за выбранный период для заданной широты;  $\eta$  – коэффициент производительности системы (0,5 – летом и 0,7 – зимой); 1000 – максимальное значение солнечной радиации.

Солнечная и ветроэнергетика требуют больших открытых пространств [3]. Их сооружение – технически сложный процесс. Хорошо развитым и доступным во многих районах РФ является питание потребителей от малых ГЭС. В настоящее время треть электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии вырабатывается на гидроэлектростанциях малой мощности, то есть порядка 3 млрд кВт·ч [4]. На небольших реках с лучшей стороны себя зарекомендовали гирляндные мини-ГЭС. Мощность на валу генератора такого источника можно оценить по формуле

$$P = k \cdot \rho \cdot V^3 \cdot S \cdot n,$$

где  $k$  – КПД гидроколеса (0,5–0,6);  $\rho$  – плотность воды ( $1000 \text{ кг/м}^3$ );  $V$  – скорость течения воды (м/с);  $S$  – площадь, ометаемая гидроколесом;  $S = 3,14 \cdot R^2$  ( $\text{м}^2$ ),  $R$  – радиус гидротурбины (м);  $n$  – число оборотов турбины. Число оборотов турбины, а также троса (вала генератора), на котором закреплены турбины, рассчитывается как  $n = 60 \cdot V/R$ .

Для удалённых районов расчёт параметров энергоснабжения объектов, как правило, включает в себя затраты электроэнергии на отопление и подогрев воды для горячего водоснабжения, а также кондиционирования рабочих или жилых помещений в теплое время года. Эффективным способом улучшения экономических и экологических характеристик производства тепловой энергии можно достичь с помощью теплонасосных установок. Тепловой насос – устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Принцип действия теплового насоса основан на циклическом процессе. По наружному трубопроводу циркуляционным насосом прокачивается рабочая жидкость, забирая тепло ис-

точника. В теплообменнике, называемом испарителем, рабочая жидкость передает теплоту хладагенту. Хладагент закипает, превращается в пар и попадает в компрессор. Рабочая жидкость после прохождения теплообменника имеет температуру  $+2^{\circ}\text{C}$  и вновь поступает в земляной трубопровод. Пар хладагента из испарителя сжимается компрессором до давления 20–25 атмосфер. При сжатии его температура повышается и достигает  $55^{\circ}\text{C}$ . Эта энергия может быть направлена через теплообменник на обогрев воздуха внутри помещений или на подогрев воды в системе горячего водоснабжения. Основная доля электроэнергии расходуется на работу компрессора. Далее сжатый и разогретый хладагент попадает в конденсатор, в котором нагревает циркулирующую воду. На следующем этапе хладагент конденсируется и попадает в переохладитель, в котором его температура понижается. Затем он подается в терморегулирующий вентиль, в котором его температура понижается до температуры кипения. В составе влажного пара хладагент вновь поступает в испаритель, после чего цикл работы теплового насоса повторяется. Есть три основных источника энергии, которые использует тепловой насос: земля, вода и воздух. Преимущество насоса перед традиционными методами теплоснабжения состоит в том, что, потребляя около 1 кВт электричества, насос дает 4–5 кВт тепла. Выпускаются насосы различной мощности, позволяющие отапливать и снабжать горячей водой как частные коттеджи, так и крупные объекты.

В связи с различными характеристиками возобновляемых источников энергии необходимо формирование их критериев. Они позволяют определить правильность выбора количества и мощность генерирующих установок возобновляемых источников энергии. Наиболее важным критерием является наличие ресурсов. Для произведения расчётов мощности, которую вырабатывают автономные источники на базе технологий ветряной и солнечной энергетики, необходимо знать скорость ветра и инсоляцию в день в выбранном регионе. Проведение расчётов для строительства мини-ГЭС требует знания скорости течения водяного потока. Вторым критерий – стоимость 1 кВт·ч, вырабатываемого с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Стоимость определяется тремя факторами: стоимость установки и её доставки; стоимость монтажа ВИЭ; срок службы установки. Критерий можно определить по формуле

$$C = (C_M + C_Y)/T,$$

где  $C$  – стоимость 1 кВт·ч, вырабатываемого ВИЭ;  $C_Y$  – стоимость установки и доставки;  $C_M$  – стоимость монтажа ВИЭ;  $T$  – срок службы установки, час.

Расчёт стоимости 1 кВт·ч, вырабатываемого ВИЭ, позволит выбрать наиболее дешёвый вариант электроснабжения, произвести сравнение с пита-

нием от централизованной электрической сети или дизельных установок. Третий критерий, влияющий на выбор системы питания, – площадь, требуемая для размещения генерирующих установок на базе альтернативных источников энергоснабжения. Часто для обеспечения мощных предприятий требуется достаточно большая свободная поверхность земли. Во всех случаях необходим критерий соответствия сезонных, а также суточных графиков использования потребителем энергии. Сезонные климатические колебания дают понять, что наиболее эффективно было бы совместное использование автономных источников на базе ветряной энергетики с солнечными батареями либо мини-ГЭС. Для экономии электричества на теплоснабжение целесообразно использование тепловых насосных установок. Доля же каждого вида альтернативного источника в таком взаимодействии определяется стоимостью оборудования и его обслуживания.

Расчёт рассмотренных критериев позволит детально оценить правильность выбора автономного источника на базе альтернативных источников энергии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потёмкина, Е.Б. Анализ существующих видов возобновляемых источников питания / Е.Б. Потёмкина, Н. Ибрагимов // Межвузовская студенческая научная конференция «Студент и научно-технический прогресс». Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009. С. 350–351.

2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: [утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р].

3. Зацепин, Е.П. Проблемы и перспективы развития распределенной генерации / А.Н. Шпиганович, Э.А. Качура, Е.П. Зацепин // Вести высших учебных заведений Черноземья: науч.-техн. и произв. журн. Липецк: Изд-во ЛГТУ. 2011. № 1.

4. Зацепин, Е.П. О состоянии и перспективах развития малой гидроэнергетики в Липецкой области / Е.П. Зацепин, Е.Д Сыров // Вести высших учебных заведений Черноземья: науч.-техн. и произв. журн. Липецк: Изд-во ЛГТУ. 2007. № 2(8).

V.V. Telegin, A.N. Shpiganovich  
*Lipetsk State Technical University*

**THE CHOICE OF INDEPENDENT SOURCES ON THE BASIS  
OF ALTERNATIVE ENERGY TECHNOLOGIES**

*Given article is devoted to defining the basic parameters of renewable energy sources. Formed the criteria that allow to choose the independent source that is based on the technology of alternative energy.*

**Keywords:** *energy conservation, alternative energy technologies, renewable energy, criteria for the selection of energy sources, solar energy, mini-hydro, wind power, independent power supply.*

УДК 621.311

В.И. Бирюлин, Н.В. Хорошилов, О.М. Ларин, А.Н. Горлов,  
С.А. Сергеев, В.Н. Алябев, Н.М. Гайдаш, кандидаты техн. наук  
Юго-Западный государственный университет, Курск

Любомир Димитров  
Технически Университет, София (Болгария)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА И АЛГОРИТМА ПО ВЫБОРУ ТЕКУЩИХ ПРИОРИТЕТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

*В статье представлен метод и алгоритм, направленные на автоматизацию выбора приоритетных мер, способствующих улучшению электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики.*

**Ключевые слова:** *алгоритм, управление, метод, электромагнитная обстановка.*

Эксплуатация объектов электроэнергетики связана с необходимостью определения электромагнитной совместимости различных технических средств (ЭМС). Неблагоприятная электромагнитная обстановка (ЭМО) оказывает негативное действие на микропроцессорное оборудование, устройства защиты и управления, которые под действием помех становятся неработоспособными. Таким образом, вследствие недоотпуска электроэнергии нарушается нормальный режим электроснабжения потребителей и неизбежно возникает ущерб. Кроме того, неблагоприятная ЭМО может отрицательно действовать на персонал объекта [1, 2].

Для улучшения ЭМО производится выбор и реализация определённых организационно-экономических мероприятий. Для оптимального выбора мероприятий необходимо учитывать, что большинство из них характеризуются неопределёнными и разнородными факторами, их вариативностью, что ухудшает эффективность мероприятий и снижает их значимость. Примене-

ние и техническая реализация таких мероприятий ограничивается объемом денежных средств, рассчитанных на изменение ЭМО объекта.

Необходимость учета неопределенных факторов при изменении ЭМО приводит к применению аппарата нечеткой логики для согласованной оценки весов  $Q_1 - Q_N$  и выбора подходящих из них на основе анализа значимых факторов [3, 4].

Оценки весов в составе мероприятий по изменению ЭМО будем считать  $Q_i \in [0, M]$ . Факторы, влияющие на выбор мероприятий, обозначаются через  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , тогда модель определения веса  $Q_i$  мероприятий будет представлять функциональное отображение вида

$$X(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow Q_i[0, M],$$

где  $X$  – вектор влияющих факторов.

При большом числе факторов их влияние удобно классифицировать в виде графа иерархической подчиненности данных факторов (рис. 1).

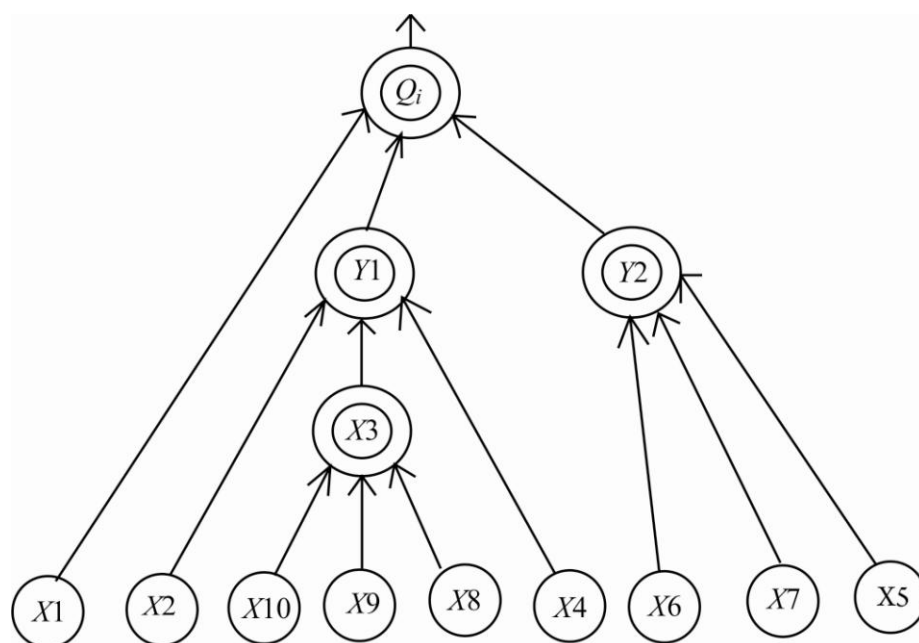


Рис. 1. Иерархическая подчиненность данных факторов в виде графа

Элементы дерева интерпретируются следующим образом:

- корень графа – эффект мероприятия ( $Q_i$ );
- терминальные вершины – частные влияющие факторы влияния ( $x_1, x_2, x_4 - x_{10}$ );
- нетерминальные вершины (двойные окружности) – свертки влияющих факторов;
- дуги графа, выходящие из нетерминальных вершин – укрупненные влияющие факторы ( $x_3, y_1, y_2$ ).

Описание факторов и их веса приведены в таблице.



Факторы оценки мероприятия

Наименование фактора	Описание фактора	Тип данных
$y_1$ – технико-экономическая характеристика мероприятия	Экономический эффект от внедрения (снижение ущерба от недоотпуска электроэнергии) или подобная оценка, обслуживание, качество работ, уровень снижения помех	нечеткий
$y_2$ – эксплуатационная характеристика мероприятия	Эксплуатационные и материально-технические показатели	нечеткий
$x_1$ – цена	Капитальные затраты	четкий
$x_2$ – качество проектных решений	Прогрессивные решения и техническая новизна	нечеткий
$x_4$ – сервис при эксплуатации	Эксплуатационные свойства	нечеткий
$x_5$ – качество производственных технологий	Наличие материально-технической базы в организации и её уровень	нечеткий
$x_6$ – кадровое обеспечение	Наличие квалифицированного персонала и его уровень	нечеткий
$x_7$ – ранг производителя, степень влияния	Опыт применения мероприятия. Степень влияния на персонал и окружающую среду	нечеткий
$x_8$ – снижение уровня ЭМО	Степень снижения ЭМО и ущерба	четкий
$x_9$ – степень влияния влажности	Степень влияния влажности на ЭМО	нечеткий
$x_{10}$ – степень влияния осадков	Степень влияния типа и интенсивности осадков	нечеткий

Свертки  $f_{Q_i}, f_{y_1}, f_{y_2}, f_{x_3}$  осуществляются посредством логического вывода по нечетким базам знаний.

Для определения значения итогового веса  $Q_i$  используется база нечетких правил, которые с использованием трех лингвистических значений (высокий, средний, низкий) вычисляют лингвистические значения веса. Для принятия решения, касающегося оценки мероприятий, как алгоритмическая основа применяется алгоритм Мамдани. Его сущность сводится к выполнению шести стандартных этапов [5, 6].

Формирование подмножества приоритетных мероприятий  $RM$  основано на разработанном методе выбора, позволяющем упорядочить и итерационно отыскивать текущие приоритетные мероприятия. Сущность метода сводится к выполнению следующих этапов:

- 1) вычисление нечетких весов мероприятий на основе первичных факторов  $x_1 - x_{10}$ ;
- 2) переход к количественным оценкам и вычисления рангов мероприятий;
- 3) анализ рангов мероприятий и выбора текущего приоритетного мероприятия по максимальному рангу;
- 4) добавление мероприятия и проверка превышения выделенного объема финансирования мероприятий.

Содержание и элементы новизны данного метода определяются следующими моментами.

На первом этапе в силу доминирования нечетких данных среди первичных факторов  $x_1 - x_{10}$  выполняются вычисления по специальному дереву факторов на основе разработанных нечетких правил. В результате формируются нечеткие веса  $NQ$  мероприятий, являющиеся базой для последующего анализа. Вес мероприятия будет определяться на основе логических правил вида:

*Если УСЛОВИЕ ( $\&X_k$ ), то ЗАКЛЮЧЕНИЕ (нечеткий вес  $NQ$ ),*  
где  $k$  – количество входных переменных.

В итоге на первом и втором этапах метода выбора установлено функциональное отображение вектора первичных (нечетких) факторов в количественные значения весов  $Q$  мероприятий:

$$X(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow Q[1...Z].$$

Третий этап метода выбора заключается в вычислении рангов  $R$  мероприятий. Под рангом понимается эффективность мероприятий, оцениваемая по двум независимым переменным (количественный вес  $Q$  и стоимость  $K$  мероприятия) и вычисляемая следующим образом:

$$R = \frac{Q}{K}.$$

Вычисление рангов  $R$  мероприятий может приводить в общем случае к формированию конфликтного списка мероприятий, неразличимых по рангу. В этом случае для выбора текущего приоритетного мероприятия привлекаются экспертные оценки. В итоге третий этап завершается выбором текущего приоритетного мероприятия, имеющего максимальный ранг.

Четвертый этап метода выбора связан с добавлением нового мероприятия в подмножество приоритетных мероприятий  $RP$  и проверки превышения выделенного объема  $V$  финансирования мероприятий от суммарной стоимости всех выбранных мероприятий.

Таким образом, новизна разработанного метода выбора множества приоритетных мероприятий связана, во-первых, с применением правил нечеткого логического вывода, вычисления нечетких и количественных весов мероприятий на основе дифференцирования первичных факторов по смы-

словым группам. Вторым признаком новизны метода определяется введением и вычислением комбинированного показателя эффективности мероприятия (его ранга), что в целом позволяет сформировать множество приоритетных мероприятий по изменению состояния ЭМО на ЭСО при ограниченном объеме финансирования.

На основе метода выбора разработан алгоритм, предназначенный для формирования обоснованных управленческих решений, направленных на изменение ЭМО. Блок-схема данного алгоритма представлена на рис. 2.

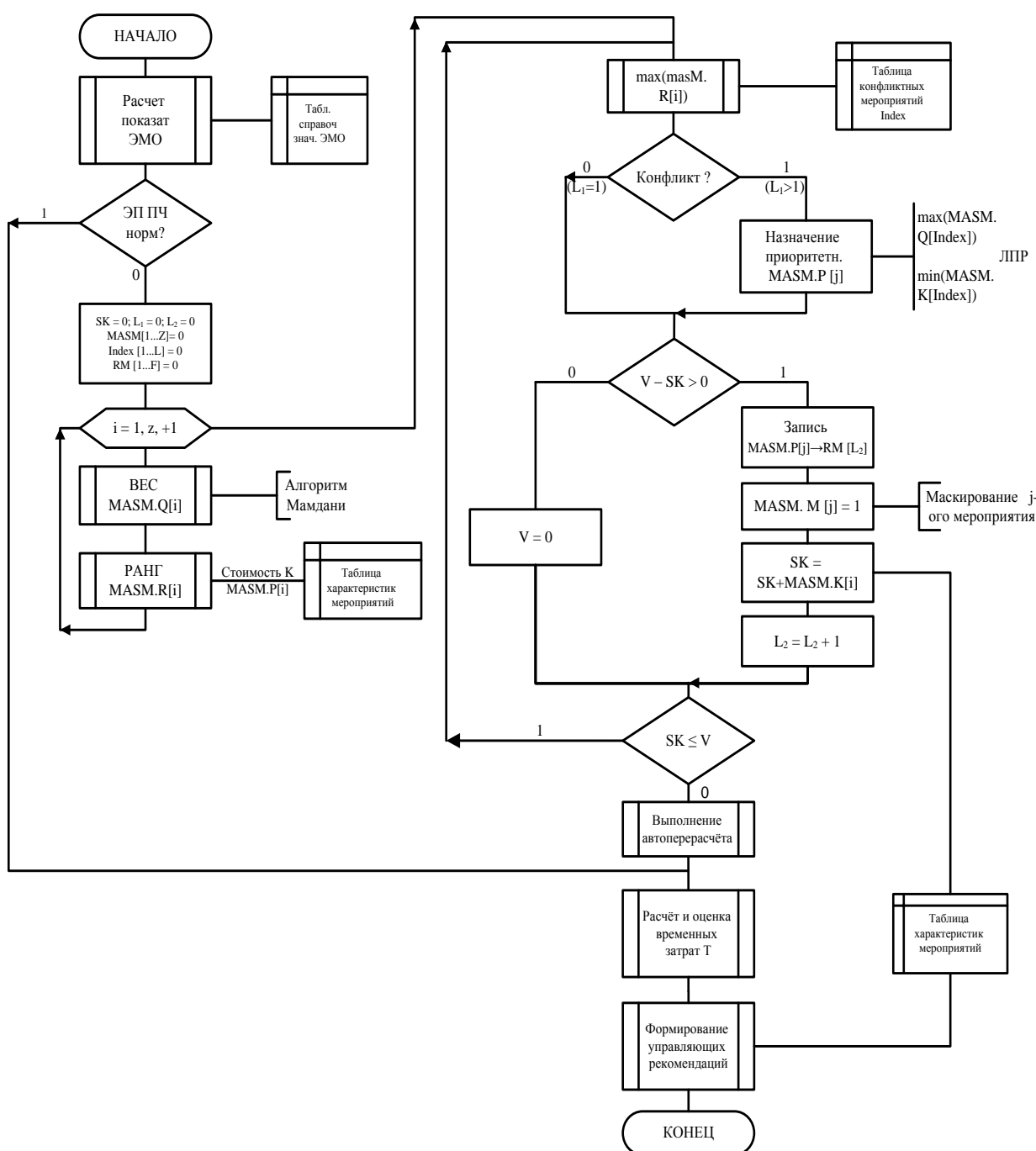


Рис. 2. Блок-схема алгоритма управления состоянием ЭМО

Для формализации вычислительных действий в алгоритм управления состоянием ЭМО введены следующие структуры данных: *MASM* [1..*Z*] – массив записей мероприятий; *RM* [1..*F*] – массив индексов приоритетных мероприятий ( $F \leq Z$ ), *Index* [1..*L*] – список конфликтных мероприятий; *V*, *SK* – переменные объема финансирования и текущей накопленной суммы выбранных мероприятий; *L*<sub>1</sub>, *L*<sub>2</sub> – индексы структур *Index* и *RM*. Каждая запись в *MASM* состоит из 5 полей: *NAME* – имени мероприятия, *P* – номера мероприятия, *Q* – веса мероприятия, *R* – ранга мероприятия, *M* – маски мероприятия.

Сущность данного алгоритма связана с выполнением расчетно-поисковых действий и формированием управляющих рекомендаций.

Расчетные шаги алгоритма базируются на вычислении ЭМО и времени безопасного нахождения персонала в зоне действия помех, а также выработке на их основе для лица, принимающего решения (ЛПР), альтернатив управляющих решений. Поисковые шаги, связанные с вычислениями весов, рангов мероприятий и итерационным поиском приоритетных мероприятий по максимальному рангу, составляют ядро алгоритма и определяют формирование для ЛПР управляющих решений организационного характера.

Основу поисковых действий составляет цикл с постусловием проверки превышения объема финансирования *V* от множества выбранных приоритетных мероприятий *RM*, имеющих текущую накопленную сумму *SK*. Новизна алгоритма связывается непосредственно с обработкой элементов *MASM* [1..*Z*], ранжированных по полю *R*, и разрешением конфликта неразличимых по *R* приоритетных мероприятий, выделенных в отдельную структуру *Index*. Для разрешения конфликта в алгоритме предусмотрены следующие шаги:

- 1) предварительная проверка остатка объема финансирования со стоимостными затратами конфликтующих мероприятий, что позволяет уменьшить мощность *Index*;

- 2) предоставление выбора ЛПР функции определения индекса текущего приоритетного мероприятия из *Index* как максимальной по полю «вес» (*MASM.Q*) или минимальной по полю «стоимость» (*MASM.K*) мероприятия.

Вычисленное множество приоритетных мероприятий *RM* служит основой для формирования качественных и обоснованных управляющих рекомендаций для управления ЭМО за счет учета расширенного набора показателей внутренней и внешней среды.

Метод и алгоритм выбора мероприятий по изменению ЭМО используются для повышения обоснованности и качества управляющих решений по нормальному функционированию электроэнергетических объектов на основе автоматизации бизнес-процессов управления системой организационно-технических мероприятий и достижения необходимого экономического эффекта.

*Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горлов, А.Н. Организация выбора мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки / А.Н. Горлов, В.И. Бирюлин, Н.В. Хорошилов [и др.] // Естественные и технические науки. 2009. № 3. С. 297–299.
2. Горлов, А.Н. Анализ мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики / А.Н. Горлов // Перспективные инновации в науке, транспорте, производстве и образовании: сб. науч. тр. Одесса, 2008. С. 8–11.
3. Горлов, А.Н. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики / А.Н. Горлов [и др.] // Традиции, тенденции и перспективы в научных исследованиях: сб. науч. тр. / ИНЭКА. Чистополь, 2009. С. 85–86.
4. Горлов, А.Н. Факторы, влияющие на электромагнитную обстановку на электроэнергетических объектах / А.Н. Горлов [и др.] // Информационное пространство современной науки: матер. Междунар. заочной науч.-практ. конф. Чебоксары: Изд-во НИИ педагогики и психологии, 2010. С. 237–239.
5. Геловани, В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях / В.А. Геловани [и др.]. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 304 с.
6. Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике / под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во МЭИ, 1994. 216 с.

V.I. Biryulin, O.M. Larin, N.V. Khoroshilov, S.A. Sergey, A.N. Gorlov,  
V.N. Alyabyev, N.M. Gaydash  
Southwest State University, Kursk

Lubomir Dimitrov  
Technical University, Sofia (Bulgaria)

#### THE METHOD AND ALGORITHM REALIZATION FOR CHOICE CURRENT PRIORITY ACTIONS FOR IMPROVEMENT OF ELECTROMAGNETIC CONDITIONS ON ELECTROPOWER OBJECTS

*In the article method and algorithm directed on automation of priority measures choice, promoting improvement of electromagnetic conditions on objects of electric power industry is presented.*

**Keywords:** algorithm, management, method, electromagnetic conditions.

УДК 621.317.733:621.314.33

Л.В. Плесконос, канд. техн. наук, доцент  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## МЕТОД И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ

*Статья посвящена определению параметров четырехэлементных двухполюсников.*

**Ключевые слова:** параметры, двухполюсники, переходные процессы.

Во многих первичных преобразователях информации исследуемая неэлектрическая величина определяется путем измерения параметров двухполюсников (ДП). Измерение параметров различных объектов, представленных четырехэлементной эквивалентной схемой замещения, требуется при исследовании различных химических процессов, измерении влажности, электропроводности, солесодержания, исследованиях в биологии, медицине, электрохимии и других областях [1, 2]. Современная микроэлектронная база вычислительной техники для построения преобразователей параметров ДП дает возможность получить требуемые высокие характеристики по точности, быстродействию и широте диапазона измерения параметров ДП. Предъявленным выше требованиям наиболее полно удовлетворяют преобразователи параметров ДП, основанные на анализе переходных процессов.

Рассмотрим измерительный преобразователь (ИП) параметров четырехэлементного двухполюсника в напряжение на базе инвертирующего операционного усилителя (ОУ), представленного на рис. 1. Измеряемый ДП, состоящий из последовательно включенных активного сопротивления  $R_1$ , емкости  $C_1$  и параллельной  $R_2C_2$ -цепи, включен на инвертирующий вход ОУ. В цепь отрицательной обратной связи ОУ включен образцовый резистор  $R_0$ .

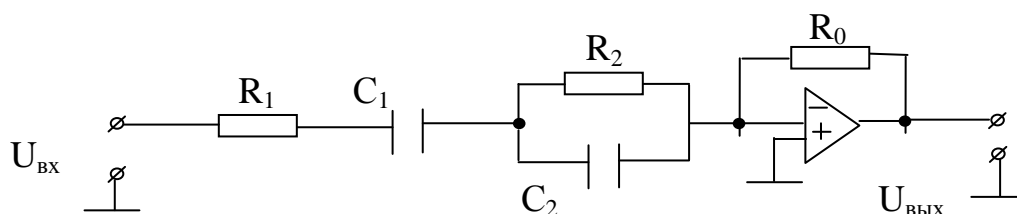


Рис. 1. ИП параметров ДП в напряжение на базе ОУ

При подаче на вход скачка постоянного напряжения амплитудой  $U_0$  в цепи (см. рис. 1) возникает переходной процесс. Определим параметры ДП при использовании параметров переходного и установившегося режима.

Наиболее известным методом определения параметров переходного процесса является метод Прони [3]. Метод Прони – это метод моделирования выборочных данных в виде линейной комбинации экспонент.

Сопротивление исследуемого ДП в операторной форме:

$$Z_P = \frac{P^2 R_1 R_2 C_1 C_3 + P R_1 C_1 + R_2 C_3 + R_2 C_1 + 1}{P C_1 + R_2 C_3 P}.$$

Изображение входного напряжения:

$$U_{вх} P = \frac{U_0}{p}.$$

Выходное напряжение в операторной форме:

$$U_{вых} P = \frac{U_0 R_0 [C_1 + 1 + R_2 C_2 P]}{p^2 R_1 R_2 C_1 C_2 + P R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1 + 1}. \quad (1)$$

Переходя от изображения (1) к оригиналу, получим выходное напряжение функцией времени:

$$U_{вых} t = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t}, \quad (2)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  – постоянные интегрирования;  $P_1, P_2$  – корни характеристического уравнения, полученные при приравнении знаменателя (1) к нулю.

$$P_{1,2} = -\frac{R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1}{2 R_1 R_2 C_1 C_2} \pm \sqrt{\frac{(R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1)^2}{4 R_1 R_2 C_1 C_2} - \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}. \quad (3)$$

По методу Прони определим численное значение корней. Поскольку корней два ( $n = 2$ ), произведем интегрирование свободной составляющей выходного напряжения  $u_{вых.св}$  на четырех участках:

$$0 - t_{оп}, \quad t_p - t_{оп}, \quad 2t_p - t_{оп}, \quad 3t_p - t_{оп},$$

где  $t_{оп}$  – момент времени окончания переходного процесса.

$$H_1 = \int_0^{t_{оп}} u_{вых.св} dt; \quad H_2 = \int_{t_p}^{t_{оп}} u_{вых.св} dt;$$

$$H_3 = \int_{2t_p}^{t_{оп}} u_{вых.св} dt; \quad H_4 = \int_{3t_p}^{t_{оп}} u_{вых.св} dt.$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} A_0 H_1 + A_1 H_2 + H_3 = 0; \\ A_0 H_2 + A_0 H_3 + H_4 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решая систему уравнений (4) относительно  $A_0$  и  $A_1$ , получаем

$$A_0 = \frac{H_2 H_4 - H_3^2}{H_1 H_3 - H_2^2}, \quad A_1 = \frac{H_2 H_3 - H_1 H_4}{H_1 H_3 - H_2^2}.$$

В соответствии с методом Прони составляем алгебраическое уравнение

$$A_0 + A_1 \varepsilon + \varepsilon^2 = 0,$$

корни которого имеют следующие значения:

$$\varepsilon_{1,2} = -\frac{A_1}{2} \pm \sqrt{\frac{A_1^2}{4} + A_0};$$

$$P_1 = -\frac{\ln \varepsilon_1}{t_p}, \quad P_2 = -\frac{\ln \varepsilon_2}{t_p}. \quad (5)$$

Напряжение на выходе в момент подачи прямоугольного импульса при  $t = 0$

$$U_{\text{вых } 0} = \frac{U_0 R_0}{R_1}. \quad (6)$$

Из уравнения (6) находим

$$R_1 = \frac{U_0 R_0}{U_{\text{вых } 0}}. \quad (7)$$

В обратной связи ОУ (см. рис. 1)  $R_0$  заменяем на  $C_0$ .

Выходное напряжение

$$U_{\text{вых } P} = \frac{U_0 [C_1 (1 + R_2 C_2 P)]}{p C_0 [p^2 R_1 R_2 C_1 C_2 + p (R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1) + 1]}. \quad (8)$$

Корни характеристического уравнения  $P_{1,2}$  определяются уравнением (3).

Нулевой корень  $P_0 = 0$  говорит о присутствии принужденной составляющей  $U_{\text{пр}}$  в выходном напряжении. Для ее определения в производную от знаменателя  $[3p^2 C_0 R_1 R_2 C_1 C_2 + 2p C_0 (R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1) + C_0]$  и в числитель уравнения (8) подставляем  $P_0 = 0$ :

$$U_{\text{пр}} = \frac{U_0 C_1}{C_0}; \quad C_1 = \frac{U_{\text{пр}} C_0}{U_0}. \quad (9)$$

Из уравнения (3) находим

$$P_{1,2} = -\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}; \quad (10)$$



$$P_1 + P_2 = -\frac{C_1 R_1 + R_2 + R_2 C_2}{R_1 R_2 C_1 C_2}. \quad (11)$$

Решая совместно уравнения (10) и (11), с учетом (7) и (9) определяем

$$C_2 = \frac{1}{R_1 P_1 + P_2 - P_1 P_2 R_1 C_1 - 1/R_1 C_1}; \quad R_2 = \frac{1}{P_1 P_2 R_1 C_1 C_2}.$$

На рис.2 приведена структурная схема измерителя параметров ДП.

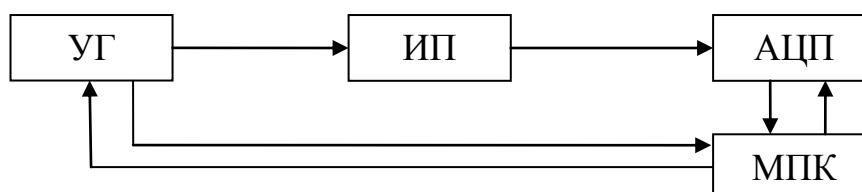


Рис. 2. Структурная схема измерителя параметров ДП

По команде с микропроцессорного контроллера (МПК) на вход измерительной цепи преобразователя (ИП) с выхода управляющего генератора поступает импульс напряжения прямоугольной формы. При этом в ИП начинается переходной процесс. В определенные моменты времени МПК дает команду аналого-цифровому преобразователю (АЦП) на измерения. Цифровой код результатов измерений переходного процесса поступает в МПК, где по соответствующим формулам происходит вычисление параметров ДП.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кнеллер, В.Ю. Определение параметров многоэлементных двухполюсников / В.Ю. Кнеллер, Л.П. Боровский. М.: Энергоиздат, 1986. 144 с.
2. Мартяшин, А.Н. Преобразователи электрических параметров для систем контроля и управления / А.Н. Мартяшин, Э.К. Шахов, В.М. Шляндин. М.: Энергия, 1976. 205 с.
3. Марпл.-мл., С.А. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.А. Марпл.-мл. М.: Мир, 1990. 584 с.

L.V. Pleskonos  
Southwest State University, Kursk

### METHOD AND GAGES OF PARAMETERS FOUR-ELEMENT TWO-POLES

*Article is devoted to the determination of the parameters of four-element two-poles.*

**Keywords:** *parameters, two-poles, transient processes.*

УДК

Н.А. Мирошникова, аспирантка

*Петербургский государственный университет путей сообщения*

## **К ПРОБЛЕМЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

*В статье рассматривается вопрос улучшения качества электроэнергии на тяговых подстанциях железных дорог постоянного тока.*

**Ключевые слова:** *качество электроэнергии, тяговые подстанции, фильтры гармоник, выпрямительные преобразователи, компенсированные выпрямители, регулирование электрического режима.*

За последнее десятилетие существенно возросло число ответственных потребителей, чувствительных к качеству электроэнергии. Проблема качества электроэнергии (КЭ) на железной дороге стоит очень остро, поскольку электроподвижной состав (ЭПС) является переменной и несимметричной нагрузкой, а выпрямительные преобразователи – нелинейными потребителями; кроме того, тяговые подстанции можно считать энергоснабжающей стороной, что влечёт за собой необходимость контроля и нормализации большого числа свойств электрической энергии в соответствии с ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения».

Воздействие высших гармоник питающего напряжения на электрооборудование приводит к его преждевременному выходу из строя, т.е. к увеличению денежных затрат, а иногда даже наносит вред здоровью человека.

Электроснабжение ЭПС осуществляется от тяговых подстанций, основным элементом которых являются выпрямительные преобразователи, а значит, диоды и тиристоры. Периодические коммутации вентилей приводят к тому, что потребляемый ими ток имеет форму коротких импульсов. Большая нагрузка преобразователей искажает сетевые токи, изменяя обычную синусоидальную форму на ступенчатую, а в несимметричных режимах (из-за ЭПС) может привести к повышенному уровню гармонических составляющих в сети, что не допускает ГОСТ 13109-97, который для высших гармоник напряжения регламентирует коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей.

Существует множество способов решения проблемы качества электроэнергии.

Наиболее часто используют пассивные фильтры, настроенные на определенную гармонику, с различными комбинациями соединения R-L-C-элементов, а также фильтры верхних частот. Их недостатки: высокие затра-

ты на реактивные элементы, большие требуемые площади, снижение эффективности фильтрации при колебаниях частоты и температуры элементов схемы, а также при ограничении числа звеньев фильтра.

Относительно недавно в Японии было проведено опытное внедрение активных фильтров, которые воздействуют на защищаемый от гармоник участок сети с помощью схем силовой электроники, управляемых маломощной схемой выделения гармоник в точке присоединения [1]. Их можно использовать для подавления гармоник, управления реактивной мощностью, регулирования напряжения, балансирования несимметрии нагрузки и снижения фликкера. Типичная схема чисто активного фильтра включает шунтирующий управляемый выпрямитель с емкостной нагрузкой на стороне постоянного тока. Недостатки: высокая стоимость из-за большой мощности, которая должна быть равна полной мощности нелинейной нагрузки.

Для преодоления указанных выше недостатков возможна установка гибридных фильтров по схеме источника напряжения на ШИМ-преобразователях, которые включают пассивные компоненты R-L-C. На рисунке показана схема гибридного фильтра последовательного типа [2].

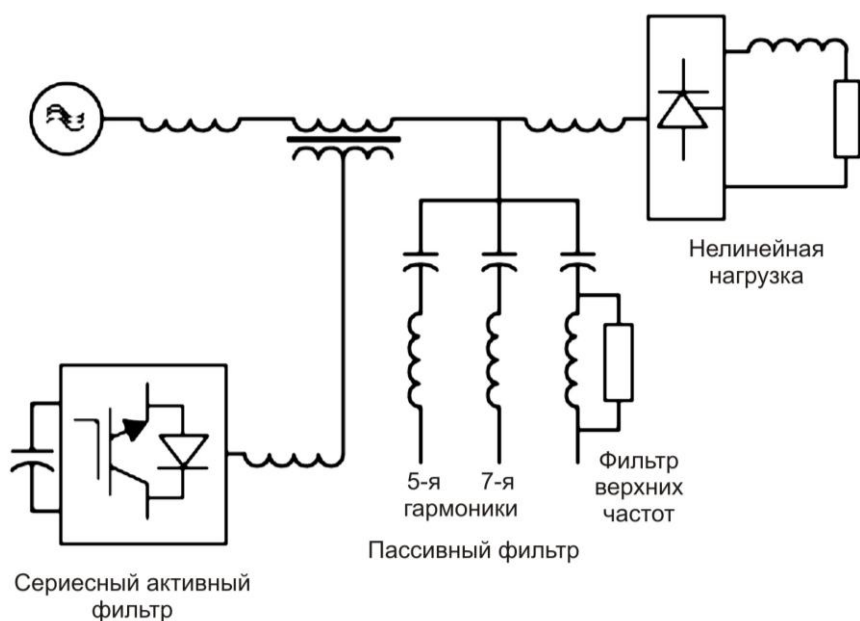


Рис. Гибридный фильтр последовательного типа

Также для улучшения КЭ применяют компенсаторы реактивной мощности и выпрямители с различными способами управления, т.к. объекты транспорта требуют оснащения выпрямительных агрегатов системами автоматического или ручного регулирования электрического режима. Применение управляемых вентилях (тиристоров) зачастую нецелесообразно ввиду больших величин преобразуемой мощности. Один из способов управления диодными выпрямителями – дроссельное регулирование, одна-

ко его КПД не слишком высок. Перспективными представляются такие способы регулирования, при которых управление выпрямительными агрегатами перенесено на первичную сторону трансформаторов, поскольку токи там в десятки, а иногда и в сотни раз ниже, но на высоких напряжениях диоды чаще сгорают.

На железных дорогах постоянного тока предпочтительным является режим стабилизации выпрямленного напряжения. Подобные технологии преобразования могут быть осуществлены путем применения параметрических источников напряжения. Для этого в компенсированных преобразователях собственную частоту контуров коммутации вентилях выбирают такой, при которой обеспечиваются необходимые жесткие внешние характеристики преобразователей [3].

В 2006 году на кафедре электромеханических систем и электроснабжения Воронежского государственного технического университета был предложен модернизированный компенсированный выпрямитель, оснащённый конденсаторным фильтром [4]. Подобный компенсированный преобразователь позволяет существенно повысить энергетические показатели, уменьшить колебания напряжения в сети при резких переходных процессах, а также снизить активные потери энергии в питающей линии за счёт отсутствия перетекающей реактивной мощности.

Исходя из вышеприведённых вариантов в настоящее время на кафедре электроснабжения железных дорог Петербургского государственного университета путей сообщения планируется разработать специальный, так называемый четырёхквadrантный выпрямитель, адаптированный для тяговых подстанций постоянного тока, который бы реализовывал такие функции, как: компенсация реактивной мощности, приём избыточной энергии рекуперации, регулирование уровня напряжения в контактной сети, при этом не оказывая чрезмерного отрицательного влияния на качество электроэнергии, а наоборот, улучшая гармонический состав тока и напряжения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hirofumi, Akagi. Активные фильтры гармоник / Akagi Hirofumi // Proc.of the IEEE. 2005. № 12. P. 2128–2141.
2. Алексеев, Б.А. Активные фильтры высших гармоник / Б.А. Алексеев // Электро. 2007. № 3. С. 28–32.
3. Хохлов, Ю.И. Компенсированные выпрямители с фильтрацией в коммутирующие конденсаторы нечетно-кратных гармоник токов преобразовательных блоков / Ю.И. Хохлов. Челябинск, 1995. 355 с.
4. Ладанов, А.С. К вопросу обеспечения электромагнитной совместимости системы «Питающая сеть – Некомпенсированный выпрямитель – Нагрузка» / А.С. Ладанов // Энерго. 2006. № 4. С. 12–15.

N.A. Miroshnikova

*Petersburg State Transport University*

## **TO THE PROBLEM OF POWER QUALITY FOR DC-RAILWAYS**

*The paper considers the problem of improving the quality of electric power at traction substations for DC-railways.*

**Keywords:** *power quality, traction substations, harmonic filters, rectifier transformers, compensated rectifiers, the regulation of the electrical mode.*

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕХАНИКА

УДК 621.910.71:621.934.32:002.56

Р.Н. Бегей, доцент

Карагандинский государственный индустриальный университет,  
Темиртау (Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АЛМАЗНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

*Данная статья посвящена вопросам применения алмазного инструмента в промышленности и проблемам его износа в процессе эксплуатации.*

**Ключевые слова:** алмазный инструмент, износ, режим работы, тепло.

В настоящее время алмазный инструмент широко применяется в горной, камнеобрабатывающей и камнедобывающей промышленности. Однако использование алмазного инструмента в строительной индустрии находится на низком уровне из-за отсутствия средств механизации, предназначенной для обработки прочных абразивных и крепких пород. Особую актуальность приобретает алмазный инструмент по резанию тяжелого бетона при создании в современных дорожных и аэродромных покрытиях, температурных и усадочных швов.

В строительной промышленности главным критерием режимов работы алмазного инструмента является чистота обрабатываемой поверхности изделий и производительность, указывающие на эффективность эксплуатации машин и механизмов. Возрастающие темпы увеличения производительности требуют увеличения режимов работы алмазного инструмента при наибольшей величине заглубления инструмента. С увеличением скорости подачи и глубины резания возрастает износ инструмента. Причина роста износа заключается в интенсивности воздействия продуктов разрушения на рабочую поверхность и тем самым способствуют разрушению связи и выпадению зерен из связки.

В процессе резания на алмазные сегменты оказывают воздействие тангенциальные и нормальные силы резания. Нормальные силы резания, действующие перпендикулярно к режущей поверхности инструмента (которые по величине гораздо значительнее тангенциальных сил) и вызывающие динамические нагрузки на инструмент, приводят к поломке инструмента и воздействию нагрузок на алмазные зерна и сегменты. Для снижения динамических нагрузок предлагается алмазный режущий инструмент (рис. 1).

Он имеет металлический корпус 1, по периферии которого в пазах установлены державки 2, выполненные в виде разрезных колец со сквозными радиальными пазками. На державках крепятся алмазные сегменты 3.

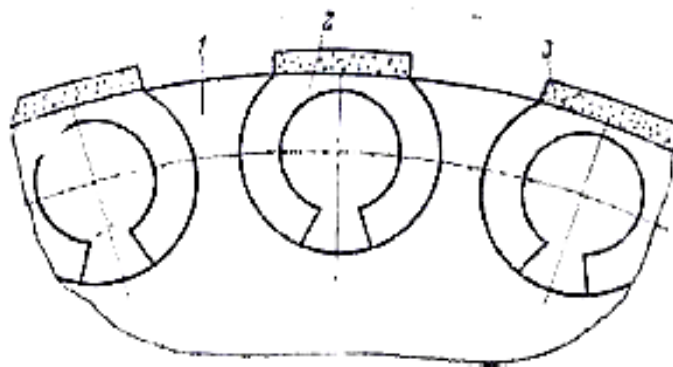


Рис. 1

Под действием сил резания возникают динамические нагрузки, действующие через алмазные сегменты на державки, которые, деформируясь, устраняют влияние нагрузок на инструмент.

Таким образом, конструкция алмазного режущего инструмента, предназначенная для резания твердых материалов, снижает динамические нагрузки на алмазные сегменты и увеличивает срок службы инструмента.

Интенсивность изнашивания инструмента в значительной степени зависит не только от глубины, скорости подачи, скорости резания и тепла от режущей части инструмента. Поэтому целесообразно иметь критерий, позволяющий оценить как энергетические затраты, так и производительность разрушения. В качестве такого критерия обычно используют удельную энергоемкость, которую применительно к условиям разрушения алмазным инструментам можно посчитать по формуле:

$$H_w = \frac{N_p}{H \cdot V_n \cdot B_p},$$

где  $H_w$  – удельная энергоемкость процесса разрушения;

$H$  – глубина резания, м;

$V_n$  – скорость подачи, м/ч;

$B_p$  – ширина прорезаемой щели, м;

$N_p$  – мощность резания, соответствующая данным режимам, кВт.

Оптимальные режимы работы алмазного инструмента зависят от конструктивных возможностей проектируемых средств механизации, обеспечивающих отвод тепла, температура которых вызывает графитизацию алмазов, что приводит к преждевременному истиранию связки инструмента.

Известен алмазный инструмент в области механизации строительства и горных пород при разрушении крепких строительных материалов, содер-

жащий полый корпус, клапаны, установленные в радиальных каналах, и алмазные элементы.

Указанная конструкция имеет существенный недостаток: тепло от режущей части инструмента передается корпусу диска, вызывая в нем внутренние напряжения, обусловленные разностью температур на различных участках инструмента. Наличие внутренних напряжений приводит к возникновению деформаций инструмента, снижая его надежность. Для обеспечения эффективного отвода тепла от алмазных элементов показана конструкция инструмента (рис. 2).

Металлический корпус 1 с кольцом 2 и алмазными режущими элементами 3 образует полость, заполненную испаряющейся жидкостью (например, этиловым эфиром). Радиальные каналы 4 с клапанами, состоящими из пружин 5, перекрывающего шарика 6 и установочных втулок 7, сообщают полость диска с атмосферой через отверстие  $a$ .

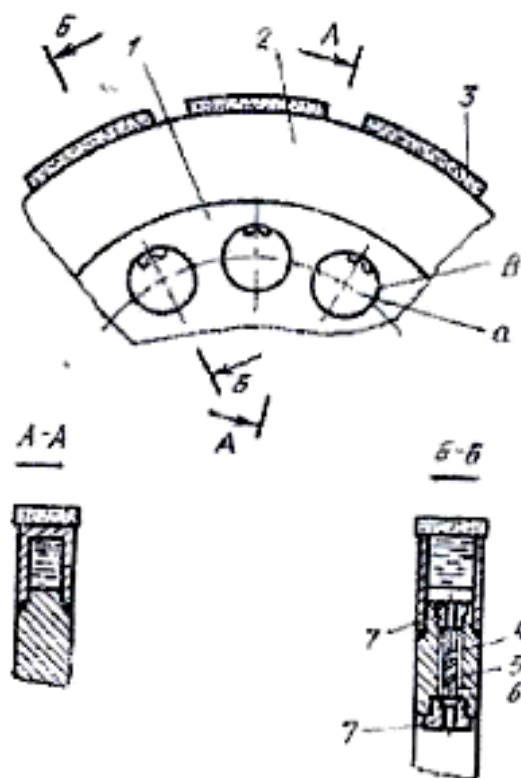


Рис. 2

Под действием центробежной силы жидкость, находящаяся в полости, перемещается к периферии инструмента, а шарики клапанов, перекрывающие отверстия в радиальных каналах, преодолев жесткость пружин, приводят к сообщению полости с пространством. Тепло от алмазных режущих элементов, возникающее при резании материалов, заставляет испаряться жидкость.



Таким образом, конструкция алмазного инструмента позволяет эффективно охлаждать его в процессе резания строительных материалов и расширить область применения.

R.N. Begei

*Karaganda State Industrial University, Temirtau (Republic of Kazakhstan)*

#### **INVESTIGATION OF WEAR RESISTANCE DIAMOND CUTTING TOOL**

*Given article is devoted to the questions of diamond cutting tool's use in the industry and problems of depreciation during its exploitation.*

**Keywords:** *diamond cutting tool, depreciation, mode, wear.*

УДК 621.878.23

В.Ю. Иванов, аспирант

*Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, Омск*

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА РЫХЛИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА**

*Данная статья посвящена обоснованию схемы рабочего процесса рыхлительного агрегата с многопараметрическими связями.*

**Ключевые слова:** *рыхлитель, математическая модель.*

При проектировании рыхлительного агрегата важным этапом является исследование его статических и динамических характеристик на основе адекватной математической модели. Одной из основных частей математической модели является блок-схема рабочего процесса рыхлительного агрегата.

При исследовании управляемых (перемещения рабочего органа, связанные с проектным заданием и неровностями микрорельефа, действующими на ходовую часть рыхлительного агрегата) и неуправляемых (перемещения, вызванные неровностью микрорельефа грунтовой поверхности, которые приводят к стохастическим вертикальным и угловым перемещениям рабочего органа) перемещений рабочего органа рыхлительного агрегата в первую очередь интересует низкочастотный спектр колебаний, характеризующий в основном деформациями упругих элементов ходового оборудования и гидропривода.

Процесс рыхления является сложной динамической системой взаимодействия базовой машины и рабочего органа с микрорельефом. На рисунке изображены информационные параметры и управляющие и возмущающие воздействия между элементами рыхлительного агрегата.

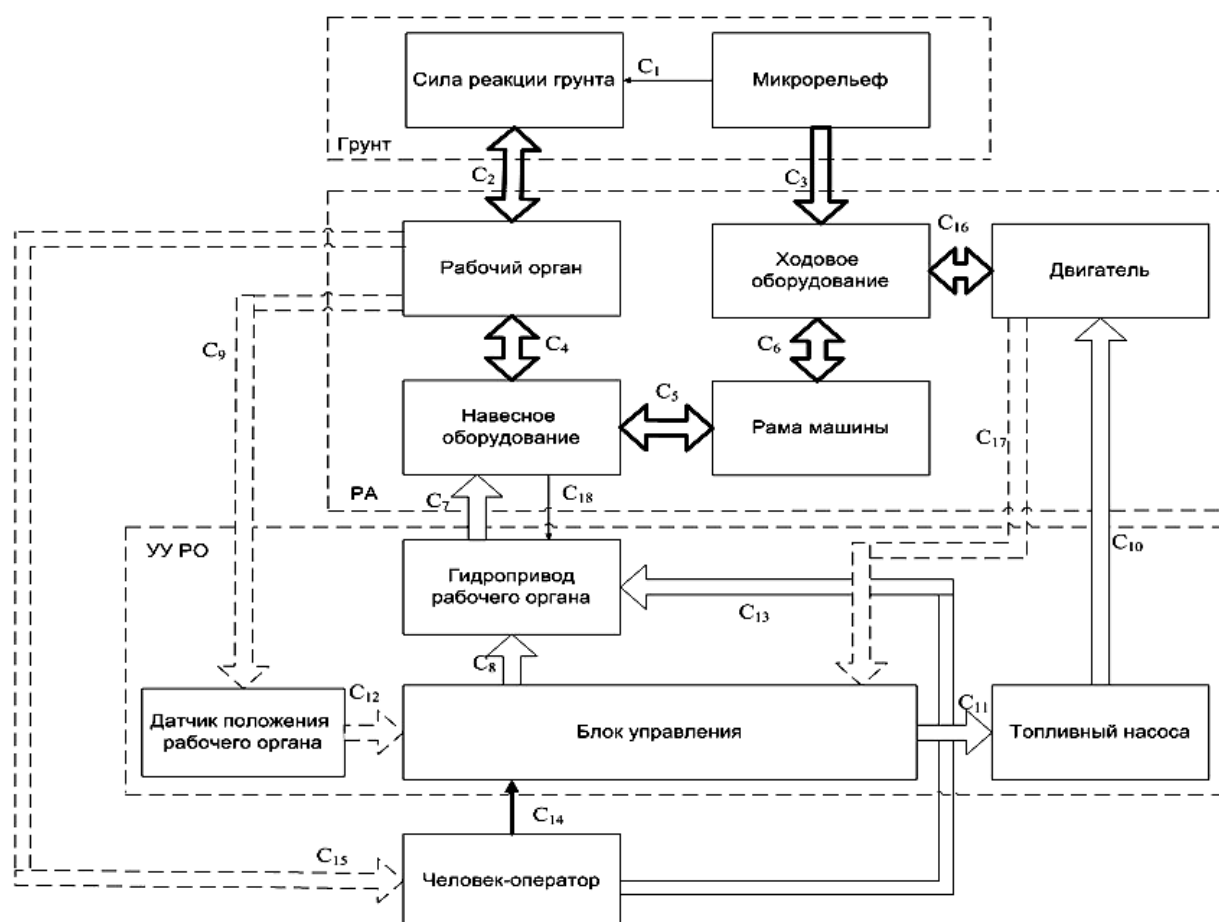


Рис. 1. Блок-схема рабочего процесса рыхлительного агрегата

Главными из них являются:

$C_1$  – изменение высотной координаты микро рельефа обрабатываемой поверхности. Таким образом, в зависимости от высотной координаты микро рельефа меняется сила реакции грунта на рабочий орган;

$C_2$  – сила сопротивления рыхлению, которая может описываться уравнениями, представленными в работах В.Н. Кузнецовой, Д.И. Федорова и Б.А. Бондаровича, которые предложили стохастическую модель процесса копания. В результате силу сопротивления рыхлению можно представить в виде суммы двух слагаемых: тренда и флюктуации [1, 2]:  $\bar{F}_{po} = \bar{F}_m + \bar{F}_\phi$ ;

$C_3$  – воздействие микро рельефа на ходовое оборудование;

$C_4$  – воздействие навесного оборудования на рабочий орган;

$C_5$  – воздействие рамы на навесное оборудование;

$C_6$  – взаимодействие ходового оборудования и рамы;

$C_7$  – сигнал, отражающий изменения положения рабочего органа в зависимости хода штока гидроцилиндра;

$C_8$  – управляющий сигнал на гидропривод рабочего оборудования;

$C_9$  – глубина заглубления рабочего органа;

$C_{10}$  – подача топлива, количество топлива, подаваемого топливным насосом в двигатель внутреннего сгорания;

$C_{11}$  – сигнал на рейку топливного насоса;

$C_{12}$  – сигнал датчика уровня заглубления;

$C_{13}$  – воздействия человека-оператора на гидропривод рабочего органа при ручном управлении;

$C_{14}$  – задание человеком-оператором режима работы системы управления;

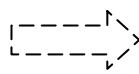
$C_{15}$  – глубина заглубления рабочего органа, наблюдаемая человеком-оператором;

$C_{16}$  – взаимодействие ходового оборудования и двигателя;

$C_{17}$  – сигнал датчика оборотов двигателя внутреннего сгорания;

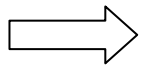
$C_{18}$  – сила, приведенная к штоку гидроцилиндра перемещения рабочего органа.

На блок-схеме (см. рис.) приняты следующие условные обозначения:

 – информационные воздействия;



– многопараметрические воздействия;



– управляющие воздействия.

Таким образом, реализация заложенного потенциала возможностей в базовый трактор и в навесное рабочее оборудование может быть достигнуто оснащением рыхлительного агрегата устройством управления, позволяющим стабилизировать силу сопротивления рыхлению, соответствующую номинальному тяговому режиму базового трактора. Это возможно за счет компенсации неуправляемых перемещений рабочего оборудования, возникающих из-за неровностей микрорельефа, и за счет введения дополнительного второго контура управления, измеряющего силу сопротивления рыхлению грунта, и тем самым обеспечивая требуемую глубину рыхления. Предложенное устройство управления будет обеспечивать номинальный тяговый режим базового трактора.

Принципиальным отличием предлагаемой системы от ранее известных является наличие двух контуров, что может значительно увеличить производительность и уменьшить энергозатраты. Это в свою очередь даст определенный экономический эффект. Таким образом, предложенная система управления не только позволит обеспечить заданное качество рыхления, но и стабилизировать тяговый режим базового трактора.

2. Федоров, Д.И. Рабочие органы землеройных машин / Д.И. Федоров. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1989. 368 с.

V.Y. Ivanov

*Siberian Automobile and Highway Academy, Omsk*

## **MODELING OPERATION DIGGING MACHINE**

*Given articles is devoted the choice of a design model of the ripper-dozer. It was done on the basis of a homogeneous coordinates system.*

**Keywords:** *Ripper, and mathematical model.*

УДК 621.855

С.А. Сергеев, канд. техн. наук, Д.В. Москалёв, Т.В. Дмитракова  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## **ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РАСЧЕТА ЦЕПНЫХ МУФТ**

*Предложена технико-экономическая модель цепных муфт, обоснованы главные направления развития конструкции приводных цепей, звездочек, а также дан прогноз развития расчета цепных муфт.*

**Ключевые слова:** *цепная муфта, звездочка, технико-экономическая модель.*

Динамику развития цепных муфт целесообразно рассматривать в трех аспектах:

1) прогнозирование развития конструкции приводных цепей, звездочек, защитных и смазочных устройств;

2) прогнозирование развития расчетов цепных муфт в направлении совершенствования изложенных ранее методик;

3) развитие технологии изготовления отдельных элементов и цепных муфт; развитие вопросов эксплуатации цепных муфт, включая их диагностику.

Для решения этих вопросов необходимо: во-первых, располагать технико-экономической моделью цепных муфт, позволяющей проведение их функционально-стоимостного анализа; во-вторых, выявить основные направления изменения параметров привода; в-третьих, установить взаимосвязь динамики параметров муфт с динамикой информационных потоков в виде патентов, свидетельств об официальной регистрации программы для ЭВМ и научной литературы.

Тип цепных муфт и их параметры оказывают влияние на технико-экономические показатели машинного агрегата, в частности, на его габариты и массу; стоимость изготовления и затраты на эксплуатацию; пусковые, динамические и энергетические характеристики; показатели надежности и

виброакустического качества. Поэтому для прогнозирования развития конструкции цепных муфт необходимо располагать их технико-экономической моделью.

На первом предварительном этапе прогнозирования рекомендуем использовать упрощенную модель муфт следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} K_k &= M_T L_h / m K_T C_\Sigma \rightarrow \max; \\ \omega_{\text{lim}} &\rightarrow \max; \\ L_{px} &\rightarrow \min, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где величины, определяющие интегральный критерий качества  $K_k$ , рассмотрены в работе [1];  $\omega_{\text{lim}}$  – предельно допустимая угловая скорость;  $L_{px}$  – уровень звукового давления.

Из анализа модели (1) следует, что конструкция основных деталей муфт (прежде всего цепей и звездочек) должна совершенствоваться в направлении улучшения параметров муфт: повышения величин  $M_T$ ,  $L_h$ ,  $\omega_{\text{lim}}$  и снижения  $m$ ,  $K_T$ ,  $C_\Sigma$  и  $L_{px}$ . При этом важно, чтобы в процессе эксплуатации указанные параметры были стабильными или изменялись по определенному закону.

Технико-экономическая модель (1) имеет тот недостаток, что она представляет собой простую свертку величин без учета их значимости в заданных условиях работы. Однако в этой связи она универсальная: с её помощью можно оценить качество конкурирующих типов цепей, звездочек и муфт. Значимость того или иного параметра рекомендуем учитывать путем введения весовых коэффициентов для каждого конкретного случая исследования.

В качестве более точных технико-экономических моделей рекомендуем приведенные в девятом разделе формулы или им подобные.

Используя технико-экономическую модель (1), составим прогноз развития конструкции приводных цепей, звездочек и других устройств цепных муфт с целью выявления резерва повышения их качества. Затем на основе анализа патентной литературы установим, как он реализуется.

Анализируя формулы (1), видим, что важной задачей повышения надежности и улучшения виброакустических характеристик закрытых цепных муфт, работающих при высоких скоростях и нагрузках, имеющих место в буровых установках, является увеличение  $M_T$  и снижение величин  $K_T$  и  $L_{px}$  за счет уменьшения первоначальной и эксплуатационной разноразмерности шагов смежных звеньев и зубьев.

В этой связи совершенствование конструкции приводных цепей и звездочек рекомендуем осуществлять в следующих направлениях:

- 1) создания и разработки конструкций цепей и звездочек;
- 2) повышения удельной нагрузочной способности муфт, обусловленной сопротивлением усталости и износу цепи и звездочек;
- 3) повышения точности изготовления цепи и звездочек.

В последнее время предложена полезная модель звездочки с модернизированным вогнутым профилем зубьев [2], назначение которой – повысить нагрузочную способность и долговечность муфты.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известной звездочке цепной муфты радиус кривизны рабочей части профиля зубьев (рис. 1) выполнен равным

$$r_{\text{и}} \geq r_1 A,$$

где  $r_1$  – радиус кривизны рабочей части существующего профиля;  $A$  – коэффициент уменьшения радиуса кривизны рабочей части профиля,

$$A = \frac{\beta}{\alpha_1},$$

где  $\beta$  – угол, определяющий размер рабочей части профиля зубьев,  $\beta = \left(18^\circ - \frac{56^\circ}{z}\right)$ ;  $\alpha_1$  – начальный угол профиля зуба,  $\alpha_1 = \left(35^\circ - \frac{120^\circ}{z}\right)$ , причем  $z$  – число зубьев звездочки.

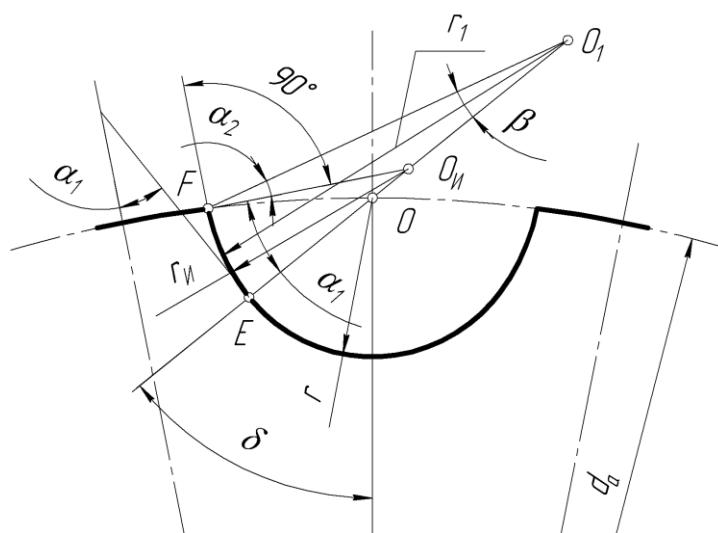


Рис. 1. Участок зубчатого венца звездочки-полумуфты: О – центр кривизны впадины зубьев; О<sub>и</sub> – центр кривизны рабочей части профиля зубьев; Е и F – точки, определяющие начало и конец рабочей части профиля зуба; r – радиус впадины; r<sub>1</sub> и r<sub>и</sub> – радиус кривизны рабочей части существующего и предложенного профиля; δ – угол впадины зубьев, определяющий начало рабочего участка профиля; β – угол, определяющий размер рабочей части профиля зубьев; α<sub>1</sub> и α<sub>2</sub> – начальный и конечный угол профиля зуба

При зацеплении звездочки муфты с цепью ролики последней взаимодействуют с рабочей частью зубьев уменьшенного радиуса кривизны. Вследствие чего контакт роликов с зубьями является более плотным, что обуславливает снижение контактных напряжений в сопряжении этих деталей.

Благодаря вышеуказанному выполнению звездочки цепной муфты обеспечивается возможность повышения нагрузочной способности и срока службы более чем в 1,5 раза по сравнению с прототипами при неизменной материалоемкости муфты.

В целях расширения области применения муфт и повышения их демпфирующей способности в зазоры между секторами полумуфт 1 и 2 (рис. 2) помещают упругие элементы 3. Кроме того, могут применяться другие виды комбинированных цепных муфт МЦК. Конструкция одной из них показана на рис. 3.

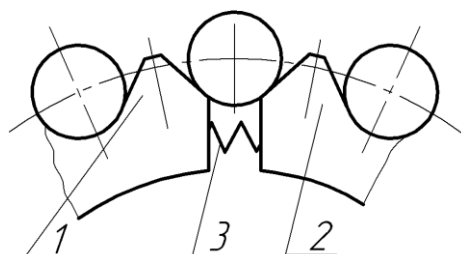


Рис. 2. Цепная упругая муфта с упругим элементом

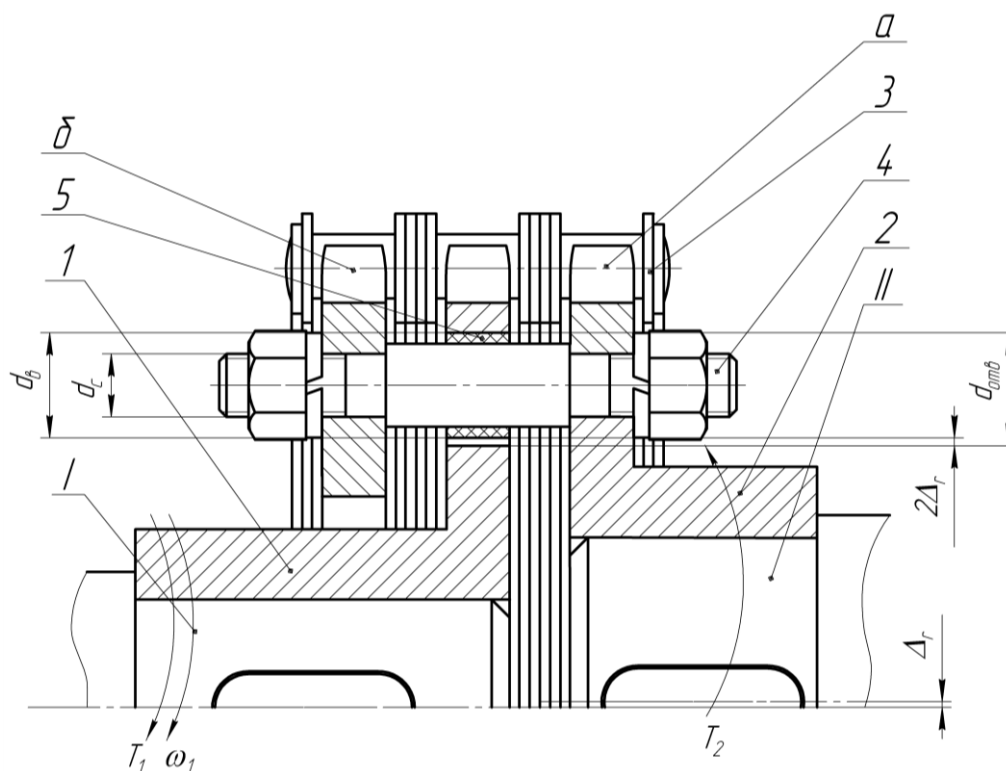


Рис. 3. Цепная комбинированная муфта

Результаты исследования работоспособности существующих цепных муфт показывают, что нагружение элементов цепи в них несимметричное [3]. Это существенно снижает нагрузочную способность муфт и, как следствие, уменьшает величину передаваемого муфтой момента, сокращая срок службы цепи.

С целью устранения этих недостатков, а также повышения компенсирующей и нагрузочной способности предложена конструкция комбинированной упруго-цепной муфты (см. рис. 3). Эта муфта содержит две полумуфты 1 и 2 в виде звездочек, посаженных на соединяемые валы I и II; замкнутую многорядную роликовую цепь 3, охватывающую зубчатые венцы звездочек 1, 2. Причем полумуфта 2 выполнена в виде двух смещенных друг относительно друга в осевом направлении зубчатых венцов  $a$  и  $b$ , между которыми расположен венец-диск с зубьями полумуфты 1. Венцы  $a$  и  $b$  полумуфты 2 жестко соединены между собой стяжками 4, входящими в отверстия диска полумуфты 1, диаметры которых

$$d_{\text{отв}} = d_c + 2\Delta_r,$$

где  $d_{\text{отв}}$  – диаметр отверстий;  $d_c$  – диаметр стяжек;  $\Delta_r$  – радиальное смещение осей соединяемых валов I и II.

Для снижения динамической нагрузки на цепь 3 и, как следствие, повышение нагрузочной способности цепной муфты на стяжки 4 посажены упругие втулки 5. Тогда диаметры отверстий диска полумуфты 1

$$d_{\text{отв}} = d_{\text{в}} + 2\Delta_r,$$

где  $d_{\text{в}}$  – наружный диаметр втулок.

Комбинированная упруго-цепная муфта работает следующим образом/ При зацеплении зубчатых венцов-полумуфт 1 и 2 с цепью 3 в связи с радиальным смещением  $\Delta_r$  осей соединяемых валов I и II полумуфта 2 совершает поступательное движение по кругу относительно полумуфты 1. При этом часть вращающего момента  $T_1$  передается за счет зацепления зубьев звездочек с шарнирами цепи 3, а другая часть момента  $T_2$  передается благодаря воздействию стяжек 4, совершающих круговое движение радиусом  $\Delta_r$ , на зубчатый венец полумуфты 1.

Упругие втулки 5, надетые на стяжки 4, способствуют снижению динамической нагрузки на цепь 3 и, как следствие, повышению нагрузочной способности цепной муфты.

Благодаря вышеуказанному выполнению комбинированной упруго-цепной муфты обеспечивается упрощение конструкции и повышение нагрузочной способности по сравнению с прототипами [3].

Патентом на полезную модель [4] защищены конструкции цепных муфт, представленных на рис. 4  $a, б$ . Видим, что цепная муфта (рис. 4,  $a$ ) со-



держит две полумуфты 1 и 2 в виде звездочек, замкнутую двухрядную ролик-ковую цепь 3, охватывающую зубчатые венцы звездочек, и кожух 4, жестко соединенный с фланцем полумуфты 1 болтами 5. Внутри кожуха помещен кольцевой упругий элемент 6, прижимаемый к цепи 3 регулируемым устройством 7 (например, в виде винтов для радиального воздействия на упругий элемент). Для повышения податливости и, как следствие, уменьшения нагрузки на соединяемые муфтой валы и их опоры упругий элемент может быть выполнен пустотелым.

Цепная муфта (рис. 4, б) содержит две полумуфты 1 и 2 в виде звездочек, замкнутую двухрядную ролик-ковую цепь 3 охватывающую зубчатые венцы звездочек, и кожух 4, жестко соединенный с фланцем полумуфты 1 болтами 5. Внутри кожуха помещен кольцевой упругий элемент 6, прижимаемый к цепи 3 регулируемым устройством 7, выполненным в виде круглой гайки, обеспечивающей осевое воздействие на упругий элемент.

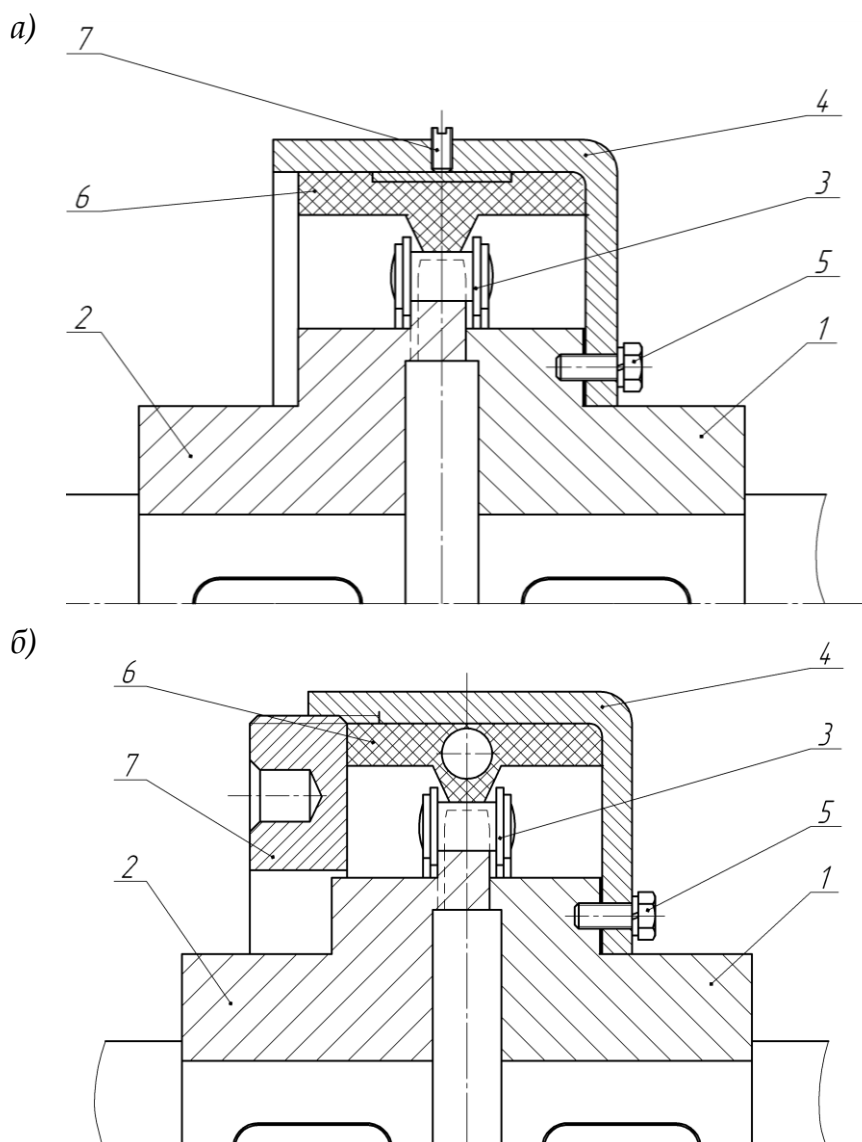


Рис. 4. Цепная муфта с упругим элементом

Цепные муфты [4] работают следующим образом. При зацеплении звездочек-полумуфт с цепью в связи с радиальным  $\Delta_r$  и угловым  $\delta$  смещениями осей соединяемых валов перемещение шарниров по зубьям будет осцилляционным. При этом имеет место относительное колебательное перемещение звеньев цепи, обуславливающее износ деталей шарниров, а также перемещение цепи относительно звездочек, изменяющее дисбаланс и вызывающее дополнительную динамическую нагрузку. Упругий элемент, облекая цепь, способствует уменьшению относительных колебательных перемещений звеньев и снижению дисбаланса. Благодаря вышеуказанным конструкциям цепной муфты обеспечивается возможность повышения допустимой частоты вращения и нагрузочной способности по сравнению с прототипами.

В предыдущих разделах были сформулированы цели и задачи геометро-кинематических, динамических, проектировочных и проверочных расчетов по основным критериям работоспособного состояния приводных цепей, звездочек и муфт. Подавляющее большинство из них выполнены с разработкой методики таких расчетов. В отдельных случаях предложены соответствующие математические модели и показан алгоритм решения. Это касается, прежде всего, геометрических расчетов и расчетов по характеристикам надежности в вероятностном аспекте в сочетании с процедурой оптимизации.

Для дальнейшего совершенствования расчетов считаем целесообразным: во-первых, накапливать статистические данные о точности изготовления приводных цепей и звездочек, о динамике повреждений (виде износа или разрушений) их основных элементов; о нагрузках, действующих на детали цепных муфт, с обязательным учетом внешней динамики машинного агрегата; об экономических показателях цепных муфт; устанавливать связь между технологическими мероприятиями повышения качества цепей и звездочек и их экономическими показателями; во-вторых, расширять и углублять методику оптимального проектирования приводных цепей; совершенствовать методику оптимизации конструкции звездочек; в-третьих, совершенствовать и развивать методику расчета муфт с учетом современного состояния вопросов о трибологии [5 и др.], сопротивлении фриттинг-усталости [1 и др.] и действительных условий работы в реальных устройствах; в-четвертых, совершенствовать методику диагностики цепных муфт; в-пятых, по мере накопления информации развивать и углублять систему автоматизированного проектирования цепных муфт [5] в направлении сочетания расчета по характеристикам надежности с процедурой оптимизации; в-шестых, совершенствовать методику сравнительной оценки цепных муфт с другими видами механических муфт.

### **Выводы:**

1. Предложенная технико-экономическая модель цепных муфт является универсальной: с её помощью можно оценивать качество конкурирующих типов приводных цепей, звездочек и муфт.

2. Обоснованы главные направления развития конструкции приводных цепей, звездочек и других устройств цепных муфт. Причем основное внимание уделено прогнозированию совершенствования конструкций этих изделий.

3. Выявленные пути совершенствования конструкции цепных муфт реализованы в конкретных устройствах. В результате улучшены динамическое качество привода и условия работы деталей; как следствие этого, расширена область применения и повышена нагрузочная способность муфт.

4. Дан прогноз развития расчета цепных муфт, охватывающий шесть основных направлений его совершенствования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сергеев, С.А. Цепные муфты: анализ и синтез: монография / С.А. Сергеев. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2010. 398 с.

2. Пат. 55059 Российская Федерация, МПК F16D 3/54. Звездочка цепной муфты / Учаев П.Н., Емельянов С.Г., Сергеев С.А.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Курский государственный технический университет». №2006107594/22; заявл. 10.03.2006; опубл. 27.07.2006.

3. Пат. 60157 Российская Федерация, МПК F16D 3/54. Комбинированная упруго-цепная муфта / Учаев П.Н., Емельянов С.Г., Сергеев С.А.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Курский государственный технический университет». № 2006110740/22; заявл. 03.03.2006; опубл. 10.01.2007, Бюл. № 1.

4. Пат. 55905 Российская Федерация, МПК F16D 3/54. Цепная муфта / Учаев П.Н., Емельянов С.Г., Сергеев С.А.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Курский государственный технический университет». № 2006110055/22; заявл. 28.03.2006; опубл. 27.08.2006, Бюл. №28.

5. Тарабасов, Н.Д. Цепные муфты / Н.Д. Тарабасов, П.Н. Учаев // Проектирование, изготовление и эксплуатация: справочник. М.: Машиностроение, 1987. 256 с.

S.A. Sergeev, D.V. Moskalyov, T.V. Dmitrakova  
*Southwest State University, Kursk*

### THE FORECAST OF DEVELOPMENT OF CALCULATION OF CHAIN MUFFS

*The technical and economic model of chain muffs is offered, main-streams of development of a design drive chains, asterisks are proved, and also the forecast of development of calculation of chain muffs is given.*

**Keywords:** *chain muff, reliability, asterisk, technical and economic model.*

УДК 621.9

А.Н. Головкин, старший преподаватель  
Камская государственная инженерно-экономическая академия,  
Набережные Челны

### **РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛОЖЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ОБРАБОТКЕ БОКОВОЙ СТОРОНЫ ВИТКА «БРЕЮЩЕГО» ЧЕРВЯКА**

*Данная статья посвящена расчету параметров, которые позволяют выполнить ориентацию шлифовального круга относительно «бреющего» червяка на станке фирмы «Klingelnberg» для получения поднутрения боковой стороны профиля витка в нормальном сечении.*

*Ключевые слова:* «бреющий» червяк, шлифовальный круг.

При изготовлении специального инструмента червячного типа со сплошной винтовой режущей кромкой – «бреющего» червяка наиболее сложной операцией является шлифование его боковой поверхности. Основная проблема заключается в получении поднутрения боковой стороны профиля витка в нормальном сечении.

Анализ компоновок станков позволил выбрать наиболее приемлемый вариант шлифования боковой поверхности витка червяка на станке фирмы «Klingelnberg», предназначенном для затывания червячных фрез. У этого станка имеется возможность поворота плиты с шлифовальной бабкой вокруг вертикальной оси и шлифовальной бабки вокруг горизонтальной оси. Два указанных поворота позволяют выполнить ориентацию шлифовального круга относительно червяка, однако отсутствие строгих рекомендаций по определению величины углов поворота значительно усложняет наладку станка.

Эту проблему можно решить с помощью универсального численного метода [1]. Для этого на первом этапе относительное положение шлифовального круга и червяка после двух поворотов следует свести к обобщенной схеме, представленной в [1]. Ключевым этапом в этой задаче является определение положения межосевого перпендикуляра  $OO_p$ .

В работе [2] была получена матрица перехода от системы  $X_{1C}Y_{1C}Z_{1C}$  к системе  $X_{2C}Y_{2C}Z_{2C}$ , которые в свою очередь являются системами, выполняющими вспомогательную роль на этапе определения положения межосевого перпендикуляра.

Введем в рассмотрение единичный вектор  $\bar{K}_1$ , совпадающий с осью шлифовального круга (рис.).

Используя матричный переход:

$$\begin{vmatrix} K_{1X2C} \\ K_{1Y2C} \\ K_{1Z2C} \end{vmatrix} = L_{2C1C} \begin{vmatrix} K_{1X1C} \\ K_{1Y1C} \\ K_{1Z1C} \end{vmatrix}, \quad (1)$$

определим компоненты вектора  $\bar{K}_1$  в системе координат  $X_{2C}Y_{2C}Z_{2C}$ . Матрицу  $L_{2C1C}$  получаем из матрицы  $M_{2C1C}$  в соответствии с выражением (5) [2] путем вычеркивания последней строки и последнего столбца. Учитывая, что вектор  $\bar{K}_1$  совпадает с осью шлифовального круга и может быть представлен выражением  $\bar{K}_1 = \{0,0,1\}$ , из (1) получаем:

$$\begin{aligned} K_{1X2C} &= -\sin \varphi_{\Gamma}; \\ K_{1Y2C} &= -\sin \varphi_{\Pi} \cos \varphi_{\Gamma}; \\ K_{1Z2C} &= \cos \varphi_{\Pi} \cos \varphi_{\Gamma}. \end{aligned} \quad (2)$$

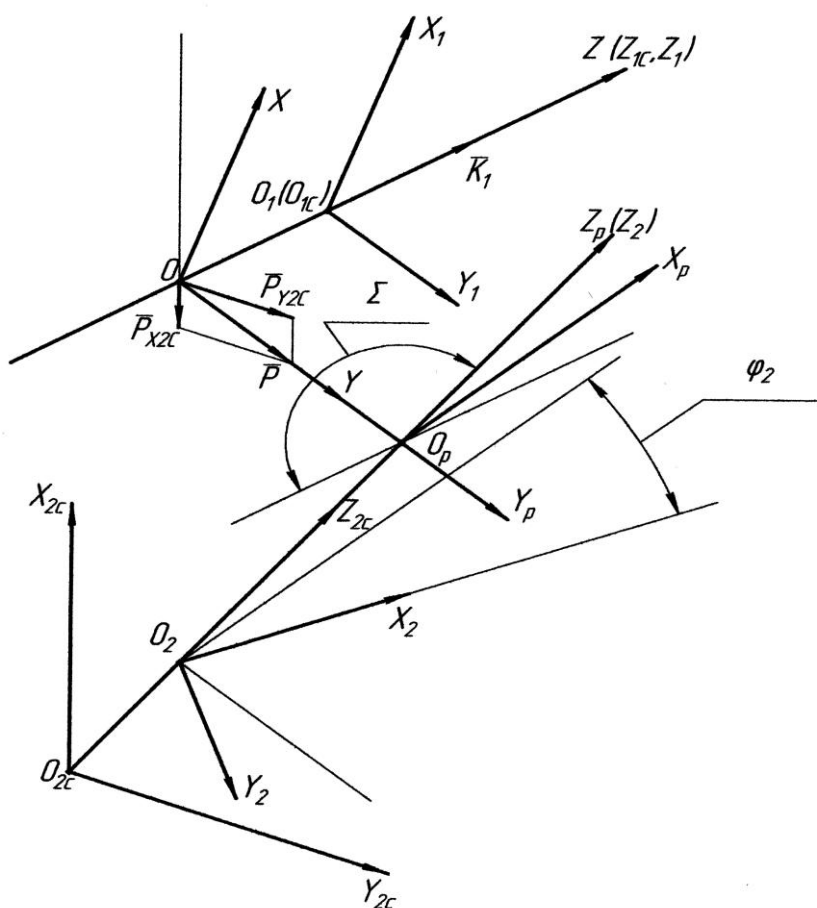


Рис. Схема определения межосевого перпендикуляра при шлифовании боковой поверхности витка «бреющего червяка»

Межосевой угол  $\Sigma$  можно определить из выражения

$$\sin \Sigma = \frac{\sqrt{K_{1X2C}^2 + K_{1Y2C}^2}}{|\bar{K}_1|},$$

или с учетом (2) после ряда преобразований получаем

$$\cos \Sigma = -\cos \varphi_{II} \cos \varphi_{II}. \quad (3)$$

Уравнение межосевого перпендикуляра  $OO_P$  запишем в виде

$$\frac{x_{2C} - x_{2CO}}{P_{X2C}} = \frac{y_{2C} - y_{2CO}}{P_{Y2C}},$$

где  $P_{X2C}, P_{Y2C}$  – компоненты вектора  $\bar{P}$ , совпадающего с межосевым перпендикуляром.

Учитывая, что межосевой перпендикуляр пересекает ось  $Z_{2C}$ , из последнего выражения получаем

$$\frac{x_{2CO}}{P_{X2C}} = \frac{y_{2CO}}{P_{Y2C}}. \quad (4)$$

Уравнение оси шлифовального круга будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{x_{2C} - x_{2CO1}}{K_{1X2C}} = \frac{y_{2C} - y_{2CO1}}{K_{1Y2C}} = \frac{z_{2C} - z_{2CO1}}{K_{1Z2C}}. \quad (5)$$

С учетом того, что межосевой перпендикуляр пересекает ось шлифовального круга, из (5) следует

$$\frac{x_{2CO} - x_{2CO1}}{K_{1X2C}} = \frac{y_{2CO} - y_{2CO1}}{K_{1Y2C}} = \frac{z_{2CO} - z_{2CO1}}{K_{1Z2C}}, \quad (6)$$

где  $x_{2CO1}, y_{2CO1}, z_{2CO1}$  рассчитываются в соответствии с матричным равенством:

$$\begin{pmatrix} x_{2C} \\ y_{2C} \\ z_{2C} \\ 1 \end{pmatrix} = M_{2C1C} \begin{pmatrix} x_{1C} \\ y_{1C} \\ z_{1C} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где  $x_{1C}, y_{1C}, z_{1C}$  равны нулю.

С учетом (5) [2] получаем:

$$\begin{aligned} x_{2CO1} &= \theta_1 - \theta_P; \\ y_{2CO1} &= a_1 \cos \varphi_{II} - \sin \varphi_{II} (c_1 - c_P) + a_2; \\ z_{2CO1} &= a_1 \sin \varphi_{II} + (c_1 - c_P) \cos \varphi_{II}. \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом того, что вектор  $\bar{K}_1$  перпендикулярен вектору  $\bar{P}$ , можно записать:  $\bar{K}_1 \cdot \bar{P} = 0$ ,

или, учитывая, что  $P_{z2C} = 0$ , получаем

$$K_{1X2C}P_{X2C} + K_{1Y2C}P_{Y2C} = 0. \quad (9)$$

Принимая  $P_{X2C} = 1$ , из (9) получаем:

$$P_{Y2C} = -\frac{K_{1X2C}}{K_{1Y2C}}. \quad (10)$$

Из (4) с учетом (10) следует

$$x_{2CO} = -\frac{y_{2CO}K_{1Y2C}}{K_{1X2C}}. \quad (11)$$

Подставляя (11) в (6), после ряда преобразований получаем:

$$y_{2CO} = \frac{\frac{y_{2CO1}}{K_{1Y2C}} - \frac{x_{2CO1}}{K_{1X2C}}}{\frac{1}{K_{1Y2C}} + \frac{K_{1Y2C}^2}{K_{1X2C}^2}}. \quad (12)$$

Далее из выражения (11) рассчитываем  $x_{2CO}$ , а из (6) –  $z_{2CO}$ .

Параметр  $\mu$  [1], равный отрезку  $OO_1$ , взятому с соответствующим знаком, определяется по формуле

$$\mu = \pm \sqrt{(x_{2CO1} - x_{2CO})^2 + (y_{2CO1} - y_{2CO})^2 + (z_{2CO1} - z_{2CO})^2}. \quad (13)$$

Знак «+» ставится в том случае, если  $z_{O1} > 0$ ; знак «-», если  $z_{O1} < 0$  (см. рис.).

Межосевое расстояние  $a_W$  рассчитывается по формуле:

$$a_W = \sqrt{x_{2CO}^2 + y_{2CO}^2}. \quad (14)$$

Таким образом, выражения (13) и (14) позволяют рассчитать параметры  $\mu$  и  $a_W$ , определяющие относительное положение шлифовального круга и червяка в обобщенной схеме [1].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сморкалов, Н.В. Численное моделирование поверхностей при обработке резанием / Н. В. Сморкалов. Набережные Челны: Изд-во Камск. гос. политехн. ин-та, 2003. 177 с.
2. Головкин, А.Н. Ориентация шлифовального круга при обработке боковой стороны витка «бреющего» червяка / А. Н. Головкин // Машиностроение.

ние – традиции и инновации: сб. тр. Всерос. молодежн. конф. / Юргинский технологический институт. Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2011. С. 184–186.

A.N. Golovko

*The Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny*

#### **CALCULATION OF THE PARAMETERS DEFINING POSITION OF A GRINDING CIRCLE AT PROCESSING OF LATERAL FACE OF A WHORL OF «SHAVING» WORM**

*This article is devoted to the calculation of the parameters which allows execution of the orientation of a grinding circle concerning a «shaving worm» on the machine tool manufactured by «Klingelnberg» on the lateral face.*

**Keywords:** «shaving» worm, grinding circle.

УДК 621.914.025.7

С.А. Чевычелов, канд. техн. наук, доцент,

А.О. Гладышкин, канд. техн. наук, доцент

*Юго-Западный государственный университет, Курск*

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

*В статье представлено исследование влияния изменения значений начальных данных проектирования гиперboloидных инструментов на выходные параметры производящей поверхности.*

**Ключевые слова:** гиперboloидные инструменты, обработка рельсов.

Особенностью процесса проектирования гиперboloидных фрез является наличие таких параметров, численные значения которых, заданные на начальных этапах, оказывают существенное влияние на конечные результаты. К ним относятся начальный (минимальный) радиус производящей поверхности фрезы  $R_0$ , угол установки фрезы относительно направления подачи  $\xi$  и угол поворота относительно оси симметрии рельса  $\psi$ . При этом зависимыми параметрами являются габаритные размеры производящей поверхности и углы ориентации производящих линий, а они в свою очередь определяют количество режущих элементов в одном зубе фрезы и параметры остаточных слоев на формируемой поверхности [1].



В работах [2, 3] рассмотрены вопросы влияния начальных параметров проектирования на выходные параметры конструкции фрезы в узком диапазоне значений:  $25 \text{ мм} < R_0 < 100 \text{ мм}$ ,  $25^\circ < \xi < 45^\circ$ ,  $25^\circ < \psi < 45^\circ$ , при этом задача оптимизации каких-либо параметров не рассматривалась.

Проведенные исследования влияния изменения значений начальных данных проектирования в заданном диапазоне на исследуемые параметры  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $B$  и  $\lambda$  позволили графически определить характер таких зависимостей (рис. 1) [4].

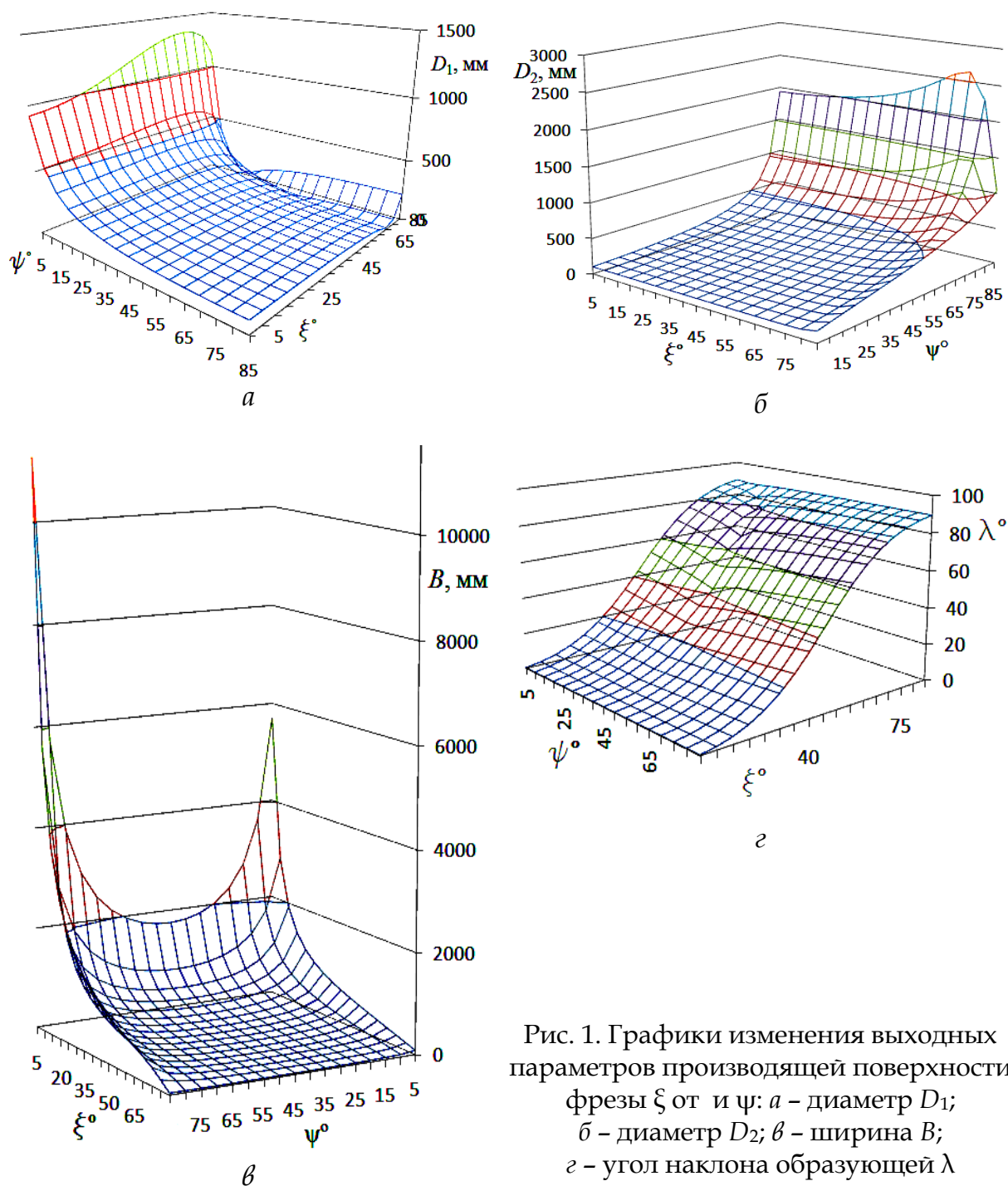


Рис. 1. Графики изменения выходных параметров производящей поверхности фрезы  $\xi$  от  $\psi$ : а – диаметр  $D_1$ ; б – диаметр  $D_2$ ; в – ширина  $B$ ; з – угол наклона образующей  $\lambda$

Из графиков (рис. 1, *a*, *б*) видно, что основное влияние на изменение максимального диаметра оказывает угол  $\psi$ . При этом уменьшение диаметра  $D_1$  ведет к увеличению диаметра  $D_2$  и наоборот.

Очевидно, что минимальное значение  $D_{\max}$  будет принимать при условии  $D_1 = D_2$ . Совмещение графиков (рис. 2, *a*) позволяет найти требуемое решение графически. Из графика, представленного на рисунке 3 (кривая 1), видно, что минимальное значение  $D_{\max}$  находится в узком интервале значений угла установки фрезы относительно оси симметрии рельса  $20^\circ < \psi < 40^\circ$ . Данную зависимость с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,997$  можно представить в виде полинома третьей степени:

$$\psi = -80 \cdot 10^{-6} \xi^3 + 0,0057 \xi^2 - 0,155 \xi + 39,38.$$

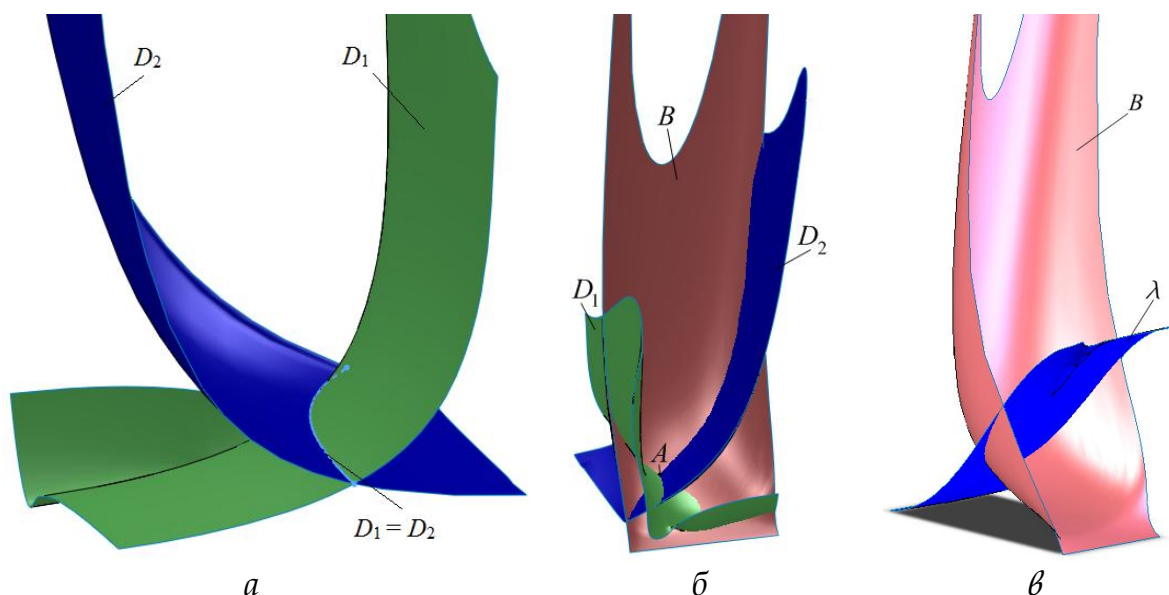


Рис. 2. Совмещенные графики изменения выходных параметров производящей поверхности фрезы от  $\xi$  и  $\psi$ : *a* – совмещенные графики  $D_1$  и  $D_2$ ; *б* – совмещенные графики  $D_1$ ,  $D_2$  и  $B$ ; *в* – совмещенные графики  $B$  и  $\lambda$

На рисунке 4 представлены графики изменения максимального диаметра  $D_{\max}$  (кривая 1) и ширины производящей поверхности  $B$  (кривая 2) при  $D_1 = D_2$ . Значение  $D_{\max}$  практически не зависит от изменения угла  $\xi$  и во всем диапазоне значений составляет  $D_{\max} \approx 2D_0$ . Эту зависимость с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,991$  можно представить в виде полинома третьей степени:

$$D_{\max} = 128 \cdot 10^{-6} \xi^3 - 0,01 \xi^2 + 0,345 \xi + 178,1.$$

При этом изменение ширины  $B$  с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,98$  можно представить в виде степенной функции:

$$B = 2116 \left( \frac{\xi}{5} \right)^{-1,2}.$$

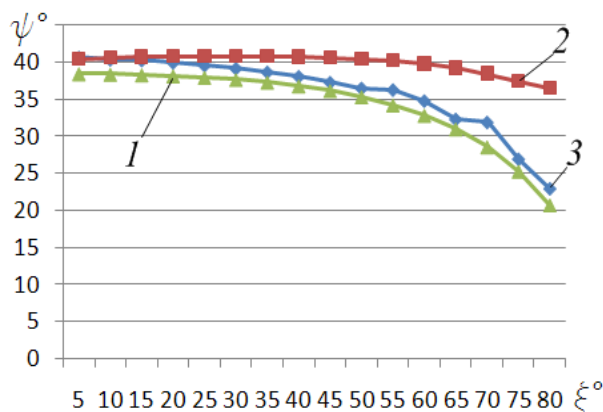


Рис. 3. Графики изменения начальных параметров  $\xi$  и  $\psi$  для определения минимального/максимального диаметра производящей поверхности фрезы  $(D_{\max})_{\min}$  (кривая 1), ее минимальной ширины  $B_{\min}$  (кривая 2) и минимального объема  $V_{\min}$  (кривая 3)

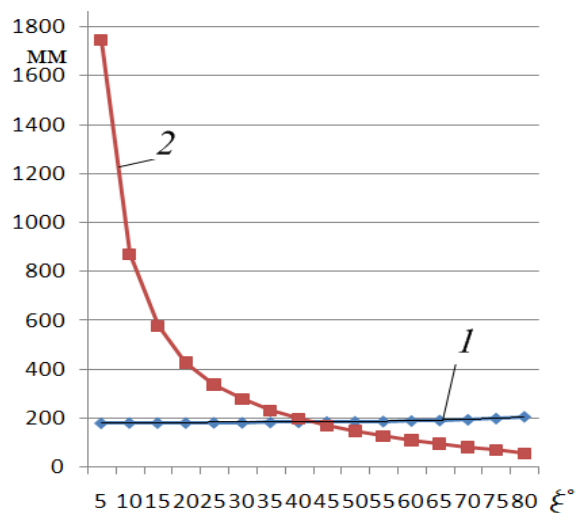


Рис. 4. Графики изменения максимального диаметра  $D_{\max}$  (кривая 1) и ширины производящей поверхности  $B$  (кривая 2) при  $D_1 = D_2$

Из графиков (рис. 1, в, г) видно, что основное влияние на изменение ширины производящей поверхности  $B$  и угла наклона образующей производящей поверхности  $\lambda$  оказывает угол  $\xi$ . При этом с возрастанием значения угла  $\xi$  наблюдается уменьшение ширины  $B$  и увеличение угла наклона образующей  $\lambda$ .

Так как при каждом значении угла  $\xi$  изменение ширины  $B$  происходит по кривой второго порядка, имеющей один экстремум (рис. 1, в), то, определив эти точки, построим график минимальной ширины производящей поверхности  $B_{\min}$  (рис. 3, кривая 2). Анализируя данный график, видно, что минимальное значение  $B_{\min}$  находится в узком интервале значений угла установки фрезы относительно оси симметрии рельса  $36^\circ < \psi < 41^\circ$ , но не пересекает график минимального максимального диаметра производящей поверхности фрезы  $(D_{\max})_{\min}$  (рис. 3, кривая 1). Эту зависимость с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,998$  можно представить в виде полинома третьей степени:

$$\psi = -16 \cdot 10^{-6} \xi^3 + 0,0012 \xi^2 - 0,008 \xi + 40,56.$$

На рисунке 5 представлены графики изменения диаметра  $D_2$  (кривая 2) и диаметра  $D_1$  (кривая 3) при минимальной ширине производящей

поверхности  $B_{\min}$  (кривая 1). Диаметр  $D_2$  больше диаметра  $D_1$  при всех значениях угла  $\xi$ , при этом с увеличением угла  $\xi$  разность этих значений увеличивается. Эти зависимости можно представить в виде полиномов третьей степени:

$$D_1 = -0,0016\xi^3 + 0,123\xi^2 - 2,85\xi + 173,7; \quad R^2 = 0,978,$$

$$D_2 = 0,0012\xi^3 - 0,0874\xi^2 + 2,27\xi + 165,4; \quad R^2 = 0,99.$$

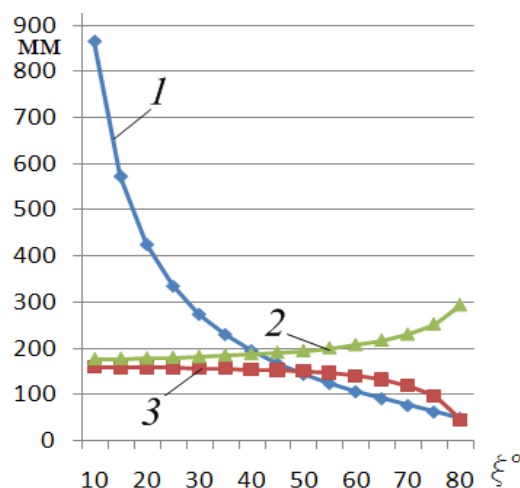


Рис. 5. Графики изменения диаметра  $D_2$  (кривая 2) и диаметра  $D_1$  (кривая 3) при минимальной ширине производящей поверхности  $B_{\min}$  (кривая 1)

При этом изменение минимальной ширины  $B_{\min}$  с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,999$  можно представить в виде логарифмической функции:

$$B_{\min} = -148 \ln\left(\frac{\xi}{5}\right) + 433.$$

Совмещение графиков (рис. 2, б, в) позволяет наглядно продемонстрировать совместное изменение всех исследуемых параметров ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $B$  и  $\lambda$ ) в заданном диапазоне значений углов  $\xi$  и  $\psi$ . При этом можно выделить точку  $A$  (рис. 2, б), в которой выполняется равенство  $D_1 = D_2 = B = 171,7$  мм при значении параметров  $\xi = 44,5^\circ$  и  $\psi = 36,2^\circ$ .

*Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МК-2096.2011.8.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чевычелов, С.А. Анализ результатов процесса проектирования гиперболических фрез / С.А. Чевычелов // Вестник машиностроения. 2007. № 12. С. 64–66.
2. Емельянов, С.Г. Анализ влияния начальных данных на выходные параметры процесса проектирования гиперболических фрез / С.Г. Емелья-

нов, С.А. Чевычелов // Известия ТулГУ. Серия «Технология машиностроения». 2006. № 10. С. 138–140.

3. Емельянов, С.Г. Анализ влияния начального радиуса гиперболической фрезы на ее выходные параметры / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов // Известия ОрелГТУ. Серия «Машиностроение. Приборостроение». 2006. № 10. С. 12–14

4. Емельянов, С.Г. САПР гиперболических фрез для репрофилирования рельсов / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов // Вестник машиностроения. 2007. №12. С. 62–64

S. Chevychelov, A. Gladyshev  
Southwest State University, Kursk

#### THE DETERMINATION OF THE REGULARITY OF ENTERING PARAMETERS VARIATION OF HIPERBOLOIDAL TOOLS DESIGN

*The research of the influence of entering data value variation on outlet parameters of generating surface at hyperboloidal tools design is presented in the article.*

**Keywords:** *hiperboloidal tools, rail machining.*

УДК 621.914.025.7

С.А. Чевычелов, канд. техн. наук, доцент,  
Д.А. Бобрышев, преподаватель  
Юго-Западный государственный университет, Курск

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

*В статье представлено исследование и оптимизация параметров гиперболоидных инструментов.*

**Ключевые слова:** *гиперболоидные инструменты, обработка рельсов.*

В процессе проектирования гиперболических фрез, оснащенных сменными многогранными пластинами (СМП), на различных этапах необходимо использование численных методов оптимизации различных параметров. Однако эти расчеты производятся при уже заданных значениях начальных параметров, которые не являются оптимальными.

В работе [1] установлено оптимальное значение начального радиуса инструмента ( $R_H = 48,6$  мм), а в работе [2] оптимальное значение угла пово-

рота инструмента относительно оси симметрии рельса ( $\psi = 50^\circ 14'$ ), при которых наиболее «жесткий» из допусков размеров, определяющих расположение пазов СМП, имеет максимальное значение. Это дает возможность избежать завышенных параметров точности размеров, которые ведут к увеличению затрат при производстве гиперboloидных фрез для репрофилирования рельсов. Однако при этом не учитывались ограничения на конструктивные параметры инструмента.

Таким образом, возникает необходимость в комплексном исследовании изменения конструкторско-технологических параметров гиперboloидных фрез при их проектировании и решении задачи оптимизации этих параметров.

В качестве целевой функции принимаем массу фрезы, которая должна быть минимальна:  $m \rightarrow \min$ .

В качестве начальных данных и ограничений принимаем:

- $D_0 = 2R_n = 97,2$  мм – оптимальный начальный радиус инструмента (рис. 1) [1];
- $20^\circ < \lambda < 40^\circ$  – требуемый угол наклона образующей производящей поверхности фрезы;
- $5^\circ < \xi < 85^\circ$  – диапазон значений угла установки фрезы относительно направления подачи;
- $5^\circ < \psi < 85^\circ$  – диапазон значений угла установки фрезы относительно оси симметрии рельса.

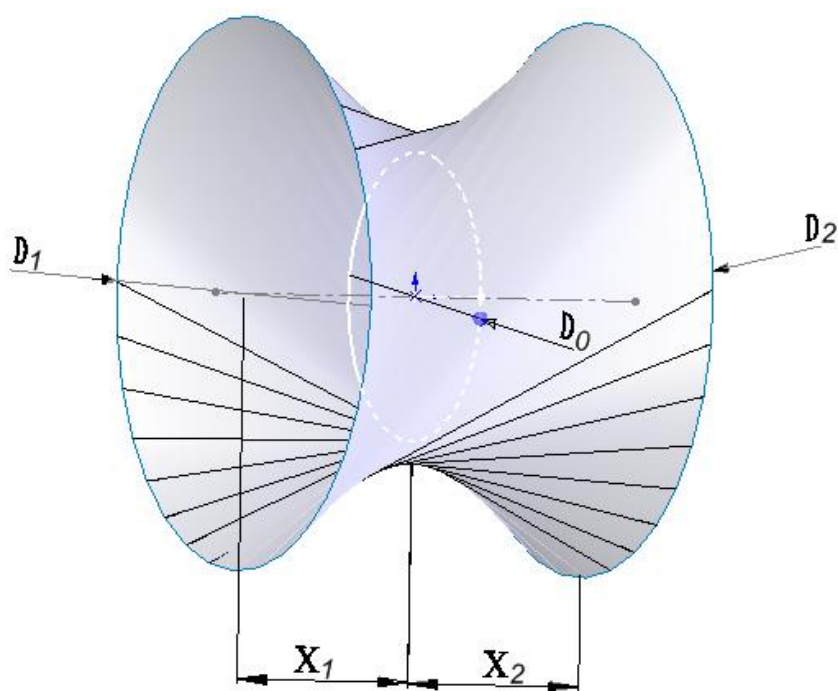


Рис. 1. Производящая поверхность гиперboloидной фрезы

Так как материал инструмента принимаем неизменным, то его масса будет минимальна при минимальном объеме производящей поверхности (гиперболоида):  $V \rightarrow \min$ .

В нашем случае однополостный гиперболоид может быть несимметричен  $X_1 \neq X_2$ , поэтому его объем вычисляем как сумму двух половин (рис. 1):

$$V = \int_0^{X_1} S(x) dx + \int_0^{X_2} S(x) dx,$$

где  $S(x)$  – площадь сечения гиперболоида в сечении  $x$ .

Так как мы рассматриваем гиперболоид, у которого любое сечение, перпендикулярное оси  $OX$ , являются окружностями, то после интегрирования и преобразования получаем

$$V = \frac{\pi R_0^2 X_1}{2} \left( 1 + \frac{X_1^2}{12c} \right) + \frac{\pi R_0^2 X_2}{2} \left( 1 + \frac{X_2^2}{12c} \right) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $c = \sqrt{\frac{X_1^2}{R_1^2 - R_0^2}}$  – параметр канонического уравнения гиперболоида;

$R_0 = \frac{D_0}{2}$  – минимальный радиус гиперболоида;

$R_1 = \frac{D_1}{2}$  – максимальный радиус гиперболоида.

Из уравнения (1) видно, что для достижения поставленной цели необходимо, чтобы:

- $B = X_1 + X_2 \rightarrow \min$  – минимальная ширина производящей поверхности фрезы;

- $D_{\max} = D_1 \vee D_2 \rightarrow \min$  – минимальный максимальный диаметр производящей поверхности фрезы.

Так как при каждом значении угла  $\xi$  изменение объема фрезы  $V$  происходит по кривой второго порядка, имеющей один экстремум (рис. 2), то, определив эти точки, построим график минимальной ширины производящей поверхности  $V_{\min}$  (рис. 3, кривая 3). Анализируя данный график, видно, что минимальное значение  $V_{\min}$  находится в узком интервале значений угла установки фрезы относительно оси симметрии рельса  $23^\circ < \psi < 41^\circ$ , а также находится между графиками минимального максимального диаметра производящей поверхности фрезы  $(D_{\max})_{\min}$  (рис. 3, кривая 1) и минимальной ширины производящей поверхности  $B_{\min}$  (рис. 3, кривая 2). Эту зависимость с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,987$  можно представить в виде полинома третьей степени:



$$\psi = -88 \cdot 10^{-6} \xi^3 + 0,0073 \xi^2 - 0,241 \xi + 42,18.$$

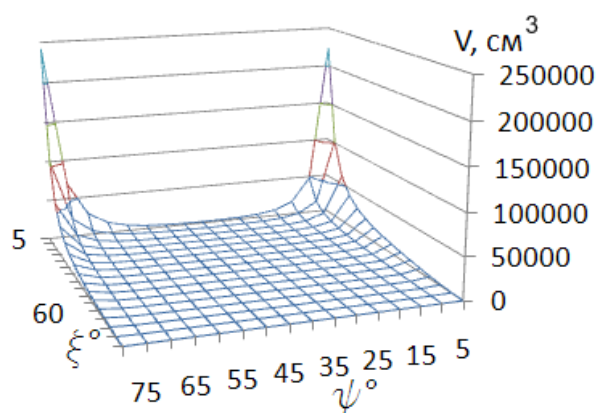


Рис. 2. График изменения объема гиперболической фрезы от  $\xi$  и  $\psi$

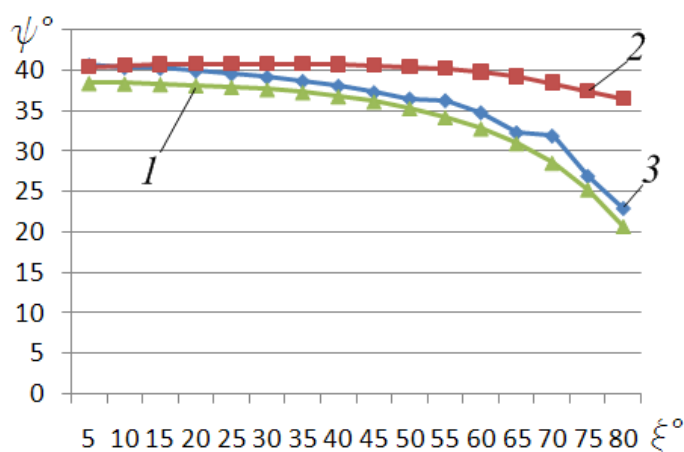


Рис. 3. Графики изменения начальных параметров  $\xi$  и  $\psi$  для определения минимального объема  $V_{\min}$

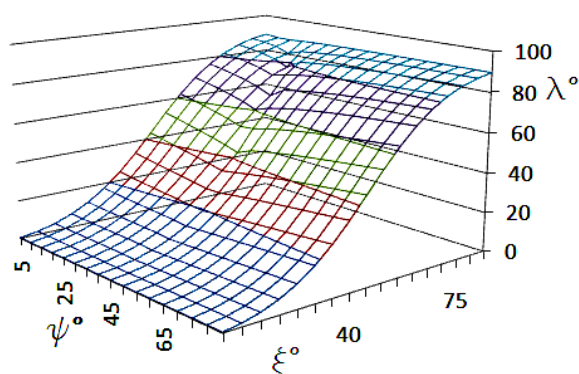


Рис. 4. График изменения угла наклона образующей  $\lambda$  от  $\xi$  и  $\psi$

Учитывая заданное ограничение на угол  $\lambda$  и характер его влияния на угол  $\xi$  (рис. 4), определим диапазон изменения угла  $\xi$ , в котором лежит его оптимальное значение. Зависимость, представленную на рисунке 4, с досто-



верностью аппроксимации  $R^2 = 0,999$  можно представить в виде полинома третьей степени:

$$\lambda = -288 \cdot 10^{-6} \xi^3 + 0,045 \xi^2 - 0,71 \xi + 3,99,$$

откуда при  $20^\circ < \lambda < 40^\circ$  угол поворота относительно направления подачи изменяется в диапазоне  $34^\circ < \xi < 41^\circ$ .

Таким образом, получены функциональные зависимости и интервалы значений для назначения углов установки гиперболоидных инструментов относительно головки рельсов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МК-2096.2011.8.*

---

1. Емельянов, С.Г. Влияние начального радиуса сборных гиперболических фрез на параметры точности корпуса инструмента / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов, Д.А. Бобрышев // Обработка металлов (технология, оборудование, инструмент). 2011. № 2. С. 27–29.

2. Емельянов, С.Г. Влияние угла поворота сборных гиперболических фрез относительно оси симметрии рельса на параметры точности корпуса инструмента / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов, Д.А. Бобрышев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 3–4/3(288). С. 9–13.

S. Chevychelov, D. Bobryshev  
*Southwest State University, Kursk*

## THE OPTIMIZATION OF HYPERBOLOIDAL TOOLS PARAMETERS

*The research and the optimization of hyperboloidal tools parameters are presented in the article.*

**Keywords:** *hyperboloidal tools, rail machining.*

УДК 656.2

С.А. Чевычелов, канд. техн. наук, доцент, П.П. Чистяков, студент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ГОЛОВКИ РЕЛЬСОВ

*Рассмотрена методика определения оптимальных параметров профиля головки рельсов, представленного двумя гиперболическими*

кривыми. Представлены графики погрешностей профиля при замене коробовой кривой на гиперболическую для различных профилей головки рельсов.

**Ключевые слова:** профиль головки рельса, восстановление рельсов.

Профиль головки новых железнодорожных рельсов представляет собой совокупность трех радиусных участков с каждой стороны оси симметрии (рис. 1). При этом на железных дорогах мира используются профили с различными параметрами образующей их коробовой кривой [1, 2]. Аппроксимация стандартного профиля гиперболической кривой подразумевает нахождение таких ее параметров, при которых среднеквадратичное отклонение базового и гиперболического профилей головки рельса стремится к минимуму  $\sigma \rightarrow \min$  [3]. В работе [4] рассмотрена блок-схема расчета оптимальных параметров гиперболической кривой при фиксированном параметре  $b_g$  и определении  $\sigma$  в системе координат гиперболической кривой  $(X_S, Y_S)$ , что не отражает отклонение радиусов базового профиля.

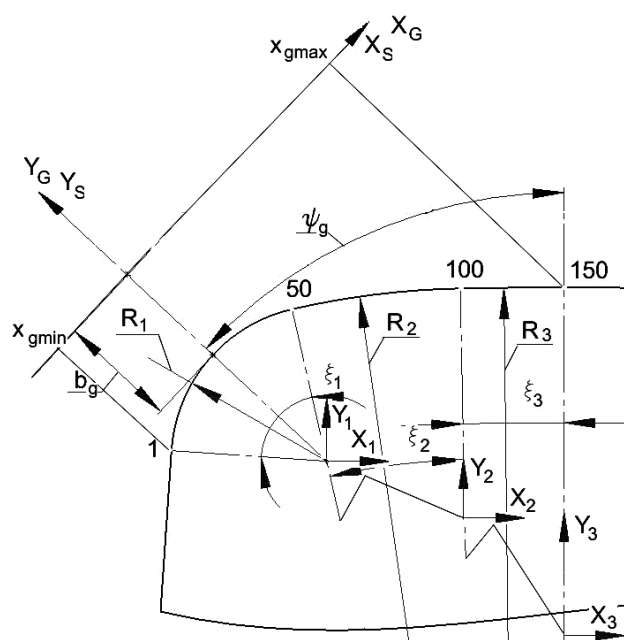


Рис. 1. Параметры профиля рабочего канта

Для определения оптимальных параметров гиперболической кривой  $a_g, b_g, x_{g \min}, x_{g \max}, \psi_g$  в качестве целевой функции был выбран минимум среднеквадратичного отклонения базового и гиперболического профилей головки рельса  $\sigma \rightarrow \min$  в системе координат рельса. Блок-схема расчета данных параметров представлена на рис. 2.

На первом этапе производится дискретное представление профиля головки рельса  $I = 50$  точками на  $P = 3$  участках профиля относительно системы координат  $(X_3, Y_3)$ , которая проходит через центр дуги  $R_3$ . Затем осуществляем переход в систему координат  $(X_S, Y_S)$ , которая является системой координат гиперболы, формирующей профиль головки рельса  $M_{3S} = M_{31}M_{1S}$ .



Рис. 2. Блок-схема расчета параметров профиля головки рельсов, представленного гиперболическими кривыми

Затем для каждого угла  $\psi_g$  производится поиск параметров  $a_g, b_g$ , при которых достигается минимум целевой функции  $\sigma \rightarrow \min$ .

В таблице представлены рассчитанные оптимальные параметры гиперболы для различных профилей головки рельсов. Как видно из приведенных результатов, все профили головки рельсов с достаточно высокой степе-

нюю точности аппроксимируются гиперболической кривой, при этом применяемые на отечественных дорогах профили имеют одно из самых низких значений целевой функции  $\sigma_{\min} = 0,053$ .

Отклонения базового и гиперболического профилей головки рельса  
( $N$  – точки профиля)

Тип рельса	$R_3$ , мм	$R_2$ , мм	$R_1$ , мм	$a_g$ , мм	$b_g$ , мм	$\psi_g$	$x_{g\min}$ , мм	$x_{g\max}$ , мм	$\sigma_{g\min}$ , мм <sup>2</sup>
P65, P75 (Россия)	500	80	15	14,17	16	44,13	-10,23	26,76	0,053
50N	300	80	13	10,16	10	42,13	-9,19	23,94	0,058
50T									
119RE	254	31,75	9,52	22	48	58	-4,47	25,53	0,079
133RE									
136RE									
141RE									
UIC 60 (Европа)	300	80	15	19,13	28	52	-8,17	27,4	0,065

На рисунке 3 представлены графики рассчитанных отклонений  $q_n$  при оптимальных параметрах гиперболы для различных профилей головки рельсов.

Как видно из графиков, максимальное значение погрешности профиля головки рельса, описанного гиперболой, по отношению к новому рельсу составляет  $q_{\max} \approx \pm 0,2$  мм. В процессе эксплуатации неравномерный износ поверхности катания головки рельса приводит к необходимости изменять первоначальные параметры коробовой кривой, что позволяет аппроксимировать ремонтные профили еще с большей точностью.

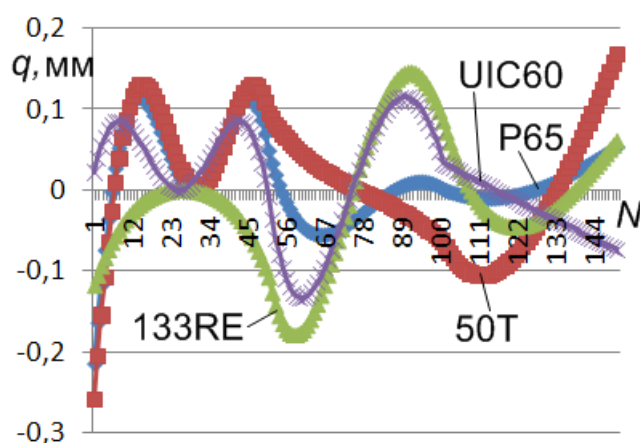


Рис. 3. График изменения погрешности гиперболического профиля головки рельса

Таким образом, гиперболические профили головки рельсов можно получать инструментами, производящая поверхность которых формируется

вращением только одной прямолинейной образующей, расположенной под углом  $\pm\lambda$  к мнимой оси инструмента  $X_S$  [1, 4, 5, 6]. Это также позволит повысить универсальность инструмента, т.е. изменяя параметры его установки, формировать различные ремонтные профили головки рельсов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МК-2096.2011.8.*

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Емельянов, С.Г. Анализ способов формирования профиля головки железнодорожных рельсов / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 1(34). С. 86–93.
2. Sato, Y. Historical study on designing Japanese rail profiles / Y. Sato // Wear 258 (2005). 1064–1070.
3. Чевычелов, С.А. Определение параметров гиперболического профиля головки рельсов / С.А. Чевычелов // Известия Курского государственного технического университета. 2010. № 4. С. 72–75.
4. Пат. 2420624 Российская Федерация, МПК E01B5/00. Железнодорожный рельс, способ обработки гиперболических рельсов и фреза для реализации способа / Емельянов С.Г., Чевычелов С.А.; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. № 2008106300/11; заявл. 18.02.2008; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 17.
5. Емельянов, С.Г. САПР гиперболических фрез для репрофилирования рельсов / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов // Вестник машиностроения. 2007. № 12. С. 62–64.
6. Пат. 90800 Российская Федерация, МПК E01B31/17. Абразивный круг для обработки головки рельсов / Емельянов С.Г., Чевычелов С.А.; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2008115701/22; заявл. 21.04.2008; опубл. 20.01.2010, Бюл. № 2.

S. Chevychelov, P. Chistyakov  
*Southwest State University, Kursk*

### THE OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF HYPERBOLICAL PROFILE OF RAIL HEAD

*The method of definition of optimal parameters of rail head profile represented by two hyperbolic curves is described. The diagrams of inaccuracy of different profiles of rail head at korob curve exchanging for hyperbolic curve are presented.*

**Keywords:** rail head profile, rail regeneration.

УДК 62-368

Ю.Е. Меркушева

Омский государственный технический университет

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЗОЛОТНИКОВ

*Данная статья посвящена рассмотрению конструктивных особенностей золотника и их влиянию на его гидравлические характеристики.*

**Ключевые слова:** конструктивные характеристики, изменение давления, диаметр плунжера, температурное расширение материалов.

В золотниковом распределителе рабочим органом является перемещающийся в осевом направлении в гильзе цилиндрический плунжер, на котором выполнено соответствующее количество кольцевых проточек. Подвод и отвод жидкости осуществляется через окна питания в гильзе (корпусе) распределителя и соответствующие проточки его плунжера [1].

Гидравлические характеристики определяются гидравлическим сопротивлением  $\Delta p$ , которое зависит от конструктивных особенностей конкретного экземпляра золотника [1].

Исследования показывают, что вследствие возмущающего действия поворотов гидролиний, а также их сужений и расширений поток жидкости в каналах золотниковых распределителей является преимущественно турбулентным, причем число Рейнольдса превышает 2300 [1].

Гидравлические характеристики золотника имеют параболический вид и в общем случае определяются зависимостью [1]

$$\Delta p = \xi \frac{\rho Q^2}{2f^2},$$

где  $\Delta$  – изменение давления;  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления;  $Q$  – расход жидкости;  $\rho$  – плотность;  $f$  – площадь сечения проходной щели золотника.

Значение коэффициента местного сопротивления  $\xi$  в зависимости от количества поворотов потока колеблется в пределах от  $\xi = 3 \div 5$  [1].

Размеры золотника определяются в основном расходом и допустимой скоростью течения жидкости в его каналах, которая, в свою очередь, зависит от назначения золотника и рабочего давления в гидросистеме. Проходные каналы золотника выбирают с учетом обеспечения требуемого расхода жидкости при допустимом сопротивлении потоку жидкости. При этом стремятся к тому, чтобы ход плунжера золотника был минимальным. С этой целью подвод жидкости в каналы золотника обычно производится через круговые (кольцевые) проточки шириной  $l$  (рис.). Благодаря этому достигают макси-

мального значения периметра проходного окна по окружности  $\omega = \pi d_1$  и его площади  $f = \pi d_1 x$ , где  $d_1$  и  $x$  – соответственно диаметр плунжера и смещение плунжера золотника относительно отсечных кромок (открытие расходного окна) [1].

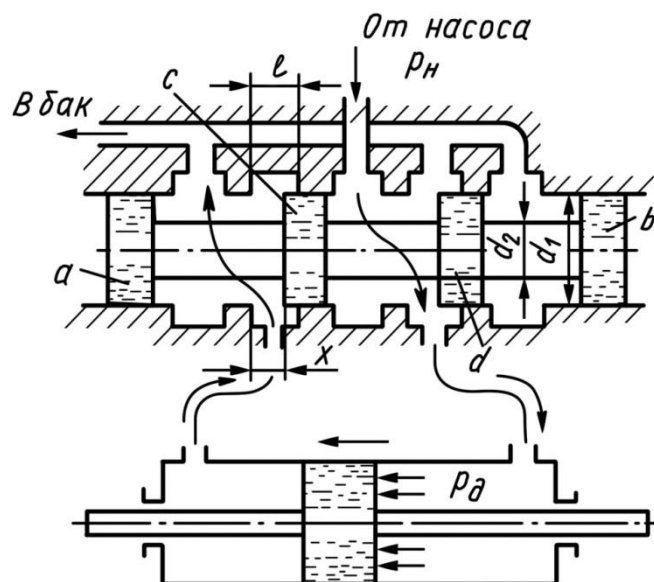


Рис. Четырехходовый золотниковый распределитель

Скорость течения жидкости в каналах корпуса золотника и в проточках плунжера обычно выбирают, в целях уменьшения габаритов, в 2–2,5 раза выше скорости жидкости в подводящих трубопроводах, однако потеря напора в золотнике не должна превышать примерно 2% рабочего давления. Практически скорость жидкости выбирают равной 6–10 м/с и реже до 15 м/с [2].

При расчете площади сечений каналов исходят также из условия, чтобы площадь сечения потока жидкости в любом месте канала была не меньше ~ 40–50% площади сечения подводящего трубопровода. В ряде рекомендаций принято, что отношение квадрата проходного сечения  $f$  каналов распределителя к квадрату сечения  $f_{тр}$  трубопровода равно  $\frac{f^2}{f_{тр}^2} = 0,1$  [2].

Диаметр  $d_2$  шейки плунжера должен быть таким, чтобы было обеспечено требуемое проходное сечение, образованное этой шейкой и внутренней поверхностью отверстия в корпусе золотника  $\left[ \pi d_1 t \leq d_1^2 - d_2^2 \frac{\pi}{4} \right]$ , и одновременно с этим была сохранена требуемая жесткость плунжера [2].

Для обеспечения герметичности минимального диаметрального зазора в золотниковой паре плунжер – втулка его обычно делают равным 4–10 мкм [1].

При более жестких требованиях к герметичности диаметральный зазор для диаметров золотника до 25 мм и давления  $p = 15\text{--}20$  МПа составляет 4–7 мкм [2].

При выборе зазоров в золотниковой паре необходимо также учитывать температурное расширение материалов, из которых изготовлены детали плунжерной пары, чтобы было устранено защемление плунжера при изменении температуры. Практически для предотвращения защемления или образования больших зазоров при изменении температуры плунжеры и гильзы золотников должны быть изготовлены из однородного материала [1].

В тех случаях, когда гильза (корпус) и плунжер золотника изготовлены из материалов с различными температурными коэффициентами расширения, изменение зазора при температурных колебаниях [1]

$$\delta = \delta_0 + \frac{d}{2} \beta - \alpha (t - t_0),$$

где  $t_0$  и  $\delta_0$  – соответственно первоначальная температура распределителя и зазор при этой температуре;  $t$  и  $\delta$  – наблюдаемая температура распределителя и зазор при этой температуре;  $\beta$  и  $\alpha$  – соответственно коэффициенты температурного расширения корпуса (гильзы) и плунжера.

Величину диаметра и длину плунжера золотника, а также величину его хода выбирают с учетом обеспечения требуемого расхода жидкости при допустимом сопротивлении потоку жидкости [2].

При выборе диаметра плунжера исходят из необходимости уменьшения силы трения. Так как сила трения плунжера золотника зависит от его диаметра, величину последнего выбирают минимальной [2].

В таблице приведены рекомендуемые размеры золотников [2].

Размеры золотников, мм

Диаметр			Ширина расходных окон (каналов)	Минимальное перекрытие	Ход плунжера
Входная трубы	Плунжер	Шток плунжера			
6	15	12	6	3	3
12	22	15	9	3	12
18	25	15	9	3	12
25	30	18	12	4	18
38	38	22	15	4	22
50	50	30	18	6	28

Материал для изготовления плунжеров и втулок должен быть твердым и скорее хрупким, чем пластичным. При повышении твердости деталей плунжерной пары уменьшается вероятность заклинивания при попадании в



зазоры твердых частиц, которые в этом случае обычно разрушаются твердыми рабочими поверхностями [2].

При хрупком материале попавшие в зазор твердые частицы загрязнителя лишь процарапывают со снятием стружки поверхности деталей, не оставляя на них вспучин, которые могут вызвать заклинивание плунжера, тогда как при пластичном материале твердые частицы загрязнителя процарапывают поверхности, вспучивая их [2].

Для уменьшения возможности заклинивания плунжеров проточки на плунжере и окна гильзы выполняют с острыми кромками, что способствует перерезанию неметаллических частиц, загрязняющих жидкость [2].

Для повышения износостойкости плунжерных пар применяют хромирование рабочих поверхностей плунжеров, что повышает срок их службы в 1,5–2 раза; толщина хромового покрытия 18–25 мкм [2].

Поверхностная твердость деталей скользящей пары должна быть возможно высокой (HRC 60–62). Для обеспечения этого применяют сменные (вставные) втулки (гильзы), которые обычно запрессовывают в корпус золотника до окончательной обработки рабочей поверхности [1].

Рассмотренные конструктивные особенности гидрораспределителей с осевым перемещением плунжера гидрозолотников могут быть распространены на вращающиеся гидрораспределители гидрорулей.

---

1. Башта, Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Т.М. Башта. М.: Машиностроение, 1972. 320 с.

2. Башта, Т.М. Машинбетроительная гидравлика / Т.М. Башта. М.: Машиностроение, 1971. 672 с.

J.E. Merkusheva  
*Omsk State Technical University*

## **CONSTRUCTION CHARACTERISTICS OF GIDROZOLOTNICS**

*Article is devoted consideration of construction features of a valve core and their influence on its hydraulic characteristics.*

*Keywords: constructive characteristics, pressure change, diameter of a plunger, temperature expansion of materials.*

# ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, РАДИОТЕХНИКА, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

УДК 681.142.73

Е.В. Архангельская, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Саратовская государственная юридическая академия

## ПРОВЕРКА ЗАПИСИ ПРОГРАММНОГО КОДА С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА ТЕКСТОВОЙ СТРОКИ

*В статье излагается метод, с помощью которого определяется правильность записи программного кода, составляемого при изучении алгоритмов. Проверка осуществляется с помощью функций табличного редактора Microsoft Excel. В частности, проверяется запись фрагмента программы, использующей операторы языка Pascal, составленной для алгоритма ветвления, алгоритм представлен блок-схемой.*

**Ключевые слова:** проверка записи программного кода, алгоритм ветвления, текстовые функции Microsoft Excel.

В рамках дисциплины «Информатика и математика» изучаются основы теории алгоритмов. В Интернет-тестах также даются задания, для выполнения которых необходимо понимать запись алгоритма через операторы языка программирования, а также анализировать работу блок-схемы. В работе [1] был предложен метод разработки заданий с автоматической проверкой на решении задач, связанных с алгоритмами ветвления. Задачи заключаются в следующем: необходимо найти величину, которая меняется в результате работы алгоритма, сам алгоритм задается либо с помощью блок-схемы, либо с помощью программного кода. Для понимания взаимосвязи различных записей алгоритма, в частности через программный код и с помощью блок-схемы, при решении задачи в задании предлагается записать программный код по заданной блок-схеме и составить блок-схему к заданному фрагменту программы. Проверка найденного значения не представляет труда, правильное значение заносится в определенную ячейку листа Excel и затем сравнивается с тем, которое ввел студент в качестве ответа. В некоторой ячейке появляется сообщение о результатах сравнения, «ОК», если значения совпадают, и «Не верно», если студент дал неверный ответ. Правильность блок-схем и правильность записи программного кода определялись непосредственной проверкой того, что студент написал в тетради. Поэтому предпринимается попытка создать автоматическую проверку для записи программного кода. Программный код представляет собой текстовую строку, его проверка за-

ключается в анализе текстовой строки. В Excel для этого существует большой набор текстовых функций, их обзор представлен в статье [2].

Задание на решение задач с алгоритмами ветвления формируется при открытии файла Excel. В задании представлены блок-схемы, к которым необходимо записать фрагмент программного кода. Программный код, например, должен выглядеть следующим образом:

```
X:=2;
Y:=6;
S:=2*X-1;
IF 10-Y<=S THEN S:=36-X*Y ELSE S:=18-2*S;
WRITE(S);
END.
```

В формулировке задач присутствует закономерность, в блок-схеме обязательно есть три оператора присваивания: переменным X и Y присваиваются числовые значения, переменной S присваивается значение, заданное некоторым выражением, далее следует проверка условия, в результате проверки переменная S меняет свое значение, далее следует команда печати. На каждом компьютере студенту представлены свои блок-схемы в зависимости от значения в некоторой ячейке, например ячейки H1. Задание работает таким образом, что это значение зависит от значения функции случайного числа в Excel, а также текущего времени в момент открытия файла с заданием. В данном варианте задания, для которого записан программный код, каждый раз при открытии файла меняется значение переменной X, т.е. первый оператор может выглядеть как X:= 2, так и X:= 5 и т.д. Данные для блок-схемы каждого варианта берутся из специальной таблицы, в которой в первом столбце прописан номер варианта, в следующих столбцах записаны все необходимые данные для блок-схемы, значение X вычисляется во втором столбце и зависит от числа, сформированного в ячейке H1. Значение X выбирается из таблицы для данного варианта с помощью функции ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;2), где 5 – это номер варианта, Лист5!\$A\$1:\$L\$16 – ссылка на таблицу с данными для всех вариантов заданий, 2 – номер столбца таблицы, в котором прописаны значения для переменной X. Таким образом, первая строка записи программного кода с оператором присваивания для переменной X формируется с помощью оператора сцепки тестовых строк:

```
"X:= "& ВПР(10;Лист5!$A$1:$L$16;2)& ";"&СИМВОЛ(10)
```

При записи программного кода необходимо придерживаться некоторых правил, в частности, каждый оператор должен записываться на новой строке, в конце каждого оператора ставится точка с запятой. В записи используются операторы языка Pascal. Поэтому в записи первой строки используется оператор присваивания, к которому присоединяется значение переменной X, в конце добавляется точка с запятой и далее символ перехода на новую строку, в Excel это символ с кодом 10.

Значение  $Y$  является постоянным, т.е. второй оператор присваивания записывается одинаково для всех заданий данного варианта ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;10) & ";"&СИМВОЛ(10), т.е. выражение для  $Y$  записано в десятом столбце таблицы с данными. Аналогично записывается оператор присваивания значения  $S$ , само выражение для этой переменной в виде текстовой строки записано в третьем столбце таблицы.

Формирование текстовой строки для условного оператора несколько сложнее в связи со спецификой описываемого файла с заданиями. Для задания как можно большего числа различных задач при открытии файла изменяется не только значение  $X$ , но и условие в условном операторе, т.е. остаются неизменными выражение для  $Y$ , первоначальное выражение для  $S$ , оба выражения для  $S$  в условном операторе, а вот само условие при всех тех же самых данных может быть другим, в частности в этом примере оно может иметь вид  $X+1>5$ . Какое условие подставляется в данный открытый файл, определяется значением все той же ячейки Н1, которое определяется с помощью случайной величины. В данном варианте если число в ячейке Н1 больше 7, то алгоритм записывается с первым условием, в противном случае в алгоритм подставляется второе условие. Оба условия для каждого варианта записаны в четвертом и пятом столбцах таблицы с данными. Для формирования строки с условным оператором необходимо использовать функцию ЕСЛИ, которая будет принимать одно из двух значений в зависимости от содержимого ячейки Н1:

ЕСЛИ(Н1>7;

далее записывается строка условия

"IF "& ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;4),

к которой присоединяется строка с выражениями для значений переменной  $S$   
& "THEN "& ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;6)&

"ELSE " & ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;7)&КОДСИМВ(10);

в качестве второго значения функции ЕСЛИ формируется строка со вторым условием

"IF "& ВПР(5;Лист5!\$A\$1:\$L\$16;5),

к которой также присоединяется строка со значениями  $S$ , записанными в шестом и седьмом столбцах таблицы с данными.

Для получения полной записи фрагмента программного кода необходимо сцепить все сформированные выше строки и записью оператора печати, и словом END. При проверке правильности ввода студентом фрагмента программного кода для заданной блок-схемы необходимо сравнить две текстовых строки, ту, которая введена студентом в специально отведенную ячейку, со строкой, полученной на основе исходных данных для выбранного варианта.

Сравнение текстовых строк – достаточно сложная задача. Все зависит от грамотного ввода строки с программным кодом. Самая распространенная

ошибка при составлении программного кода – это когда студенты вставляют пробелы по своему усмотрению, вводят два пробела подряд и т.п. Для устранения этой проблемы необходимо либо строго оговаривать правила составления кода, либо постараться сделать так, чтобы при проверке не учитывалось количество пробелов между символами. В этом случае необходимо обработать строку кода, введенную студентом, удалив из нее все пробелы с помощью текстовой функции ПОДСТАВИТЬ(строка; " ";""), а также формировать код программы на основе исходных данных. Практика показала, что при таком подходе количество несовпадений двух строк значительно уменьшилось, но еще раз необходимо оговорить, что не берется во внимание число пробелов между символами в коде, т.е. важным является тот факт, что студенты понимают принцип составления программного кода для алгоритма ветвления. Также студенты могут использовать различные операторы печати при наборе кода, например WRITE или WRITELN, тогда этот момент необходимо оговорить или предусмотреть два варианта при сравнении, составляя два кода, используя функцию ИЛИ в качестве условия функции ЕСЛИ.

---

1. Архангельская, Е.В. Использование заданий с автоматической проверкой при изучении теории алгоритмов / Е.В. Архангельская // Интернет и инновации: практические вопросы информационного обеспечения инновационной деятельности. Саратов, 2008.

2. Архангельская, Е.В. Обработка текстовой информации в Microsoft Excel / Е.В. Архангельская // Теоретические и прикладные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин слушателям гуманитарных специальностей специализированных вузов. Саратов: Изд-во СЮИ МВД России, 2008.

E.V. Arkhangelskya  
Saratov State Law Academy

#### CHECK OF RECORD OF THE PROGRAM CODE BY MEANS OF THE ANALYSIS OF THE TEXT LINE

*In article the method which helps correctness of record of the program code is stated. The program code is made for learning of algorithms. Check is made with help of functions of the program Microsoft Excel. In particular record of a fragment of the program is checked. Fragment of the program have operators of language Pascal. The program is made for algorithm of branching, the algorithm is presented by the block diagram.*

**Keywords:** check of record of the program code, algorithm, text functions of Microsoft Excel.

УДК 004.75

Р.С. Лопатин, старший преподаватель, С.А. Олейникова, доцент  
*Воронежский государственный технический университет*

## **АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ**

*Данная статья посвящена разработке алгоритма функционирования распределенной системы, предназначенной для планирования работ и состоящей из центра управления и интеллектуальных агентов.*

**Ключевые слова:** *распределенная система, планирование работ.*

Рассматривается работа распределенной системы, предназначенной для составления расписания обслуживания заявок в системе, отличительными чертами которой является большое количество работ по обслуживанию заявок, территориальная распределенность центров обслуживания и возможность распараллеливания некоторых операций по планированию. К примерам таких систем можно отнести систему планирования занятий в вузе. Анализ возможных структур для организации планирования в таких системах показал целесообразность использования распределенной структуры [1]. Данный способ был выбран в силу NP-полноты исходной задачи. В связи с этим необходимо использовать подходы, позволяющие существенно сократить время работы программы. С учетом того, что перечень действий можно распараллелить, распределенная структура системы, предназначенной для планирования работ, является наиболее целесообразной.

В частности, для данной задачи наиболее предпочтительным вариантом оказался подход с использованием следующих компонент [1]:

- интеллектуальных агентов, формирующих расписание работ для определенной машины;
- центра управления, предназначенного для координации деятельности интеллектуальных агентов.
- Рассмотрим более подробно организацию взаимодействия этих компонентов и разработаем алгоритм взаимодействия.
- Центр управления должен выполнять следующие задачи:
  - определить агента, который в данный момент будет формировать расписание, и отдать ему соответствующую команду;
  - получить ответ от выбранного агента с его вариантом расписания;
  - отослать данный вариант остальным агентам с целью предотвращения тупиковых ситуаций, когда для некоторой машины невозможно будет составить расписание.

В случае, если ни для одного из агентов тупиковой ситуации не наступило, расписание на данном шаге фиксируется, в противном случае агенту,

составлявшему расписание, отправляется сообщение о необходимости предоставить другое расписание.

Выбор агента, которому на данном шаге будет позволено формировать расписание, будет определяться с учетом так называемой дефицитности единицы планирования агента. Под единицей планирования (PU- Planning Unit) будем понимать совокупность следующих сущностей:

$$PU = \langle Id\_M, Id\_z, Id\_to \rangle, \quad (1)$$

где  $Id\_M$  – идентификатор машины, которая должны выполнить данную операцию;

$Id\_z$  – идентификатор заявки;

$Id\_to$  – идентификатор типа операции.

Под дефицитностью понимается единица планирования, имеющая минимальное число способов расстановки в расписание. Такой подход выбран с учетом того, что составление расписания для самой дефицитной единицы планирования уменьшает вероятность наступления тупиковых ситуаций и, следовательно, повышает быстродействие алгоритма.

Каждый агент должен выполнять следующие функции:

- выбрать наиболее дефицитную единицу планирования;
- выбрать оптимальное время ее обслуживания.

На основании особенностей данной задачи разработаем алгоритм функционирования распределенной системы в целом. На первом шаге центр управления должен инициализировать свою работу. С алгоритмической точки зрения это означает оповещение всех агентов о начале работы, определение группового адреса и настройка компонентов для работы с индивидуальными и групповыми адресами [2]. После этого центр отправляет групповую команду об определении наиболее приоритетного агента. При получении данной команды агент должен определить свой приоритет и выслать соответствующую информацию центру управления, а центр управления на основании сравнительного анализа выбирает самого дефицитного агента и посылает ему уведомление о возможности планирования работ на данном шаге.

Агент, получивший данное сообщение, определяет для наиболее дефицитной единицы планирования предпочтительное время исходя из своего критерия оптимальности и ограничений, имеющих место в данной задаче.

Получив сообщение о составленном расписании, центр управления оповещает всех агентов о необходимости проверки составленного расписания на корректность. В случае, если при составленном расписании существует единица планирования, для которой нельзя предложить ни одного момента для обслуживания, наступает так называемая тупиковая ситуация. При наличии тупиковой ситуации центр управления должен отправить агенту сообщение о запрете составленного ранее расписания и о необходимости формирования нового предложения.

В случае, когда агент определил время выполнения всех единиц планирования, закрепленных за ним, он посылает центру уведомление о завершении своей работы. При этом центр отсоединяет данного агента от группового адреса.

Расписание будет считаться полностью составленным, если на данном этапе не останется ни одного подключенного к центру агента.

Исходя из этого разработаем общий алгоритм функционирования распределенной системы. Он будет состоять из следующих этапов:

1. Оповещение центром управления о начале работы. Инициализация функционирования центра и агентов.

2. Получение от всех агентов показателей их эффективности (как ответ на групповую команду от центра агентам).

3. Выбор центром наиболее дефицитного агента.

4. Передача агенту индивидуального сообщения с требованием планирования своей работы.

5. Планирование времени выполнения наиболее дефицитной нагрузки агентом.

6. Определение возможности завершения работы данным агентом (в том случае, если все единицы планирования, закрепленные за данным агентом, уже включены в расписание).

7. Пересылка соответствующей информации центру.

8. Рассылка центром информации о проверке непротиворечивости расписания.

9. Если расписание непротиворечиво, то перейти к п. 10, иначе – к п. 12.

10. Если агент выслал сигнал о завершении своей работы, то отключить его от группового адреса. Закрепить расписание.

11. Если в списке групповых адресов остался хотя бы один адрес, то перейти к п. 2, иначе уведомить всех о завершении процесса формирования расписания.

12. Послать сигнал агенту о необходимости отмены предыдущего расписания и предложения другого времени для планирования нагрузки.

13. Переход к п.6.

Таким образом, разработан алгоритм, обеспечивающий взаимодействие всех компонентов распределенной системы и позволяющий планировать работы сложной системы. Алгоритм отличается быстродействием, которое обеспечивается за счет распределенной структуры системы планирования, а также эвристик, лежащих в основе выбора единицы работы, для которой в каждый момент времени планируется нагрузка.

Предложенный выше алгоритм был апробирован при реализации распределенной системы планирования занятий в вузе. В частности, были разработаны следующие компоненты системы:

- центр управления;
- интеллектуальный агент.



Каждая компонента зарегистрирована в ФГНУ «ЦИТИС» [3,4]. Эффект от реализации данного алгоритма заключается в сокращении времени, затрачиваемого на процесс планирования учебных занятий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лопатин, Р.С. Разработка структуры распределенной системы для одной задачи планирования работ / Р.С. Лопатин, С.А. Олейникова // Системы управления и информационные технологии. 2011. № 3.1(45). С. 173–176.
2. Лопатин, Р.С. Разработка синтаксиса языка для организации взаимодействия программных систем для одной задачи планирования работ / Р.С. Лопатин // Перспективы развития информационных технологий: сб. матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. С. 239–244
3. Лопатин, Р.С. Программа. Центр управления распределенной системы планирования учебных занятий / Р.С. Лопатин, С.А. Олейникова. М.: ФГНУ ЦИТИС, 2011. № 50201151280 от 02.10.11.
4. Лопатин, Р.С. Программа. Интеллектуальный агент распределенной системы планирования учебных занятий/ Р.С. Лопатин, С.А. Олейникова. М.: ФГНУ ЦИТИС, 2011. № 50201151279 от 02.10.11.

R.S. Lopatin, S.A. Oleynikova  
*Voronezh State Technical University*

#### ALGORITHM OF FUNCTIONING OF THE DISTRIBUTED SYSTEM OF SCHEDULING

*The article focuses on the development of the algorithm operating of a distributed scheduling system, consisting of a control center and intelligent agents.*

**Keywords:** *distributed system, work planning.*

УДК 519.248

В.В. Глазунов, аспирант  
*Международный институт компьютерных технологий, Воронеж*

С.А. Олейникова, доцент  
*Воронежский государственный технический университет*

#### АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ СИСТЕМ С НЕОРДИНАРНЫМ ВХОДЯЩИМ ПОТОКОМ ЗАЯВОК

*Данная статья посвящена анализу функционирования одноканальных систем массового обслуживания, особенностью которых явля-*

*ется наличие неординарного входящего потока заявок с одинаковым числом копий.*

**Ключевые слова:** неординарный поток, обслуживающие системы.

### **Введение**

Получение характеристик функционирования сложных систем является одной из важнейших задач как с научной, так и с практической точки зрения. Зная такие показатели, как, например, вероятность отказа, средняя длина очереди и среднее время ожидания, можно не только подробно описать функционирование системы, но и предложить подходы к ее оптимизации.

Анализом таких систем с точки зрения теории массового обслуживания занимались такие ученые, как А. К. Эрланг, А.А. Марков, Л. Клейнрок и другие. Так, в [1] приведен анализ различных обслуживающих систем, в том числе систем со специфическими особенностями, наличие которых не позволяет получить характеристики функционирования с точки зрения классической теории массового обслуживания. Однако конкретную обслуживающую систему не всегда можно описать одной из универсальных ситуаций, приведенных в [1]. Предметом анализа данной работы является одноканальная обслуживающая система с очередью ограниченной длины и неординарным стационарным входящим потоком. Необходимость анализа такой специфики входящего потока продиктована распространением обслуживающих систем с такими особенностями. В частности, если рассмотреть процесс обмена данными по сети с точки зрения теории массового обслуживания, то с учетом необходимости пакетизировать входящее сообщение можно отметить, что поток пакетов будет являться неординарным. Таким образом, анализ систем с неординарным входящим потоком является практически значимым и актуальным. Рассмотрим функционирование одной такой системы.

### **Постановка задачи**

На вход одноканальной системы с очередью, ограниченной числом мест ожидания  $m$ , поступает стационарный поток заявок с интенсивностью  $\lambda$ . Интенсивность обслуживания одной заявки –  $\mu$ . Особенностью потока является то, что каждая заявка представляет собой совокупность требований, каждое из которых должно быть обслужено по отдельности. Пусть число требований будет одинаково и равно  $k$ . Пусть также система будет обладать следующей особенностью: в случае если число свободных мест в очереди окажется меньше числа копий, то часть копий может быть поставлена в очередь, а часть получает отказ.

Найдем вероятности пребывания системы в каждом из состояний. Для этого рассмотрим её как физическую систему  $X$  с конечным множеством состояний:

$X_0$  – система свободна, очередь пуста;

$X_1$  – в очереди одна заявка;

$X_2$  – в очереди две заявки;

...

$X_{1+m}$  – очередь заполнена, система занята.

Схема возможных переходов для одноканального устройства с очередью, ограниченной 9 местами, представлена на рисунке.

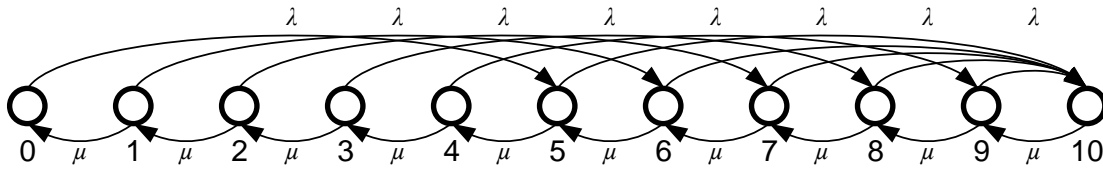


Рис. Диаграмма интенсивностей переходов

### Оценка вероятностей пребывания в каждом состоянии

Построим систему алгебраических уравнений, которая получится на основании данного графа. Очевидно, что она будет состоять из трех частей. Первая часть будет содержать уравнения для состояний от 0 до  $k-1$  включительно. Эти уравнения будут иметь следующий вид:

$$\begin{cases} -\lambda P_0^* + \mu P_1^* = 0; \\ -\lambda P_1^* + \mu P_2^* - \mu P_1^* = 0; \\ \dots \\ -\lambda P_{k-1}^* + \mu P_k^* - \mu P_{k-1}^* = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Выразив в данной системе вероятности пребывания во всех состояниях через  $P_0$ , получим

$$P_i^* = \begin{cases} \frac{\lambda}{\mu} P_0^*, i = 1; \\ \frac{\lambda(\lambda + \mu)^{i-1}}{\mu^i} P_0^*, 1 < i \leq k. \end{cases} \quad (2)$$

Вторая часть начинается с состояния  $k$  и заканчивается состоянием  $m$ . Данная часть будет отличаться от данной системы тем, что в каждом уравнении, описанным в (1), будет также присутствовать еще одно слагаемое.

Таким образом, вторая часть системы будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} -\lambda P_k^* + \mu P_{k+1}^* - \mu P_k^* + \lambda P_0^* = 0; \\ \dots \\ -\lambda P_{k+j}^* + \mu P_{k+j+1}^* - \mu P_{k+j}^* + \lambda P_j^* = 0, \quad 0 \leq j \leq m - k - 1; \\ \dots \end{cases} \quad (3)$$

Решив данную подсистему, можно получить следующие зависимости:

$$P_{k+j+1}^* = \frac{\lambda + \mu}{\mu} P_{k+j}^* - \frac{\lambda}{\mu} P_j^*, \quad 0 \leq j \leq m - k - 1. \quad (4)$$

Выразив в данном уравнении все вероятности через  $P_0^*$ , получим

$$\begin{cases} P_{k+j+1}^* = \frac{\lambda(\lambda + \mu)^{k+j} - \mu^k \lambda(\lambda + \mu)^j - j \cdot \mu^k \lambda^2 (\lambda + \mu)^{j-1}}{\mu^{k+j+1}} P_0^*, \\ 0 \leq j \leq m - k - 1. \end{cases} \quad (5)$$

Третья часть будет содержать уравнение относительно последнего состояния. Но с учетом того, что вероятность пребывания в этом состоянии может быть определена с помощью формулы (5), заменим данное уравнение на условие нормировки:

$$\sum_{i=0}^{m+1} P_i^* = 1. \quad (6)$$

Уравнение (6) можно переписать в виде

$$P_0^* + \frac{\lambda}{\mu} P_0^* + \sum_{i=2}^k \frac{\lambda(\lambda + \mu)^{i-1}}{\mu^i} P_0^* + \sum_{j=0}^{m-k-1} P_{k+j+1}^* = 1. \quad (7)$$

Вычислим по отдельности каждую сумму. Для этого введем следующее обозначение, пусть

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (8)$$

Тогда первую сумму можно переписать в виде

$$\sum_{i=2}^k \frac{\lambda(\lambda + \mu)^{i-1}}{\mu^i} P_0^* = P_0^* \sum_{i=2}^k \alpha \cdot 1 + \alpha^{i-1}.$$

Можно убедиться, что каждый член данного ряда представляет собой производную от выражения  $(1 + \alpha)^i$ . Поскольку сумма этих выражений представляет собой геометрическую прогрессию с первым членом  $(1 + \alpha)^2$  и знаменателем  $(1 + \alpha)$ , то несложно найти ее сумму:

$$\sum_{i=2}^k 1 + \alpha^i = \frac{1 + \alpha^2 \cdot 1 - 1 + \alpha^{k+1}}{1 - 1 + \alpha} = \frac{1 + \alpha^{k+1} - 1 + \alpha^2}{\alpha}. \quad (9)$$

Продифференцировав (9) по переменной  $\alpha$ , будем иметь

$$\sum_{i=2}^k \alpha \cdot 1 + \alpha^{i-1} = \frac{k+1 \cdot 1 + \alpha^k - 2 \cdot 1 + \alpha \cdot \alpha - 1 + \alpha^{k+1} + 1 + \alpha^2}{\alpha^2}.$$

Аналогичным образом можно получить вторую сумму:

$$\sum_{j=0}^{m-k-1} P_{k+j+1}^* = P_0^* \frac{1 + \alpha^m - 1 + \alpha^k - m - k}{1 + \alpha^{m-k-1}} \alpha. \quad (10)$$

Подставив все в формулу (7), будем иметь:

$$P_0^* + \alpha P_0^* + \frac{k+1}{\alpha^2} \frac{1 + \alpha^k - 2}{1 + \alpha} \frac{1 + \alpha^{k+1} + 1 + \alpha^2}{\alpha - 1 + \alpha^{k+1}} P_0^* + \\ + P_0^* \frac{1 + \alpha^m - 1 + \alpha^k - m - k}{1 + \alpha^{m-k-1}} \alpha = 1.$$

С помощью данной формулы можно определить значение  $P_0^*$ , а подставив его в формулы (2) и (4), – вероятности пребывания системы в остальных состояниях.

Таким образом, определены вероятности пребывания системы в каждом из состояний. Далее несложно получить основные характеристики системы. Практически все они будут определяться на основании классических формул теории массового обслуживания [2].

#### Выводы

Целью данной статьи являлся анализ функционирования одноканальной системы с неординарным потоком заявок с одинаковым числом копий. В результате были определены состояния системы, а также получены вероятности пребывания в этих состояниях. Целью дальнейшего исследования является определение показателей функционирования системы на основе полученных вероятностей.

1. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания: [пер. с англ.] / Л. Клейнрок. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.

2. Ивченко, Г.И. Теория массового обслуживания / Г.И. Ивченко, В.А. Каштанов, И.Н. Коваленко. М.: Высш. шк., 1982. 256 с.

V.V. Glazunov

*International Institute of Computer Technologies, Voronezh*

S.A. Oleynikova

*Voronezh State Technical University*

#### ANALYSIS OF SERVICE SYSTEMS WITH UNORDINARY FLOW OF REQUESTS

*Given article is devoted to analyze functioning of the single-channel queuing system, which feature is the presence of unordinary flow of requests with the same number of copies.*

**Keywords:** *unordinary flow, service systems.*

УДК 621.372

А.Б. Андросик, канд. техн. наук, доцент, С.А. Воробьев, канд. техн. наук, доцент, С.Д. Мировицкая, канд. техн. наук, доцент  
Государственный открытый университет, Москва

## МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

*Данная статья посвящена исследованию основных характеристик оптических волокон, моделированию распространения излучения по волоконному тракту.*

**Ключевые слова:** моделирование, оптическое волокно, телекоммуникации.

В телекоммуникации волокно используют как передающую среду. Выбор соответствующих параметров волокна является важной проблемой для заданной оптической системы. Поперечное сечение, структура материалов, профиль показателя преломления, потери, дисперсия и нелинейность волокна должны быть тщательно выбраны, чтобы выполнить условия технического задания.

Все эти характеристики возможно экспериментально замерить на существующих образцах волокна, а затем изготовить новую партию волокна, используя отрегулированные параметры для оптимизации продукции. Однако такой подход к проведению технологических испытаний чрезвычайно медленный, дорогой и ненадежный. Кроме того, некоторые важные параметры волокна, например полная дисперсия групповой скорости и эффективный нелинейный коэффициент, не могут быть непосредственно измерены.

Основной целью численного анализа волокна является расчет группового времени задержки, дисперсии групповой скорости, эффективной области мод, потерь, поляризационной дисперсии мод, эффективной нелинейности и т.д.

В процессе численного моделирования [1, 2] можно решить ряд важных задач:

- проектирование многослойного волокна с произвольным двумерным профилем показателя преломления, используя библиотеку функций или с помощью формул;
- задание дисперсии материала, основанное на модели Селмейера или определенных пользователем функциях;
- моделирование материальных потерь, основанное на известных экспериментальных формулах;

- вычисление следующих характеристик любой моды (фундаментальной или высшего порядка): структура моды, эффективный показатель преломления и постоянная распространения, групповая задержка, три вида дисперсии групповой скорости (материальная, волноводная, суммарная), диаметры мод и эффективные площади мод; длина волны отсечки; потери на макро-, микроизгибах и сростках;
- оптимизация этих параметров для различных технологических параметров волокна: геометрии, профиля, формы поперечного сечения;
- расчет и визуальное сравнение параметров произвольной группы мод;
- оценка влияния двойного лучепреломления, вызванные внутренними или примесными возмущениями, оценка PMD;
- использование двух альтернативных способов определения профиля волокна: профиль показателя преломления, профиль концентрации примеси;
- формирование моделей: оценки потерь на макроизгибах мод высокого порядка; оценки длины волны отсечки; эффективной площади моды;
- оценка эффективного нелинейного показателя преломления произвольной моды как функции материала подложки и волноводных свойств волокна: профиль моды, степень ограничения и т.д.

В работе был проведен автоматизированный расчет одномодового оптического волокна, оптимизированного на длине волны 1,3 мкм. Структура исследуемого волокна приведена на рис. 1.

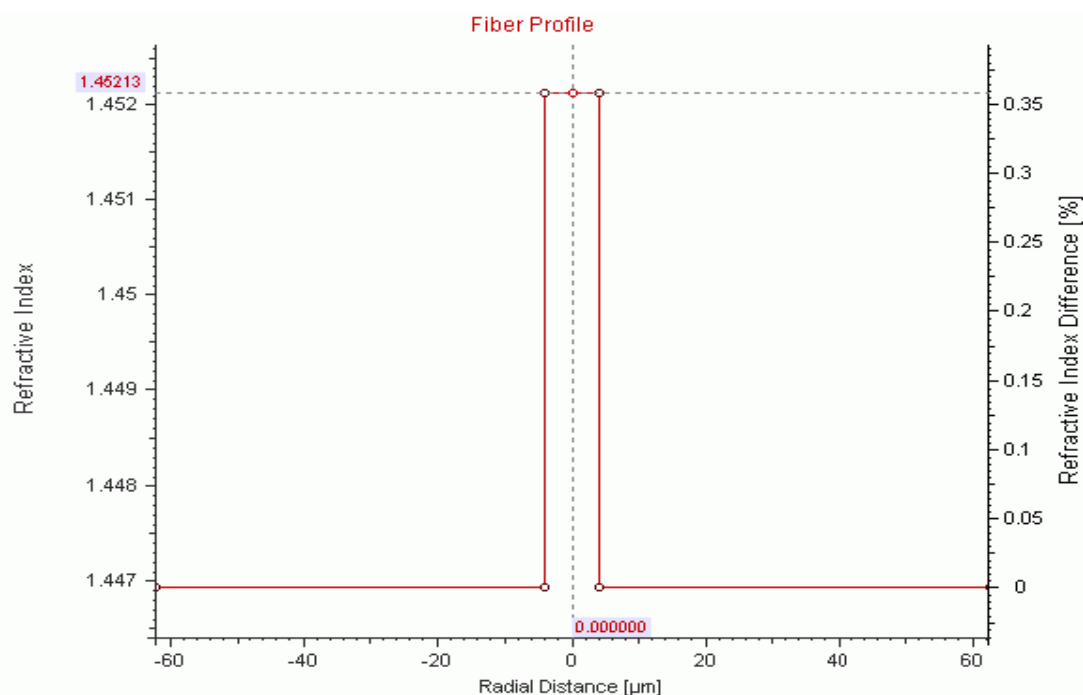


Рис. 1. Структура исследуемого волокна

На втором этапе определяются дисперсионные свойства материала оптического волокна. В качестве основного материала использовался чистый кремний (Pure silica), имеющий следующие коэффициенты Зеллмера:  $A_1 = 0,6961663$ ;  $A_2 = 0,4079426$ ;  $A_3 = 0,897479$ ;  $\lambda_1 = 0,0684043$  мкм;  $\lambda_2 = 0,1162414$  мкм;  $\lambda_3 = 9,896161$  мкм. Нелинейность показателя преломления –  $4e-016$  см<sup>2</sup>/Вт. В качестве дополнительного материала, увеличивающего показатель преломления, использовался чистый кремний, в который добавлено 3,1% германия (3,1% germania-doped silica); он имеет следующие коэффициенты Зеллмера:  $A_1 = 0,7028554$ ;  $A_2 = 0,4146307$ ;  $A_3 = 0,897454$ ;  $\lambda_1 = 0,0727723$  мкм;  $\lambda_2 = 0,11430853$  мкм;  $\lambda_3 = 9,8961609$  мкм. Нелинейность показателя преломления –  $5e-016$  см<sup>2</sup>/Вт.

Для уменьшения показатель преломления использовался чистый кремний с добавкой 1% фтора (1,0% fluorine-doped silica), имеющий следующие характеристики:  $A_1 = 0,69325$ ;  $A_2 = 0,3972$ ;  $A_3 = 0,86008$ ;  $\lambda_1 = 0,0672398$  мкм;  $\lambda_2 = 0,11714009$  мкм;  $\lambda_3 = 9,7760984$  мкм. Нелинейность показателя преломления –  $2e-016$  см<sup>2</sup>/Вт. Длины волн для оценки дисперсии задаются интервалом от 0,75 мкм до 1,75 мкм.

Затем осуществляется расчет мод оптического волокна. Выделяя конкретную моду, выполняется анализ выделенной моды (рис. 2). После этого выполняется расчет свойств основной моды оптического волокна LP(0,1) от длины волны: дисперсии, ширины моды, материальных потерь, потерь на микроизгибах и макроизгибах, а также потерь стыковки. Диапазон длин волн для расчета – 1,2 ... 1,6 мкм.

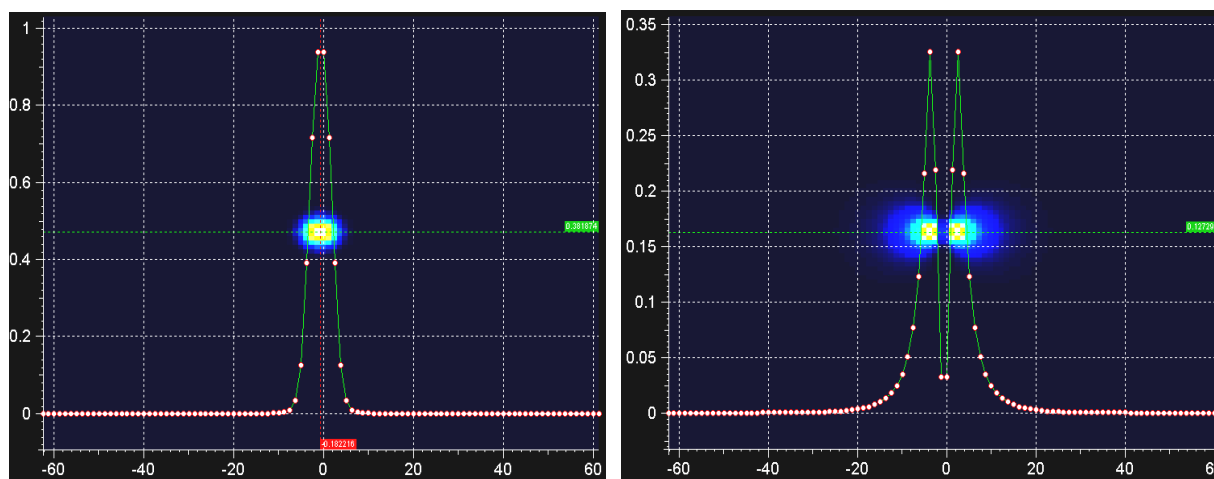
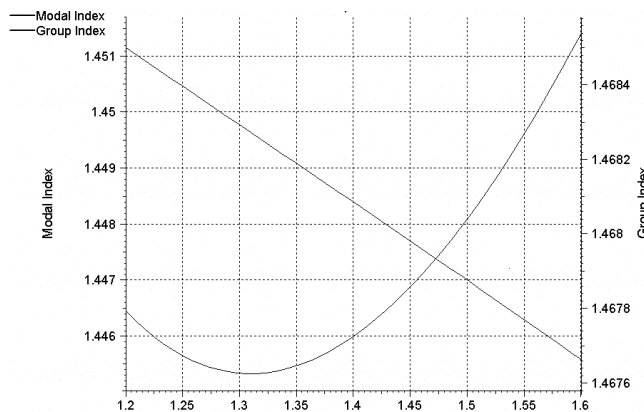


Рис. 2. Анализ выделенной моды

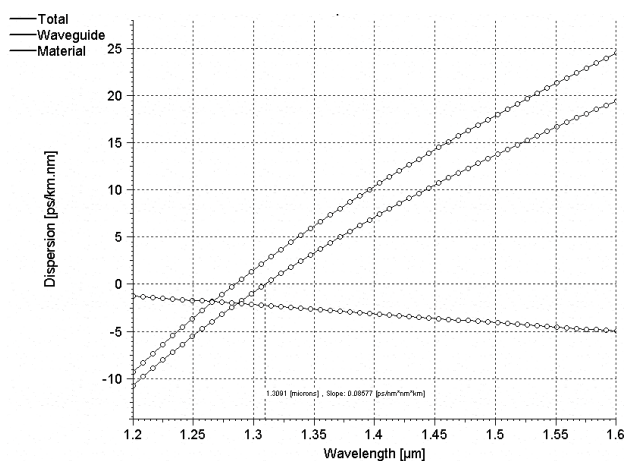
После выполнения расчетов были получены результаты, приведенные на рис. 3.



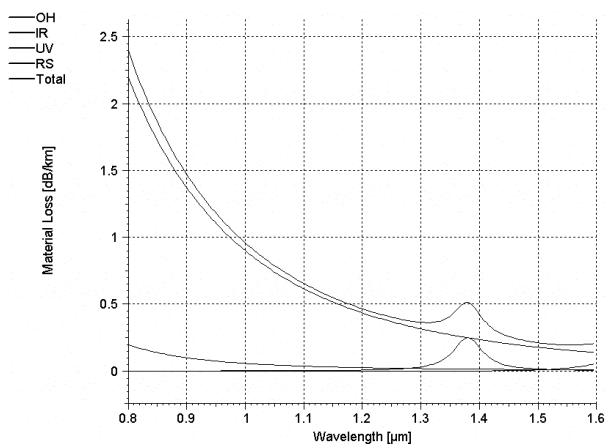
### Показатель преломления моды и групповой показатель преломления



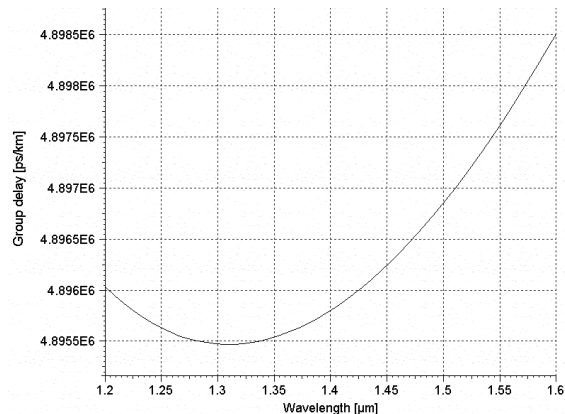
### Дисперсия



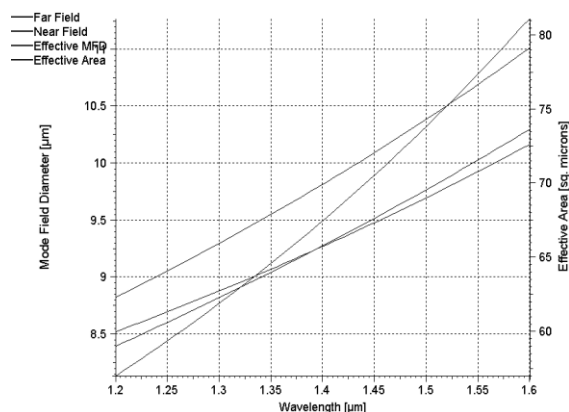
### Материальные потери



### Групповая задержка



### Диаметр и площадь моды



### Потери на микроизгибах и макроизгибах

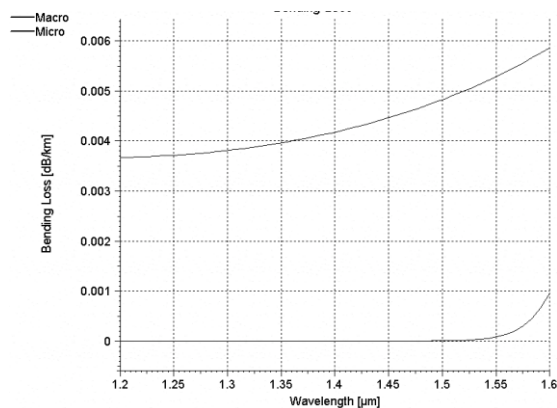


Рис. 3. Результаты расчётов

**При расчете свойств моды высокого порядка или группы мод оптического волокна выделяются две моды ( $LP(0,1)$  и  $LP(1,1)$ ) и выполняется расчет свойств данной группы мод.**

---

1. Андросик А.Б. Математические основы волноводной фотоники / А.Б. Андросик, С.А. Воробьев, С.Д. Мировицкая. М.: Изд-во МГОУ, 2010. 224 с.

2. Андросик А.Б., Воробьев С.А., Мировицкая С.Д. Волноводная и интегральная фотоника. М.: Изд-во МГОУ, 2011. 370 с.

A.B. Androsik, S.A. Vorobjev, S.D. Mirovitskaja  
*The State Open University, Moscow*

#### **MODELLING OF THE OPTICAL FIBRE FOR TELECOMMUNICATION**

*Given article is devoted research of the basic characteristics of optical fibres, modeling of distribution of radiation on a fiber path.*

**Keywords:** *modeling, an optical fibre, telecommunications.*

УДК 004

А.В. Абрамов, аспирант  
*Курский государственный университет*

#### **ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО РЫНКА FOREX**

*В данной статье представлен обзор основных методов прогнозирования финансовых рынков, а также анализ возможности использования нейронных сетей в данной сфере.*

**Ключевые слова:** *валютный рынок, прогнозирование, нейронные сети.*

Финансовые рынки в последние десять лет переживают период бурного развития и глобализации связей. Наряду с крупными национальными фондовыми, фьючерсными, валютными биржевыми рынками появились рынки мирового масштаба. Типичный современный финансовый рынок FOREX сегодня представляет собой всемирную сеть банков, инвестиционных фондов и брокерских домов, которая включает в себя связанную компьютерную инфраструктуру, обслуживающую клиентов, торгующих валютами, заключающих сделки для того, чтобы получить прибыль от ежесекундно изменяющихся курсов валют. Уже сейчас ежедневный оборот на

рынке FOREX составляет примерно 4 трлн долларов [1], согласно прогнозам экспертов, он будет развиваться и дальше.

Известно, что подавляющее большинство всех сделок на финансовых рынках – спекулятивные, т.е. заключаемые исключительно с целью извлечения дохода. Все они основаны на предсказаниях изменений котировок участниками рынка. Для эффективного анализа рынка требуются соответствующие современным требованиям экономико-математические методы. Таким образом, исследования в области биржевых рынков – актуальное и перспективное направление деятельности и будет оставаться таковым в течение довольно долгого периода времени.

Рассмотрим основные существующие методы прогнозирования. Фундаментальный анализ является одним из самых эффективных способов понимания того, как обстоят дела на рынке. Фундаментальные факторы являются ключевыми макроэкономическими показателями состояния национальной экономики, действующими в среднесрочной перспективе, воздействующими на участников валютного рынка и уровень валютного курса. Различные информационные агентства публикуют специальную страницу прогноза основных экономических индикаторов развитых стран. Обычно это данные макроэкономической статистики, публикуемые национальными статистическими органами.

Трейдера, принимающие решения о покупке или продаже валюты, после появления на экранах мониторов сообщений о значении того или иного экономического индикатора должны мгновенно ответить на ряд вопросов, от правильного решения которых зависит размер полученной прибыли или убытка. Появившиеся цифры могут быть такими, как ожидал рынок, или, наоборот, неожиданные. Поскольку трейдеры знают предварительный прогноз экономического показателя, в первую секунду после его публикации они сравнивают прогноз и реальное значение. В случае совпадения спрогнозированного и реального значения показателя сильного движения валюты, как правило, не происходит. Вышедшие данные могут быть положительными или отрицательными. Положительные данные приводят к росту курса валюты, отрицательные, наоборот, к его снижению. Принимается во внимание также показатель, учитывающий сезонную цикличность.

Для трейдера универсальным правилом открытия позиции должно являться ориентирование на ожидания и настроения большинства участников рынка. Это достигается путем анализа ситуации по публикациям, изучения обзоров состояния рынка в информационных системах, обмена мнениями с другими трейдерами. Таким образом, задача трейдера состоит в том, чтобы присоединиться к движению курса, продиктованному большинством участников рынка.

Однако, чтобы проанализировать рынок действительно качественно, мало обладать необходимыми знаниями. Здесь понадобятся хорошие анали-

тические способности, которые необходимо развивать постоянными тренировками. Только настоящий профессионал сможет проанализировать ситуацию и мгновенно принять выгодное решение. Несмотря на это, вероятность ошибки все равно остаётся достаточно высокой.

Существуют также статистические методики анализа, включающие в себя классические методы: регрессионный, корреляционный анализ и т.п. Однако работа с подобными системами для прогноза оперативно меняющейся внутрисдневной информации для неспециалиста сопряжена с некоторыми трудностями как при выборе метода анализа, так и при трактовке результатов. Это представляется довольно существенным недостатком, поскольку скорость прогноза внутрисдневного хода торгов очень важна.

Еще одним общепринятым подходом к изучению рынка является технический анализ. Этот метод предполагает, что рынок обладает памятью, а потому на будущее движение курса оказывают большое влияние наблюдаемые закономерности его прошлого поведения.

Объектом исследования в техническом анализе являются графики, отображающие поведение цен. Пример такого графика приведен на рисунке.

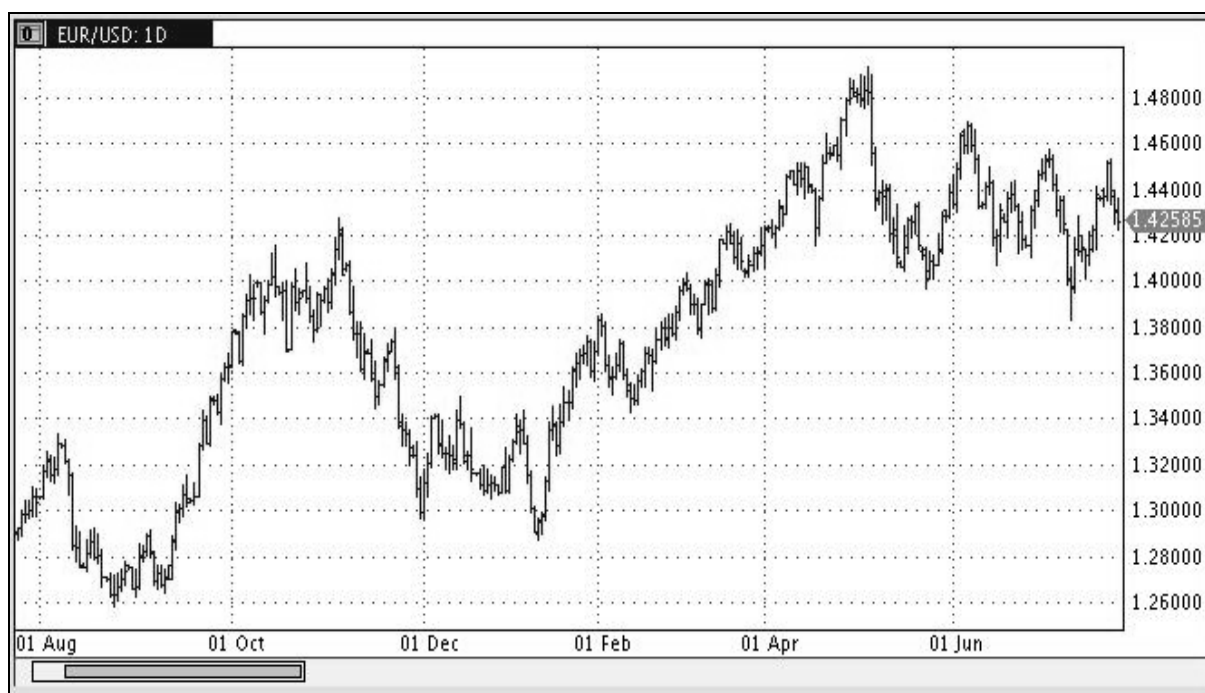


Рис. Дневной график EUR/USD

В техническом анализе принято выделять на графиках определенный набор типовых элементов, на основе которых строится описание поведения графиков. Это, прежде всего, линия тренда, указывающая направление и темп роста (падения) цен, канал – диапазон колебаний курса. Из этих элементов составляются так называемые фигуры: треугольник, клин, «голова и плечи», двойной верх и двойное дно, выпелы, флаги и другие, являющиеся

для трейдеров ориентирами в построении прогнозов будущего поведения рынка. В математическом обеспечении современных информационных систем заложена возможность автоматизации построения нескольких десятков статистических показателей динамики цен (индикаторов). Построение графиков таких индикаторов и их анализ совместно с графиками движения валютного курса дают трейдеру много полезной информации для принятия решений.

Технический анализ представляет собой некоторый набор подходов и методов к построению прогнозов движения рыночных цен на основе наблюдений за прошлым поведением рынка. Основные принципиальные предпосылки, на которых основан технический анализ, принято формулировать в виде следующих трех постулатов[2].

- Рынок учитывает все. Иначе говоря, цена является и следствием и исчерпывающим отражением всех движущих сил рынка.
- Движение цен подчинено тенденциям. Жизнь рынка состоит из чередующихся периодов роста и падения цен, так что внутри каждого периода происходит развитие господствующей тенденции, которая действует до тех пор, пока не начнется движение рынка в обратном направлении.
- История повторяется. То, что определенные конфигурации на графиках цен имеют свойство появляться устойчиво и многократно, причем на разных рынках и в разных масштабах времени, является следствием действия некоторых стереотипов поведения, свойственных человеческой психике.

Сторонники технического анализа уверены, что рыночные временные ряды, несмотря на кажущуюся стохастичность, полны скрытых закономерностей, т.е. в принципе хотя бы частично предсказуемы. Эта точка зрения находит поддержку в теории динамического хаоса [3], построенной на противопоставлении хаотичности и стохастичности. Хаотические ряды только выглядят случайными, но, как детерминированный динамический процесс, вполне допускают краткосрочное прогнозирование.

Брокеры сосредоточены именно на том инструменте, с которым они в данный момент работают. Поведение рыночного сообщества имеет много аналогий с поведением толпы, характеризующимся особыми законами массовой психологии. Влияние толпы упрощает мышление, нивелирует индивидуальные особенности и рождает формы коллективного поведения, более примитивного, чем индивидуальное. Ценовая кривая фиксирует на себе коллективное сознание рынка. Такая психологическая трактовка поведения рыночной цены обосновывает применение теории динамического хаоса – частичная предсказуемость рынка обусловлена относительно примитивным коллективным поведением игроков, которые образуют единую хаотическую динамическую систему с относительно небольшим числом внутренних степеней свободы.

Согласно этой точке зрения, для предсказания рыночных кривых необходимо освободиться от власти толпы, стать выше и умнее ее. Для этого предлагается выработать систему игры, апробированную на прошлом поведении временного ряда и четко следовать этой системе, не поддаваясь влиянию эмоций и циркулирующих вокруг данного рынка слухов. Иными словами, предсказания должны быть основаны на алгоритме. За человеком остается лишь создание этого алгоритма для извлечения оптимальных индикаторов и нахождения оптимальных стратегий по найденным индикаторам.

Реализация данного подхода с использованием технологии нейронных сетей[4] обладает рядом неоспоримых достоинств:

- нейронные сети способны обучаться на множестве примеров в тех случаях, когда неизвестны закономерности развития ситуации и какие бы то ни было зависимости между входными и выходными данными. В таких случаях, а к ним можно отнести большинство задач финансового анализа, пасуют как традиционные математические методы, так и экспертные системы;
- нейронные сети способны успешно решать задачи, опираясь на неполную, искаженную, зашумленную и внутренне противоречивую входную информацию;
- эксплуатация обученной нейронной сети не требует профессиональных знаний;
- нейросетевой анализ, в отличие от технического, не предполагает никаких ограничений на характер входной информации. Это могут быть как индикаторы данного временного ряда, так и сведения о поведении других рыночных инструментов;
- нейронные сети способны находить оптимальные для данного инструмента индикаторы и строить по ним оптимальную для данного ряда стратегию предсказания. Более того, эти стратегии могут быть адаптивны, меняться вместе с рынком, что особенно важно для активно развивающихся рынков.

За рубежом многие крупные фирмы и частные лица имеют собственные разработки в области технологий прогнозирования с использованием искусственных нейронных сетей, но они не торопятся обнародовать их, предпочитая получать доход от непосредственного использования своих систем. Очевидно, что работа по созданию собственной автоматизированной системы прогнозирования имеет перспективы и может быть продолжена.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Triennial Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in April 2010 – Preliminary global results – Turnover [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bis.org/publ/rpfx10.htm>.
2. Таран, В.А. Играть на бирже просто?! / В.А. Таран. 3-е изд. СПб.: Питер, 2007. 272 с.: ил.

3. Вильямс, Б. Торговый Хаос. Экспертные методики максимизации прибыли / Б. Вильямс. М.: ИК «Аналитика», 2006.

4. Ежов, А.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе / А.А. Ежов, С.А. Шумский. М., 1998.

A.V. Abramov

Kursk State University

## PERSPECTIVE OF NEURAL NETWORKS IN FOREIGN EXCHANGE MARKET FORECASTING

*This article is about basic methods of financial markets forecasting and perspective of using neural networks in this area.*

**Keywords:** foreign exchange market, forecasting, neural networks.

УДК 621.396

А.В. Филонович, д-р техн. наук, В.В. Дидковский, старший преподаватель

Юго-Западный государственный университет, Курск

## АДАПТИВНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ – РАЗРЕШЕНИЕ ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ В РАЗНЕСЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

*В статье рассматриваются вопросы обнаружения-разрешения сигналов источников шумовых помех с различной шириной спектра при использовании спектрально-корреляционных и взаимно-корреляционных алгоритмов обработки в базовых корреляционных системах пассивной локации.*

Обнаружение-разрешение-измерение координат постановщиков активных шумовых помех в базовых корреляционных системах пассивной локации (БКС ПЛ) существенно затрудняется воздействием помех специального вида. Такая специальная помеха может создаваться обычной смесью узкополосного и широкополосного колебаний. Для защиты АПРЛК от узкополосных помех могут использоваться как спектральные различия [4, 5], так и автокомпенсаторы помех [4].

В [1] уже частично рассматривались алгоритмы спектрально-корреляционной обработки входных сигналов с различной шириной спектра. Для 2-х позиционной БКС был получен алгоритм оценки интенсивностей и времени взаимного запаздывания источников шумовых сигналов, отличающихся шириной спектра с использованием метода максимального правдоподобия (ММП). Из (1) следует, что оценка времени взаимного запаздывания и

интенсивности сигнала зависит только от оценок корреляционных матриц  $\Phi_k$ , которые, в свою очередь, определяются частотно-временным распределением принимаемого шумового процесса.

В случае разделения сигналов в спектральной области, алгоритм спектрально-корреляционной обработки осуществляется двумя каналами. Канал обработки широкополосных сигналов реализует алгоритм корреляционной обработки, в анализируемой полосе частот. Канал обработки узкополосных сигналов реализует алгоритм Кейпона в полосе, соответствующей ширине спектра узкополосного колебания  $\Delta\omega$ :

$$\hat{\mathbf{B}}(\tau) = \sum_{k=-m}^m [\mathbf{S}_k^* \Phi^{-1} \mathbf{S}_k]^{-1}. \quad (1)$$

В силу того, что использование адаптивного алгоритма для обработки широкополосных сигналов не обеспечивает требуемых показателей качества обнаружения, то для их обработки целесообразно использовать корреляционный алгоритм [1].

Результат корреляционной обработки узкополосных сигналов, имеющих практически постоянный уровень огибающей взаимно-корреляционной функции (ВКФ) на выходе коррелятора, вызывает неопределенность в решении задач обнаружения и последующего измерения времени взаимного запаздывания. Поэтому для их обработки, в свою очередь, разумно применять адаптивные алгоритмы обработки узкополосных сигналов, что обеспечит выполнение рассматриваемых задач.

Рассмотрим возможность синтеза алгоритмов, обеспечивающих совместную обработку смеси шумовых сигналов с различной шириной спектра.

Допустим, что на вход приемной системы воздействует одиночный сигнал с шириной спектра, равной либо меньшей анализируемой полосы частот –  $\Delta F$ . При дискретной форме представления сигналов шаг дискретизации  $\Delta t$  выбираем в соответствии с теоремой Котельникова. Количество отсчетов во временной области соответствует числу, равному  $T/\Delta t$ , где  $T$  – время анализа принимаемого колебания. При переходе из временной в частотную область количество дискрет не изменяется в силу свойств свертки сигнала. Таким образом, шаг дискретизации по частоте  $\Delta f$  равен  $T/\Delta t = \Delta F/\Delta f$ ;  $\Delta f = 1/2T$ . Следовательно, в данном случае две соседние частотные составляющие  $V_{1,2}(\omega_i)$  и  $V_{1,2}(\omega_i + 1)$  являются взаимно коррелированными, так как интервал корреляции колебания по частоте равен  $1/T$ , что в дальнейшем будет учитываться при формировании соответствующих векторов и матриц.

Будем рассматривать нормированный спектр входной выборки, который формируется в каждом канале приема при нормировке спектральных компонент сигнала к средней амплитуде спектра. При этом выходное отно-



шение сигнал/шум не изменится:

$$V_{n1,2}(\omega_i) = V_{1,2}(\omega_i)/K,$$

где  $K = 1/2m + 1 \sum_{k=-m}^m |V_{1,2}(\omega_k)|$  – нормировочный коэффициент;

$V_{1,2}(\omega_i)$  –  $i$ -я спектральная составляющая принимаемого сигнала;

$(2m + 1)$  – количество спектральных составляющих принимаемого колебания.

При вычитании соответствующих компонент спектров ( $V_{n1,2}$ ) образуется величина, пропорциональная разности набега фаз между приемными пунктами для каждой спектральной составляющей принимаемого сигнала. Результат вычитания спектров в каналах обработки представляет последовательность отсчетов вида

$$V_n(\omega_{-m})(1 - \exp(-j\omega_{-m}\tau_c)) \dots V_n(\omega_k)(1 - \exp(-j\omega_k\tau_c)) \dots V_n(\omega_m)(1 - \exp(-j\omega_m\tau_c)). \quad (2)$$

Размерность (2) соответствует количеству отсчетов спектра  $(2m + 1)$ .

Матрица, сформированная из двух нормированных соседних (коррелированных) компонент разности спектров сигнала, например первой и второй, в диагональных элементах содержит произведение квадратов амплитуд соответствующих спектральных составляющих на множитель, несущий информацию о фазовом сдвиге для данной частоты, а недиагональные элементы матрицы состоят из взаимного произведения амплитуд первой и второй спектральных компонент на суммарный множитель, характеризующий набег фаз для первой и второй составляющей, и являются комплексно-сопряженными. Данная квадратная матрица размерностью  $(2 \times 2)$  в общем виде описывается известным выражением

$$\Phi_i = \begin{bmatrix} \Phi_{i11} & \Phi_{i12} \\ \Phi_{i21} & \Phi_{i22} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $\Phi_{i11} = |V_n(\omega_1)|^2 \cdot (2 - \exp(j\omega_1\tau) - \exp(-j\omega_1\tau))$ ;  
 $\Phi_{i12} = |V_n(\omega_1)| \cdot |V_n(\omega_2)| \cdot (1 - \exp(j\omega_2\tau) - \exp(-j\omega_1\tau) + \exp(j(\omega_1 - \omega_2)\tau))$ ;  
 $\Phi_{i21} = |V_n(\omega_2)| \cdot |V_n(\omega_1)| \cdot (1 - \exp(j\omega_1\tau) - \exp(-j\omega_2\tau) + \exp(j(\omega_2 - \omega_1)\tau))$ ;  
 $\Phi_{i22} = |V_n(\omega_2)|^2 \cdot (2 - \exp(j\omega_2\tau) - \exp(-j\omega_2\tau))$ .

Таким образом, если указанным способом из разности спектров размерностью  $(2m + 1)$  сформировать последовательность из матриц размерностью  $(2 \times 2)$ , то в результате получим ряд из  $(2m + 1)/2$  матриц.

После поэлементного сложения и усреднения к числу реализаций  $(2m + 1)/2$  получим усредненную корреляционную матрицу разности спектров  $\Phi$ . Для учета некоррелированных внутренних шумов в приемных каналах к усредненной матрице сигнала  $\Phi$  необходимо добавить усредненную матрицу шумов  $N$ , сформированную из разности нормированных спектральных составляющих шумов каналов  $n_1(\omega)$  и  $n_2(\omega)$ .

Суммарная и усредненная матрица разности нормированных спектров сигнала с учетом некоррелированных внутренних шумов описывается выражением

$$\Phi = N_- + \frac{2}{2m+1} \sum_{i=1}^{2m+1/2} \Phi_i, \quad (4)$$

где  $\Phi_i$  определяется выражением (3).

Средние значения квадратов модулей четных  $|V_H(\omega_{2(i+1)})|^2$  и нечетных  $|V_H(\omega_{2i+1})|^2$  спектральных составляющих, стоящие в диагональных элементах матрицы  $\Phi$  (5) как множители, незначительно отличаются от средних значений взаимного попарного произведения модулей соседних спектральных составляющих  $|V_H(\omega_{2(i+1)})| \cdot |V_H(\omega_{2i+1})|$ , стоящих в недиагональных элементах матрицы  $\Phi$ , что снижает влияние мощных энергетических выбросов в спектральной области. И в силу того, что при  $\tau = 0$  второе слагаемое в выражении (4) обратится в 0, и матрица  $\Phi$  будет определяться только матрицей разности нормированных шумов  $N_-$ , элементы которой зависят только от нормировочных коэффициентов в приемных каналах системы, которые, в свою очередь, обусловливаются средними значениями амплитуд частотных выборок на выходе спектроанализаторов. Тем самым производится оценка времени взаимного запаздывания сигналов до пунктов приема. Производя поиск по времени взаимного запаздывания, для каждого значения входной линии задержки формируется своя корреляционная матрица  $\Phi$  (4) и ей обратная  $\Phi^{-1}$ . Для получения оценки корреляционного отклика воспользуемся представлением квадратичной формы в векторно-матричном виде:

$$\mathcal{B}'(\tau, p) = |S^* \cdot \Phi^{-1} \cdot S|, \quad (5)$$

где  $S$  – единичный вектор с размерностью согласованной с размерностью матрицы  $\Phi$ ;

$\tau, p$  – информативные параметры (время взаимного запаздывания сигналов и интенсивность корреляционного отклика), подлежащие оценке.

После умножения слева обратной корреляционной матрицы  $\Phi^{-1}$  на вектор  $S$  получим значение весового вектора для значения  $\tau$ .

$$\mathcal{K}(\tau, p) = S^* \cdot \Phi^{-1}. \quad (6)$$

Квадрат модуля весового вектора используем для оценки интересующего нас параметра в случае адаптивной пространственной обработки сигналов.

$$\mathcal{B}''(\tau, p) = |\mathcal{K}^*(\tau, p) \cdot \mathcal{K}(\tau, p)|. \quad (7)$$

Приведенные алгоритмы (5) и (7) позволяют производить оценку времени взаимного запаздывания сигнала по максимальному значению корреляционного отклика, который пропорционален среднему значению амплитуд спектральных составляющих сигнала в полосе анализа частот. Можно ожидать, что, как и в случае использования адаптивной пространственной селекции [2, 3], качество оценки информативных параметров существенно улучшается в условиях воздействия сигналов большой интенсивности. Однако при этом уменьшается коэффициент использования энергии полезного сигнала. С уменьшением отношения сигнал/шум качество оценки информативных параметров в результате адаптивной взаимной корреляционной обработки ухудшается. Энергетические потери при этом уменьшаются. Алгоритмические схемы, реализующие алгоритмы (5) и (7), представлены на рисунках 1 и 2.

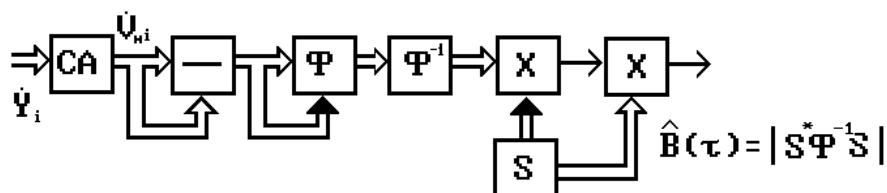


Рис. 1. Структурная схема алгоритма (5)

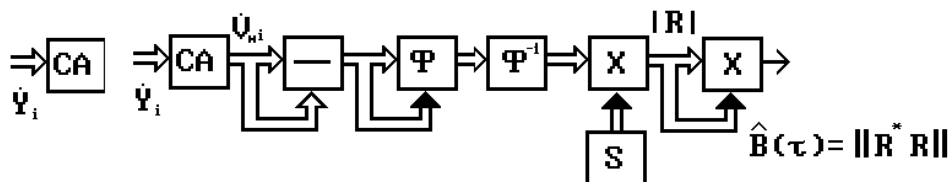


Рис. 2. Структурная схема алгоритма (7)

В результате моделирования алгоритмов (5), (7) установлено, что использование обработки основанной на вычислении разности спектров в приемных каналах пассивной системы позволяет стабилизировать уровень ложных тревог и существенно уменьшить ширину главного лепестка, особенно для узкополосных процессов. Интенсивность отклика определяется в данном случае средним значением амплитуд спектральных составляющих принимаемого колебания. Так как эти алгоритмы основаны на оценке интенсивности спектра принимаемого сигнала в приемных каналах с последующим их вычитанием при каждом значении искусственно вводимой задержки на входе, то наличие двух и более шумовых сигналов во входной смеси приводят к значительным потерям в интенсивности откликов. Поэтому при воздействии на вход приемной системы смеси шумовых сигналов целесообразно использовать пороговую обработку ВКФ смеси. Энергетические потери, вносимые

пороговой обработкой в моменты времени, когда взаимное запаздывание сигналов скомпенсировано, не превышают 1,5 дБ по отношению к ВКФ смеси. Необходимо отметить, что алгоритмы (5)–(7) могут быть реализованы спецвычислителем, построенным по методике, предложенной в [5], что позволит удовлетворить габаритно-весовым и надёжностным характеристикам аппаратуры при размещении последней на космических объектах. Кроме того, надёжностные характеристики можно увеличить с использованием технологий, предложенных в [6].

*Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филонович, А.В. Адаптивные алгоритмы спектрально-корреляционной обработки шумовых сигналов, отличающихся шириной спектра в базово-корреляционных системах / А.В. Филонович, А.Н. Семухин // Вестник Верхне-Волжского отделения АТН РФ. Серия «Высокие технологии в военном деле». Вып. 1. 1997.
2. Марпл, С.А. Цифровой спектральный анализ и его приложения: [пер. с англ.] / С.А. Марпл. М.: Мир, 1990.
3. Теоретические основы радиолокации / под ред. Я.Д. Ширмана. М.: Сов. радио, 1970.
4. Тихонов, В.И. Нелинейные преобразования случайных процессов / В.И. Тихонов. М.: Радио и связь, 1986.
5. Подчукаев, В.А. Аналитическое проектирование технической реализации законов управления / В.А. Подчукаев, К.А. Кулаков // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 7. С. 33–39.
6. Моделирование надёжностных показателей межсоединений телеметрических систем управления с многомерными корреляционно связанными параметрами / В.М. Емельянов, И.И. Шуклин, С.Ю. Носорев [и др.] // Телекоммуникации. 2009. № 10. С. 42–46.

A.V. Filonovich, V.V. Didkovskiy  
Southwest State University, Kursk

### ADAPTIVE DETECTION – THE PERMISSION OF NOISE SIGNALS IN THE CARRIED RADAR-TRACKING SYSTEMS

*In the article questions of the detection-sanction of signals of sources of sound handicaps with various width of a spectrum are considered (examined) by use in spectral-correlation algorithms processing in base correlation systems of passive locution.*

УДК 621.31

В.А. Подчукаев, д-р техн. наук, Ю.А. Милюкин,  
А.В. Филонович, д-р техн. наук  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## **МЕТОДЫ АДАПТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*В статье рассматриваются методы адаптивных вычислений, при которых аппаратная архитектура вычислителя подстраивается под структуру заданного вычислительного процесса.*

Техническая реализация современных систем автоматического и автоматизированного управления возможна на огромном количестве аппаратных платформ встраиваемых систем, включая FPGA, FPAА, System-on-Chip, микропроцессоры и микроконтроллеры различных производителей.

Практическое использование этих платформ при конструировании конкретной встраиваемой системы сталкивается с двумя основными проблемами:

1) производители «бортовых» вычислителей и/или их компонент выпускают эти изделия с заведомо избыточной функциональной структурой. При этом разработчикам, как правило, известен математический функционал, подлежащий технической реализации, и, как следствие, известна функциональная структура вычислителя, которая может быть заведомо задана производителю под заказную СБИС, что влечёт за собой дальнейшую миниатюризацию воплощения её в «железе»;

2) не меньшую трудность у разработчиков вызывает собственно программирование выбранной для технической реализации встраиваемой системы, поскольку, например, электрическая принципиальная схема современного аналогового вычислителя может иметь размеры футбольного стадиона, аналогично цифровой вычислитель требует сотен (и даже тысяч) страниц программного кода.

Работы [1–3] посвящены преодолению указанных трудностей путём автоматического синтеза топологии вычислительного ядра встраиваемой системы по заданному вычислительному процессу на заданной аппаратной платформе. Рассмотрена технология автоматического конструирования адаптивных вычислений, базирующаяся на формализме кортежа и маски. Кортеж – математическая модель закона управления, заданная в виде алгебраической суммы, маска – образ математической модели. Это матрица, каждая строка которой будет соответствовать определённому слагаемому алгеб-

раической суммы. Предлагается математический алгоритм автоматического распараллеливания вычислений, основанный на свойствах маски (рис.):

1) от перестановки строк маски описываемый маской вычислительный процесс не изменяется;

2) возможность перестановки столбцов маски сохраняется, но с ограничениями:

а) переставлять можно любые столбцы, начиная со второго;

б) перестановка столбцов влечёт за собой изменение порядка следования символов в кортеже.

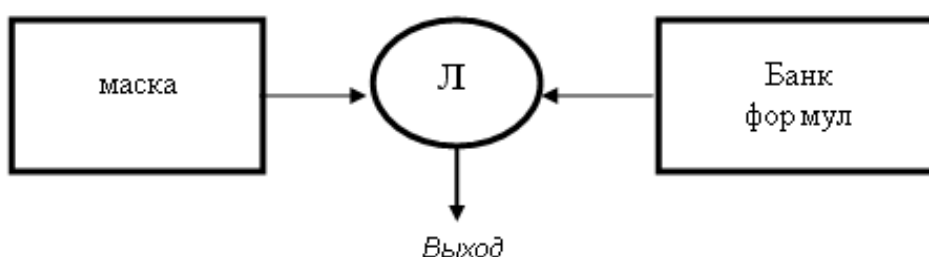


Рис. Функциональная схема алгоритма автоматического распознавания математических формул: Л – логический блок для работы с банком формул, представляющим собой набор масок распознаваемых формул

Описанный формализм представления вычислительного кластера с помощью кортежа и маски есть не что иное, как аналог его функциональной схемы. Так, кортеж описывает входы вычислителя, а маска (или сумматор) его выход. Поставив во взаимно-однозначное соответствие ячейкам маски соответствующие технические устройства аналогового и (или) цифрового типов, реализующие записанные в ячейку математические операции над соответствующим элементом кортежа, можно получить функциональную схему вычислителя. Рассмотрена технология синтеза программного кода для реализации вычислителя на примерах программируемых логических контроллеров, а также программное представление технической реализации математической операции на примере микроконтроллеров производства компании Siemens серии 400.

Известны методы оптимизации программного кода для ускорения ее выполнения [4]. Для того чтобы оптимизация не увеличивала время выполнения кода, что возможно при определенных условиях, в компиляторах применяются средства для получения профиля программы, которые затем используются при оптимизации кода. Средства профилирования программ изначально разрабатывались как инструменты, позволяющие разработчику изучать профиль выполнения программы, с тем чтобы вручную оптимизировать наиболее часто выполняемые (критические) фрагменты кода. Например,

в критических участках кода программист мог вручную выполнить развертку (или конвейеризацию) циклов, подстановку коротких функций вместо их вызовов и др. Для различных типов оптимизаций существуют разные виды профилей. Профиль потока управления (control flow profile) может быть представлен с различной степенью детализации: профиль функций (function profile) содержит информацию о частоте выполнения отдельных функций, профиль базовых блоков (basic block profile) – об ожидаемом числе выполнений каждого блока, профиль переходов (edge profile) – о вероятностях переходов (дуг графа управления), профиль путей (path profile) – о частоте выполнения отдельных конечных путей в графе управления.

Процедура для применения оптимизаций по профилю, собираемому программным способом, включает 3 шага:

- инструментирование программы (компиляция программы выполняется с ключами, задающими сбор профиля);
- сбор профиля (инструментированная программа выполняется с некоторыми типичными наборами входных данных, при этом накапливается и сохраняется ее профиль);
- компиляция с использованием профиля (компиляция выполняется с ключами, задающими использование профиля при оптимизациях).

Помимо специальных оптимизаций, ориентированных на применение профиля, компилятор может использовать профиль для повышения эффективности многих традиционных оптимизаций.

Профиль переходов и частота выполнения базовых блоков могут применяться для следующих целей:

- принятие решений о целесообразности применения таких оптимизаций, как inline-подстановка функций, развертка или пилинг цикла;
- выявление циклов, не оформленных в виде соответствующих языковых конструкций;
- трансформации циклов;
- распределение регистров;
- повышение локальности кода для эффективного использования кэша команд (переупорядочение функций и участков кода в соответствии с типичными последовательностями их выполнения);
- размещение функций (и даже отдельных фрагментов функций) в разных секциях в зависимости от частоты их выполнения (.text, .text.hot, .text.unlikely\_executed).

Рассмотрена компиляция по профилю в компиляторе GCC, ее основные характеристики и действия, производимые на практике.

Оптимизация по профилю может давать значительный прирост производительности и способствовать сокращению размера кода, но с ее приме-

нием связан ряд проблем. Необходимость двукратной компиляции, а также разработки и сопровождения достаточно представительных тестовых задач для сбора профиля усложняет процесс разработки и сопровождения программ. Не всегда возможно предугадать, с какими входными данными приложение будет работать в производственных условиях (возможно, разные группы пользователей будут использовать приложение по-разному). Кроме того, как показывает практика, в некоторых случаях оптимизация по профилю может приводить к деградации производительности каких-то частей программы, то есть разработчику необходимо анализировать результаты оптимизации по профилю и, возможно, применять ее избирательно.

Для решения этих проблем применяется метод динамической адаптивной реоптимизации программ.

Данный подход избавляет разработчиков приложений от необходимости создавать и поддерживать тестовые задачи и не требует сложной схемы сборки приложений. С другой стороны, использование динамической реоптимизации требует наличия специальной довольно сложной среды выполнения. К тому же она может противоречить требованиям надежности, поскольку код приложения изменяется «на лету» непосредственно во время выполнения. По этим причинам он неприменим, в частности для встроенных систем.

Профиль можно было бы также учитывать при выборе множества оптимизаций для различных участков программы, что фактически означает интеграцию обычной оптимизации по профилю с переборной адаптивной компиляцией; разумно было бы также варьировать интенсивность перебора оптимизирующих последовательностей для различных участков программы с учетом частоты их выполнения.

Таким образом, в работе рассмотрены различные методы адаптивных вычислений, выявлены основные недостатки и преимущества методов, обобщено их использование в самых различных областях.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подчукаев, В.А. Аналитическое проектирование технической реализации законов управления. Автоматический синтез топологии вычислительного ядра встраиваемых систем / В.А. Подчукаев, К.А. Кулаков // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 7. С. 137–141.

2. Автоматическое проектирование топологий интегральных микросхем / В.А. Подчукаев [и др.] // Применение инновационных технологий в научных исследованиях: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. А.В. Филонович. Курск, 2011. С. 142–147.



3. Вычислительный кластер как аналог его функциональной схемы / В.А. Подчукаев [и др.] // Применение инновационных технологий в научных исследованиях: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. А.В. Филонович. Курск, 2011. С. 142–146.

4. Адаптивная компиляция в контексте контролируемого выполнения / В.А. Галатенко [и др.]. М.: НИИСИ РАН, 2010.

V.A. Podchukayev, Yu.A. Milyukin, A.V. Filonovich  
*Southwest State University, Kursk*

**METHODS OF ADAPTIVE CALCULATIONS AND TECHNICAL REALIZATION  
OF MODERN SYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL**

# ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЯ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, УТИЛИЗАЦИЯ

УДК 620.22

О.В. Ершова, канд. пед. наук, доцент, Л.В. Чупрова, канд. пед. наук, доцент, Н.И. Родионова, ст. преподаватель  
Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УПАКОВКИ

*В статье рассмотрены возможности использования древесно-полимерных композитов для создания упаковки. Приведены результаты исследования физико-механических свойств композитов.*

**Ключевые слова:** *древесно-наполненные композиционные материалы, композиты, термопластичные полимеры, наполнители, физико-механические свойства.*

В настоящее время широкое распространение на мировом рынке получили древесно-наполненные композиционные материалы (ДПК), в состав которых входят: термопластичные полимеры, древесная мука, минеральные и органические наполнители, а также аппретирующие вещества.

По прогнозам [1], спрос на ДПК-продукты в ближайшие годы будет расти примерно на 2,7% ежегодно, к 2011 году объем рынка ДПК составит 6,2 млрд долларов. Главными причинами такой популярности композитного материала называют внешний вид, восприятие ДПК потребителями как продукта, не наносящего вред окружающей среде.

В России рынок изделий из древесно-полимерных композитов начал формироваться недавно и в настоящее время растет уверенными темпами, т.к. в России достаточное количество сырья (древесная мука, соответствующее полимерное сырье) для производства изделий из древесно-полимерных композитов. Однако стоит заметить, что данный материал в настоящее время практически не используется в упаковочной индустрии, среди стран-производителей ДПК только в Китае начинают использовать композит в качестве материала для изготовления поддонов.

В России поддоны изготавливают из чистой древесины либо из полимеров. Однако материалы, используемые для этих целей, имеют существенные недостатки: высокая стоимость полимерного сырья и короткий срок эксплуатации поддонов, изготовленных из массивной древесины, которые к

тому же должны проходить химическую и санитарную обработку, что повышает стоимость такой тары. В то же время изготовление поддонов из древесно-наполненных композитов кроме хороших физико-механических свойств материала имеет экологическую направленность, так как для изготовления ДПК можно использовать только промышленные отходы, в том числе и древесные отходы, утилизация которых наносит значительный вред окружающей среде, а также позволяет сохранить от вырубki леса. Все эти факторы позволяют предположить, что использование древесно-полимерных композитов для изготовления тары является выгодным.

Данные о составе и физико-механических свойствах ДПК недостаточно изучены, следовательно, о возможности использования данного материала в качестве тары и замене на него пластика и древесины говорить в настоящий момент очень сложно. Исходя из этого была сформулирована цель данной работы: исследовать физико-механические свойства и целесообразность использования ДПКТ для создания тары.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи: провести литературный обзор по теме исследования; исследовать основные физико-механические характеристики: реологические свойства, прочность при растяжении – сжатии; прочность при изгибе; водопоглощение; плотность; огнестойкость; по результатам эксперимента сделать вывод о преимуществах и недостатках ДПКТ и возможности их использования для производства тары.

Композиционные материалы состоят из двух или более компонентов, количественное соотношение которых должно быть сопоставимым. Компоненты существенно отличаются по свойствам, а их сочетание должно давать некий синергический эффект, который трудно предусмотреть заранее.

Первыми композиционными материалами полимерной природы были фенопласты на основе фенолформальдегидных олигомеров, наполненных древесной мукой. В дальнейшем в течение длительного времени термореактивные олигомеры оставались основным видом связующих, на базе которых были разработаны текстолиты, древопластики и другие композиционные материалы.

С середины XX века в качестве связующих полимерных композиционных материалов во все более широких масштабах начинают применяться термопластичные полимеры.

Связующее является одним из двух основных компонентов полимерного композиционного материала. Помимо решающего влияния на комплекс свойств полимерного композиционного материала, характеристики связующего определяют выбор возможных методов формирования изделий.

Наряду со связующим важнейшим элементом структуры полимерных композиционных материалов (ПКМ) являются наполнители. В качестве наполнителей в ПКМ выступают самые разнообразные вещества и материалы, содержание которых может меняться в широких пределах.

Древесно-полимерные композиты – это материалы, где древесина смешивается с полимерами, которые затем полимеризуются вместе с древесиной для приобретения требуемых свойств.

В древесно-полимерных композитах могут использоваться только такие термопласты, которые могут перерабатываться при температурах не ниже 200°C. Это ограничение обусловлено невысокой термостойкостью древесины, что до некоторой степени сужает выбор полимеров, но и не является абсолютным, поскольку в ДПК может использоваться делигнифицированная целлюлоза, а лигнин является наиболее чувствительной к температуре фракцией древесных материалов; целлюлозные волокна могут быть частично теплоизолированы путем смешения их с минералами; время пребывания целлюлозных материалов в высокоскоростных смесителях и экструдерах может быть значительно уменьшено при увеличении скорости переработки и другими способами, снижающими время контакта целлюлозы с горячим расплавом. Поэтому полимеры с высокой температурой переработки могут использоваться для получения ДПК с повышенными характеристиками.

Несмотря на то, что в России накоплен незначительный опыт эксплуатации изделий из древесно-полимерных композитных материалов, и основываясь на практике использования в Америке и Европе (опыт использования с 1960-х годов XX века), можно сделать вывод о всех преимуществах использования ДПК. Более того, можно сказать и том, что данный продукт за несколько десятилетий значительно усовершенствован в технологии производства, состав адаптирован для достижения максимально высоких технических, эксплуатационных и эстетических характеристик в любых условиях эксплуатации.

Для исследования физико-механических характеристик ДПКТ были взяты образцы ДПК, полученные в лаборатории кафедры технологии переработки пластмасс Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург).

Результаты эксперимента приведены в таблице. Для сравнения физико-механических характеристик в работе приводятся литературные данные свойств образцов чистых полимерных материалов (ПП, ПЭВП) и древесины (сосна, ель).

Опираясь на результаты, полученные в ходе эксперимента, можно сделать вывод о том, что, учитывая физико-механические показатели ДПК, материал может быть использован для изготовления тары (поддонов), достоинствами которой являются: удобство в эксплуатации (отсутствие крепежа, гладкая поверхность, предотвращающая травмирование), а также экономическая и экологическая целесообразность. Производство тары из ДПК позволит найти пути рационального использования неликвидных отходов деревообработки и отходов, образующихся при производстве и потреблении пластмасс.

Обобщение полученных результатов

Материал	Полимер		ДПК		Древесина	
	ПП	ПЭВП	ПП 40%, древ.мука 50%, тальк 10%	ПЭВП 33%, древ.мука 52%, тальк 15%	сосна	ель
Плотность	0,901	0,968	1,341	1,249	0,52	0,45
Прочность при растяжении	31,028– 41,37	19,996– 30,338	44,06	9,3	99,05	98,558
Прочность при сжатии		20-36	28,959	27,752	38,247	40,698
Прочность при изгибе	38,6	19-35	34,97	23,1	74,532	69,138
Набухание	0,01	0,01	3,0	7,28	30–200%	
Огнестойкость	–		+		–	
Биологическая устойчивость	+		+		–	
Срок эксплуата- ции поддонов	10 лет		10 лет		1 год	
Внешний вид	+		+		–	
Стоимость	45 руб/кг		35 руб/кг			
Возможность чистки материала	+		+		–	

Полученные результаты представлены в сравнении с аналогичными характеристиками чистых полимерных материалов и древесины. По результатам исследования сделаны выводы о преимуществах и недостатках ДПК в сравнении с древесиной и полимерами, а также о возможности использования ДПК в качестве материала для изготовления поддонов.

1. Спрос на декинг будет расти [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://drevoplastic.ru/110324\\_deking\\_rinok11-14.html](http://drevoplastic.ru/110324_deking_rinok11-14.html).

O.V. Ershov, L.V. Tchuprova, I. Rodionova  
Magnitogorsk State Technical University by the name G.I. Nosova

**USE POSSIBILITIES OF WOOD-POLYMERIC COMPOSITES  
FOR PACKING CREATION**

*In article possibilities of use of drevesno-polymeric composites for packing creation are considered. Results of research of physicomechanical properties of composites are resulted.*

**Keywords:** *the drevesno-filled composite materials, composites, thermoplastic polymers, fillers, physicomechanical properties.*

УДК 678.02.004.8:621.798

Л.В. Чупрова, канд. пед. наук, доцент,

Э.Р. Муллина, канд. техн. наук, доцент

Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова

## **ПРОИЗВОДСТВО УПАКОВКИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ВТОРИЧНОЕ ПОЛИМЕРНОЕ СЫРЬЁ**

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с возможностью использования вторичных полимеров для производства упаковки и технологические аспекты производства упаковки на основе композиционных материалов.*

**Ключевые слова:** *твёрдо-бытовые отходы, полимерные отходы, полимерные композиционные материалы, полиэтилентерефталат (ПЭТ), полипропилен (ПП).*

Перемещение большинства товаров из сферы материального производства в сферу потребления невозможно без упаковки. Согласно исследованиям британских экспертов, спрос на упаковочные материалы в России имеет тенденцию к повышению. Определенная часть этого спроса будет удовлетворяться за счет растущего внутреннего производства. Ключевыми факторами, определяющими стратегию развития современной упаковочной индустрии, являются технико-эксплуатационные характеристики, экономическая целесообразность и совместимость упаковки с окружающей средой.

Последний из названных факторов был легализован только в конце XX века в связи с обострением проблемы загрязнения окружающей среды ТБО, почти на 90% состоящими из отходов тароупаковочных изделий. До этого времени в мировой практике упаковочного бизнеса считалось, что учет экологических требований к упаковке может снизить конкурентоспособность продукции, так как ведет к дополнительным затратам на производство. В наступившем тысячелетии экологический имидж упаковки стал не только символом престижности фирм-производителей во многих странах, но и одним из законодательно закрепленных требований цивилизованного рынка.

Важными документами, усиливающими требования к качеству упаковки, явились принятые еще в начале 90-х г. XX-го века в ряде стран ЕС (Германии, Дании, Нидерландах, Австрии, Бельгии, Франции и др.) национальные законодательные акты и экологические нормы. В частности, предложена количественная оценка экологической чистоты упаковочных материалов. За единицу загрязненности принималась величина UBP (*Umweltbelastungppunkte*) – коэффициент загрязнения среды упаковкой. UBP во всех случаях оценивался по комплексу показателей, учитывающих состав упаковки, массу, легко утилизируемая или многооборотная, не засоряющая окружающей среды, присваивался упаковке, если ее UBP не превышал 20–30. Если же значение UBP было больше 100–110, то упаковка признавалась экологически неприемлемой. Показатель UBP отражает лишь экологическую характеристику упаковки, но не устанавливает требований для ее окончательного выбора.

По объему образования отходов полимерные отходы уступают отходам из бумаги и картона, но по ежегодному приросту опережают на 4%, поэтому вопросы утилизации полимерных отходов являются актуальными.

Среди полимерных отходов лидирующие позиции удерживает полиэтилентерефталат (ПЭТ), т.к. его содержание в общей массе полимерных отходов составляет 25%; 15% занимает полиэтилен высокой плотности, 15% – полиэтилен низкой плотности, 12,5% – полипропилен (ПП); 6,3% – полистирол, 5% – поливинилхлорида, а 21,2% составляют другие полимеры [1, 2].

Возможность использования полимерных отходов для повторного производства ограничивается их нестабильными и худшими по сравнению с исходными полимерами механическими свойствами, поэтому вторичное сырье нуждается в модификации, которая позволяет регулировать свойства изделий в самом широком спектре применений, получая изделия с комплексом свойств и качеством, необходимым потребителям, соответствующие современному мировому уровню.

Наиболее перспективным направлением является создание полимерных композиционных материалов, содержащих вторичные ПЭТ и полиэтилен или вторичные ПЭТ и ПП, т. к. данные полимеры являются крупнотоннажными и занимают лидирующие позиции среди полимерных отходов.

С целью выбора оптимального содержания вторичных полимеров в композиции и способа ее переработки был проведен эксперимент по определению показателя текучести расплава (ПТР) полимерных композиционных материалов.

Для исследования были составлены смеси композиционных материалов, содержащие ВПЭТ и ВПП, а также ВПЭТ и вторичный полиэтилен высокого давления (ВПЭВД).

Результаты эксперимента показали, что оптимальной полимерной композицией для получения литевых изделий является материал, содержа-

щий 30% ВПЭТ и 70% ВПП, ПТР которого равен 10,11829 г/10 мин. Данное значение ПТР является серединой интервала переработки литья под давлением, поэтому расплав композиции будет иметь среднюю текучесть, что обеспечивает оптимальные условия проведения процесса переработки методом литья под давлением.

Для определения прочностных свойств композиционного материала, содержащего 30% ВПЭТ и 70% ВПП, проведен эксперимент по определению сопротивления разрыву полимерной композиции и полипропилена.

Полимерная композиция, содержащая 30% ВПЭТ и 70% ВПП, занимает среднее значение показателя по сравнению с вторичным ПП и первичным и имеет сопротивление разрыву, равное 18,44 МПа.

Увеличение показателя сопротивления разрыву композиции по сравнению с вторичным ПП может быть объяснено адгезией. Адгезия обусловлена межмолекулярным взаимодействием в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей. Адгезия матрицы и наполнителя композитов является также одним из важнейших факторов, влияющих на их прочность.

Для исследования возможных взаимодействий полимерной композиции с агрессивными средами был поставлен эксперимент по определению стойкости полимерной композиции к действию химических сред.

По результатам испытания можно сделать вывод, что полимерный композиционный материал (30% ВПЭТ, 70% ВПП) растворяется в щелочной среде, т.к. наблюдается процесс гидролиза ПЭТ. Полимерная композиция обладает хорошей стойкостью к действию моторного масла и может использоваться для производства тары, в которую будут упаковываться технические масла.

Технологическая схема процесса производства упаковки на основе композиционных материалов, состоит из двух взаимосвязанных линий: линии переработки полимерных отходов и линии производства упаковки на основе композиционных материалов, содержащих вторичное полимерное сырье.

Емкости с полимерными отходами опорожняются в загрузочный приемник ленточного конвейера и транспортируются в приемный бункер дробилки, где измельчаются. Размеры получаемой фракции определяются диаметром отверстий в решетке. Предварительно измельченный материал проходит через вертикальный воздушный классификатор. Тяжелые частицы (хлопья полимеров) падают, а легкие (бумага, пыль) уносятся вверх потоком воздуха и собираются в специальном сборнике.

Интенсивная промывка полимерных хлопьев осуществляется во флотационной емкости, которая предназначена для разделения ПЭТ от полиолефинов и прочих загрязнений. Частицы ПЭТ опускаются на наклонное дно, и шнек непрерывно выгружает их на водоотделительный экран. Таким обра-



зом, плавучие частицы (ПП, крышки и кольца из полиэтилена) перемещаются в заднюю часть емкости и направляются в разделительную ванну, где происходит их разделение по плотности (в качестве сепараторной среды используют солевой раствор плотностью  $0,91 \text{ г/см}^3$ , хлопья ПП направляются вверх, а хлопья полиэтилена опускаются и удаляются из ванны [2]). На следующем этапе переработки ПП промывается во вращающемся барабане, просушивается и направляется в бункер временного хранения, из которого периодически равные порции хлопьев отправляются в агломератор. В результате полученный агломерат транспортируется в бункер для хранения ВПП.

Хлопья ПЭТ смешиваются с раствором каустической соды в емкости с мешалкой (в смесительном шнеке). Эта смесь медленно (несколько часов) движется через вращающуюся сушильную печь. Материалы из ПЭТ и каустическая сода реагируют в передней части печи, удаляя верхнюю часть материалов из ПЭТ и оставляя частицы грязи. Подбором температуры и действием потока воздуха посторонние материалы в конце сушильной печи удаляются, оставляя смесь соли (каустической соды) и чистого ПЭТ [2]. Для достижения высокой степени очистки после основного процесса следует дополнительная промывка. Материал отмывается во вращающемся барабане, удаляется соль. После промывки оставшаяся влага уходит из ПЭТ при механической сушке. Сушка хлопьев происходит во вращающемся барабане в потоках горячего воздуха. Далее чистые хлопья ПЭТ поступают в бункер временного хранения, откуда порциями подаются в агломератор [2]. Полученный агломерат хранится в бункере. Из бункеров для хранения вторичного сырья агломерат подается в сушилки для удаления остаточной влаги.

После удаления остаточной влаги агломерат ПП и ПЭТ направляется в весовой смеситель, где происходит смешивание полимеров. Так получается полимерная композиция, содержащая 30% полиэтилентерефталата и 70% полипропилена, которая направляется на термопластавтомат для получения упаковки для технических жидкостей.

- 
1. Вторичное использование полимерных материалов. М.: Химия, 1985. 192 с.
  2. Вторичная переработка пластмасс: [пер. с англ.] / Ф. Ла Мантия (ред.); под ред. Г.Е. Заикова. СПб.: Профессия, 2006. 400 с.

L.V. Tchuprov, E.R. Mullina  
*Magnitogorsk State Technical University by the name G.I. Nosova*

**PACKING MANUFACTURE ON THE BASIS OF THE COMPOSITE MATERIALS  
CONTAINING SECONDARY POLYMERIC RAW MATERIALS**

*In article the questions connected with possibility of use of secondary polymers for manufacture of packing and technological aspects of manufacture of packing on the basis of composite materials are considered.*

**Keywords:** *an is firm-household waste, a polymeric waste, polymeric composite materials, PET, polypropylene (PP).*

УДК 628.518+502.175

В.В. Коварда, канд. физ.-мат. наук, доцент, О.И. Кузнецова, магистр  
Юго-Западный государственный университет, Курск

### **ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*Статья посвящена современным экологическим проблемам электроэнергетики и необходимости внедрения экологического менеджмента в рассматриваемой отрасли.*

**Ключевые слова:** *экологические проблемы, энергетика, энергоаудит, экологическая политика.*

Проблемы экологии в последнее время все острее встают перед мировым сообществом. Все реальнее становятся вопросы, которые сегодня надо срочно решать для того, чтобы обеспечить экологическую безопасность и в конечном итоге выживание человечества.

В настоящее время наблюдается значительное увеличение числа природных катаклизмов, роста и омоложения заболеваний и т.п., что было вызвано периодом индустриализации послевоенного периода, когда об экологии, проблеме сохранения окружающей среды не задумывались или предполагали текущую обстановку само собой разумеющуюся. В 1990-х гг. ситуация изменилась благодаря пристальному вниманию мирового сообщества к этим проблемам. Наша страна не исключение, принятые нормативно-правовые акты заставляют уделять серьезное внимание решению вопросов охраны окружающей среды. Особенно это касается крупных системообразующих, можно сказать «фундаментальных», отраслей, таких как энергетика.

Понятия «энергетика» и «экология» органично и неразрывно связаны: рост промышленного производства, транспорта оказывает значительное влияние на жизнь людей, изменяет среду их обитания. В связи с этим рациональное и бережное отношение к ресурсам Земли, поиск новых энергосберегающих и экологически чистых технологий стали ключевыми направлениями развития человеческой цивилизации. Использование новых возобновляе-

мых чистых источников энергии, альтернативных видов топлива стало определяющим фактором устойчивого развития общества.

Однако в настоящее время развитие энергетики требует решения глобальных экологических проблем: масштабного загрязнения окружающей среды (атмосферы, водных ресурсов, почвы), следствием чего является значительный рост природных катаклизмов, изменение климата и т.п. Решение этих проблем требует комплексного, системного подхода, внедрения современных технологий использования экологически чистых и возобновляемых источников энергии.

Вопросы охраны окружающей среды отражены в Энергетической стратегии России на период до 2030 г. Однако в силу глобальности экосистемы планеты Земля задача улучшения состояния окружающей среды не может быть решена усилиями только одного государства и требует объединения усилий всех стран.

Экологические проблемы решались на различных этапах развития отечественной энергетики соответственно складывающемуся уровню понимания этих проблем и их нормативной регламентации. Импульс к всесторонней и интенсивной природоохранной деятельности в отрасли был дан в начале 1980-х гг. после формирования законодательной базы, введения системы нормирования выбросов и сбросов ТЭС, платы за пользование природными ресурсами. Прошедшие годы отмечены качественным сдвигом в экологическом совершенствовании энергетического производства.

Вредное воздействие электроэнергетики на окружающую среду определяется использованием природных ресурсов, отчуждением значительных территорий, а также выбросами и сбросами вредных веществ в атмосферу, гидросферу, литосферу, тепловым, шумовым, радиационным загрязнением.

Можно выделить три группы факторов воздействия энергетики на окружающую среду:

- внутренние: мощность энергетических установок, их структура по типам, степень совершенства применяемых технологических процессов производства и передачи энергии, совершенство используемых способов снижения вредных выбросов, структура и экологические характеристики используемых энергетических ресурсов, территориальное размещение энергетики;

- внешние: удельные расходы энергии на единицу продукции отраслей-потребителей, структура потребления энергии по отраслям, удельные расходы продукции отраслей-поставщиков для электроэнергетики, структура поставок продукции для электроэнергетики, удельные выбросы и сбросы и их состав для отраслей, поставляющих свою продукцию электроэнергетике;

- в отдельную группу факторов можно выделить влияние рыночных механизмов [1, с. 24].

Следует отметить, что в условиях рыночной экономики мероприятия по регулированию вредного воздействия человека на окружающую среду могут оказывать существенное влияние на функционирование рынка. Это относится к отрасли энергетики.

Основными производственными системами электроэнергетики, влияющими на экологическую безопасность России, являются ТЭС, АЭС, ГЭС и ЛЭП мощностью 500 кВт и выше.

Тепловые электростанции (ТЭС) выбрасывают в окружающую среду оксиды серы, азота, окись углерода и другие токсиканты и аэрозоли (зола, сажа), содержащие, как правило, токсичные канцерогенные вещества. Между тем Киотский протокол, который призван побудить государства уменьшить выбросы парниковых газов, вызвал неоднозначную реакцию в мире. Большинство стран (в том числе и Россия) Протокол ратифицировали, США отказались. Дж. Буш мотивировал это тем, что соглашение, по его мнению, носит принудительный характер, а его подписание может замедлить рост экономики США, что привело бы к потере 400 млрд долл. и 4,9 млн рабочих мест. Институт ядерной энергетики США поддержал заявление Дж. Буша о развитии атомной энергетики как одного из самых значимых источников электричества в стране.

Гидроэнергетика (ГЭС) – важный элемент энергетической стабильности государств, но она уязвима в военное время и для террористических актов (несанкционированного нападения). Экологические последствия создания и эксплуатации ГЭС связаны с неблагоприятным воздействием водохранилищ на микроклимат прилегающих территорий, ухудшением гидрологического режима, отчуждением больших территорий и затоплением ценных земель и лесных массивов, снижением проточности вод рек, с ухудшением видового состава их флоры и фауны и т.д.

Главными факторами неблагоприятного воздействия воздушных линий электропередач (ЛЭП) на окружающую среду являются создаваемые ими мощные электромагнитные поля (ЭМП) с рядом сопутствующих явлений и отчуждение значительных территорий под трассы (коридоры, просеки) ЛЭП.

ЛЭП часто проходят вблизи или в пределах населенных пунктов, что приводит к социально-психологической напряженности в связи с рядом исследований, свидетельствующих о развитии онкологических заболеваний у взрослых и детей при воздействии ЭМП.

Существует и противоположная позиция. Рассмотрим некоторые аспекты проблемы.

За предшествующие четверть века активной природоохранной деятельности в отрасли произошли существенные изменения:

- сформирована нормативно-методическая база;

- разработан ряд экологически эффективных технологий (ступенчатое сжигание, оригинальные аппараты мокрого золоулавливания (улавливание выше 99,5%), новые конструкции топочных устройств);
- сформированы отраслевые структуры и службы на ТЭС по охране окружающей среды;
- разработаны нормативы ПДВ, ПДС для всех энергопредприятий. ТЭС вышли на уровень, определяемый ПДВ по  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$ ;
- созданы новые технологии складирования золошлаковых отходов ТЭС.

Однако этого недостаточно для решения задачи сохранения окружающей среды.

На наш взгляд, необходимо в сфере энергетики сделать следующее:

- наладить взаимодействие с другими государствами в сфере энергоаудита, внедрения энергосберегающих технологий, комплексного анализа природоохранных проблем энергетики;
- наладить перманентное сотрудничество со смежными отраслями и природоохранными учреждениями в области охраны окружающей среды;
- учитывать приоритет экологической безопасности как составной части национальной безопасности;
- соблюдать энергосбережение и рациональное использование природных и энергетических ресурсов на стадиях производства, передачи, распределения и потребления электрической и тепловой энергии;
- увеличить ответственность за обеспечение охраны окружающей среды при развитии энергетики в регионах РФ;
- провести диверсификацию источников энергоресурсов, в том числе за счет использования возобновляемых источников энергии;
- научно обосновать экологическую политику и развитие научных исследований в области охраны окружающей среды в электроэнергетике;
- рассмотреть приоритетность внедрения наилучших существующих технологий по сравнению с мероприятиями по минимизации экологического ущерба от работы действующего оборудования (с учетом технико-экономического обоснования);
- внедрить на предприятиях системы экологического менеджмента и аудита.

При воплощении в жизнь перечисленных выше мероприятий важно помнить, что существование цивилизации пока невозможно без энергообеспечения и изменения состояния природной среды, поэтому при реализации своей деятельности человек постоянно должен оценивать целесообразность, масштаб и последствия совершаемых изменений. Необходимо совершенствовать методы директивного и экономического регулирования уровней тех-

ногенного воздействия на природную среду, которые в настоящее время не достаточно влияют на улучшение её состояния.

---

1. Маляренко, В.А. Введение в инженерную экологию энергетики: учеб. пособие / В.А. Маляренко. 2-е изд. Харьков: Изд-во САГА, 2008. 185 с.

V.V. Coward, O.I. Kuznetsova  
Southwest State University, Kursk

### ECOLOGY OF THE ENERGY SECTOR: PRESENT STATE AND FUTURE PROSPECTS

*Paper is devoted to contemporary environmental issues and the need for power implementation of environmental management in this sector.*

**Keywords:** *environmental issues, energy, energy audits, environmental policy.*

УДК 628.316

Ф.Ф. Ниязи, д-р хим. наук, профессор, В.С. Мальцева, канд. хим. наук, доцент, А.В. Сазонова, аспирантка  
Юго-Западный государственный университет, Курск

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ИОНОВ ХРОМА (III)

*Данная статья посвящена очистке сточных вод от ионов тяжёлых металлов. В качестве сорбента использованы природные карбонатные породы. Рассмотрены оптимальные условия сорбции. Проанализированы кинетические кривые и изотермы сорбции ионов хрома (III).*

**Ключевые слова:** *очистка сточных вод, сорбция, тяжёлые металлы, кинетика, карбонатная порода.*

Решение проблемы защиты окружающей среды зависит от успешной очистки промышленных сточных вод от ионов тяжёлых металлов. Серьёзную проблему представляет удаление хрома (VI) из сточных вод гальванических производств. Обезвреживание хромсодержащих стоков промышленных предприятий основано на восстановлении шестивалентного хрома до трехвалентного в кислой среде с последующим осаждением гидроксида хрома (III) щелочами.

В работе [1] в качестве сорбентов часто используются активные угли, синтетические сорбенты, различные отходы производства. Адсорбция на активных углях – один из эффективных методов очистки сточных вод. Однако такие угли являются дорогостоящими адсорбентами и производятся в небольших количествах. Основная практическая задача при сорбционной очистке сточных вод от ионов тяжёлых металлов заключается в подборе местных материалов, имеющих невысокую стоимость, но достаточную глубину очистки. Природные местные сорбенты в десятки раз дешевле искусственных адсорбентов, могут обеспечивать достаточную глубину очистки сточных вод. При выборе сорбента в процессе очистки воды можно исключить стадию регенерации и тем самым упростить её. Кроме того, используемые в промышленности сорбенты должны подщелачивать очищаемую воду, то есть корректировать значение pH раствора. Этим требованиям отвечает изучаемая природная карбонатная порода.

Мощный меловой пояс простирается через весь Европейский континент, включая север Франции, южную часть Англии, Польшу, проходит через Украину, Россию и смещается в Азию – Сирию и Ливийскую пустыню.

Курская область обладает уникальными по объёмам и разнообразию природными карбонатными ресурсами. Поэтому в качестве сорбционного материала использовали карбонатные породы, которые представляют собой высокодисперсные системы.

Исследование структурных и микроскопических характеристик изучаемого сорбента показало, что он состоит из тригональными кристаллами кальцита и ромбическими кристаллами доломита.

Целью данной работы является исследование природного сорбента для концентрирования ионов хрома (III). В качестве адсорбтивов использованы модельные водные растворы и сточные воды цеха покрытия металлов гальваническим способом, содержащие ионы хрома (III). Для приготовления водных растворов использовали реактивы квалификации «ч.д.а.» и «х.ч.». Исследовали водные растворы хрома (III) с концентрацией 0,02 г/л при температуре 298 К в объёме раствора  $V = 50$  мл.

Определение суммарного содержания малых количеств хрома (III) и (VI) проводили фотометрическим методом по стандартной методике. Дифенилкарбазид реагирует в кислой среде с бихромат-ионами с образованием соединения фиолетового цвета, в котором хром содержится в восстановленной форме в виде хрома (III), а дифенилкарбазид окислен до дифенилкарбазона. Метод очень чувствителен: при  $\lambda = 540$  нм молярный коэффициент поглощения  $E = 4,2 \cdot 10^4$ .

Для нахождения оптимальных параметров сорбции, а также установления сорбционных свойств карбонатной породы было изучено влияние массы сорбента на сорбцию ионов хрома (III).

В работе использован метод одноступенчатой статической сорбции. Сорбцию проводили добавлением к изучаемым растворам хрома (III) навески карбонатных пород, измельчённые до зёрен размером 0,06–2,0 мм. Затем перемешивали магнитной мешалкой и через определённые промежутки времени отбирали пробы и определяли остаточную концентрацию ионов хрома (III). Данные о влиянии массы карбонатной породы на сорбцию ионов хрома (III) представлены в таблице.

Влияние массы карбонатных пород на сорбцию ионов хрома (III)  
при соотношении фаз:  $t = 30$  мин,  $V = 50$  мл,  $C = 0,02$  г/л

m, г	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	1	1,5
$C_{\text{ост}}$ , мг/л	2,22	1,60	1,36	0,88	0,52	0,14	0
S, %	99,4	99,6	99,65	99,775	99,90	99,975	100
pH	6,82	6,97	7,28	7,24	7,26	7,20	7,26

Известно, что существенное влияние на процесс сорбции и выбор сорбента для очистки сточных вод оказывает водородный показатель среды (pH). В процессе сорбции ионов хрома (III) наблюдается повышение значения pH среды с 3,58 до 7,26, что можно объяснить гидролизом карбонатов кальция и магния. Это может быть немаловажным фактором при выборе сорбента для нейтрализации сточных вод в процессе очистки кислых промышленных стоков.

Степень очистки ( $CO$ , %) показывает долю абсолютного количества вещества, которое улавливается сорбентом и дает достаточно полное представление о характере процесса. Данный показатель является важным критерием при определении оптимальных условий процесса сорбции и рассчитывается по следующей формуле:

$$CO = \frac{(C_0 - C_{\text{ост}}) \cdot 100\%}{C_0},$$

где  $C_0$  – исходная концентрация, г/л;  
 $C_{\text{ост}}$  – остаточная концентрация, г/л.

Полученные данные позволяют выбрать оптимальную массу сорбента для определения кинетики сорбции ионов хрома (III) карбонатными породами. Результаты исследований представлены кинетической кривой на рисунке.

На первом участке ступенчатой кинетической кривой сорбция ионов хрома (III) продолжается первую минуту после начала контактирования фаз. На втором участке в течение последующих 2–30 минут величина сорбции незначительно возрастает. Полная сорбция ионов хрома (III) происходит после 30-минутного взаимодействия, наступает сорбционное равновесие. Дальнейшее увеличение времени контактирования нецелесообразно.



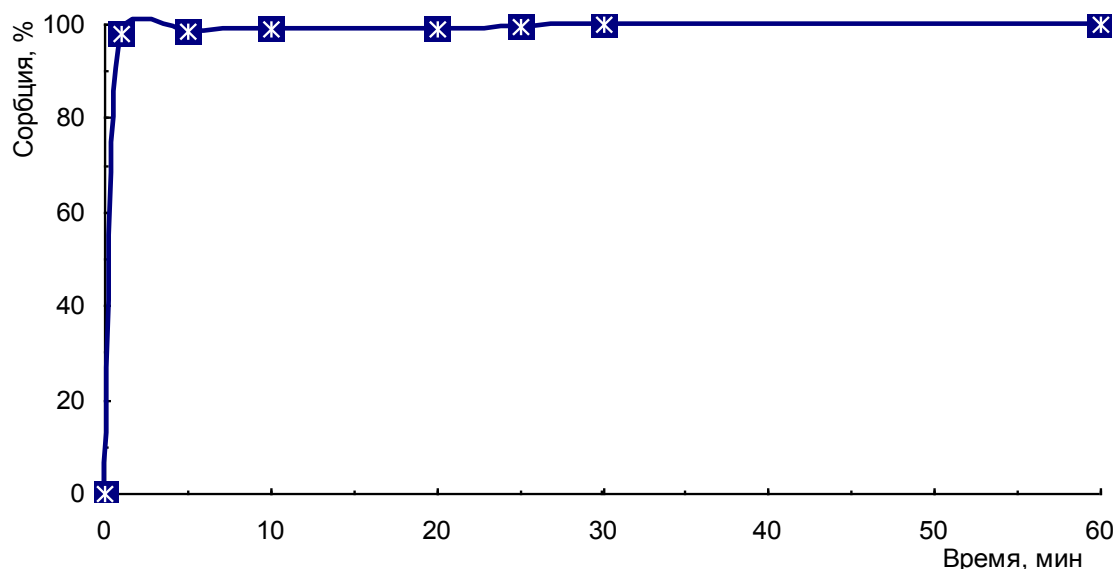


Рис. Кинетическая кривая сорбции ионов хрома (III) карбонатной породой

Сопоставление рассмотренных литературных данных [2] и данных, полученных нами, позволяет сделать следующий вывод: ступенчатый характер кинетических кривых сорбции является следствием того, что адсорбция ионов хрома (III) происходит на микропористых карбонатных породах. На первом этапе сорбции существенную роль играет массоперенос на границе раздела фаз и взаимодействие ионов хрома (III) с поверхностью карбонатной породы, на втором этапе – внутренняя диффузия ионов хрома (III) в доступные по размерам поры сорбента, позволяющая ионам хрома (III) вновь сорбироваться на внешней поверхности сорбента. Установлено, что для всех ступенчатых кинетических кривых первый участок можно описать с помощью уравнений первого порядка, а второй участок не описывается интегральными уравнениями кинетических моделей ни первого порядка, ни второго порядка.

Полученные результаты исследований показали высокую адсорбционную способность карбонатной породы по отношению к ионам хрома (III). Сорбционная ёмкость карбонатных пород для ионов хрома (III) составляет 0,67 мг/г сорбента.

Предлагаемый способ сорбционной очистки сточных вод от ионов хрома (III) расширяет ассортимент применяемых при очистке материалов, позволяет использовать в качестве сорбента местные карбонатные породы.

В технологическом исполнении процесс сорбции необходимо осуществлять в контактных адсорберах, оснащенных механическими мешалками периодического действия. Разделение твердой и жидкой фаз проводится путем декантации и фильтрования. Регенерировать отработанный сорбент экономически нецелесообразно, поэтому его необходимо утилизировать.

В работе [3] одним из путей утилизации карбонатного сорбента является использование его в качестве наполнителей. Это связано с тем, что карбонат кальция в современной мировой индустрии является широко используемым материалом.

Развитие отраслей резинотехнической, стеклянной, бумажной, полимерной и др. промышленности требует увеличения выпуска качественных наполнителей, к которым в первую очередь относится мел. Отличительная особенность этого природного материала связана с тем, что он легко добывается и перерабатывается при относительно небольших затратах. Его добыча и переработка не вызывает серьезных экологических нарушений, а запасы практически неограниченны во многих европейских странах, странах бывшего СНГ и в России.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирейчева, Л.В. Комплексные сорбенты для очистки сточных вод от органических соединений и ионов тяжёлых металлов / Л.В. Кирейчева, Н.П. Андреева // Водочистка, водоподготовка, водоснабжение. 2009. №1. С. 43–46.
2. Алыков, Н.М. Сорбционное удаление из воды ионов тяжёлых металлов / Н.М. Алыков, А.В. Павлова // Безопасность жизнедеятельности. 2010. № 4. С. 17–20.
3. Кинетика сорбции ионов меди меловыми породами / Ф.Ф. Ниязи, В.С. Мальцева, О.В. Бурыкина, А.В. Сазонова // Известия Курск. гос. техн. ун-та. 2010. № 4 (33). С. 28–33.

F.F. Niyazi, V.S. Maltseva, A.V. Sazonova  
*Southwest State University, Kursk*

#### THE STUDY OF NATURAL SORBINTS FOR THE CONCENTRATION OF CHROMIUM IONS (III)

*Given article is devoted sewage treatment from ions heavy metals. As a sorbent natural carbonate rocks used. Examined the optimal condition of sorption. Analyzed the kinetic curve of sorption of chromium ions (III).*

**Keywords:** *sewage treatment, sorption, heavy metals, kinetic, carbonate rock.*

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.436.32(470.323)

Ж.Ю. Коптева, канд. экон. наук, преподаватель  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СКОТОВОДСТВЕ

*Данная статья посвящена проблеме острой необходимости внедрения и развития инновационной деятельности в АПК для повышения эффективности производства продукции скотоводства и обеспечения населения страны собственным молоком и мясом-говядиной.*

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, скотоводство, инновационный процесс, Курская область, ресурсосберегающие технологии.

Проблема увеличения производства и повышения качества продуктов скотоводства имеет огромное значение для удовлетворения потребностей населения в молоке и мясе-говядине. Инновационные процессы в скотоводстве переживают серьезный кризис, который обусловлен моральным и физическим износом основных фондов, оборудования, ухудшением технической оснащенности перерабатывающих предприятий. В настоящее время сохраняется проблема низкой продуктивности скота при еще несовершенной племенной работе и неудовлетворительной кормовой базе для животных, низкий уровень концентрации и механизации производства продукции, продолжающийся диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию.

Однако Россия располагает благоприятными возможностями для расширения отраслей мясного и молочного скотоводства. Об этом свидетельствует опыт дореволюционной России, где мясному скотоводству принадлежала значительная роль в производстве говядины. Но реформы 1990-х гг. привели к значительному сокращению поголовья скота, вследствие чего сократилось производство продукции скотоводства. За 20 лет поголовье коров в хозяйствах всех категорий сократилось в 4 раза, а в сельскохозяйственных предприятиях – в 6 раз, что оказало влияние на продовольственную и экономическую безопасность страны в обеспечении населения собственной продукцией скотоводства (молоком и мясом). Доля импорта говядины в России увеличилась с 11% в 2000 г. до 44,9% в 2007 г., что является фактором, сдерживающим развитие отечественного производства.

Мероприятия по внедрению ресурсосберегающих технологий в скотоводстве, совершенствованию системы селекционных и организационных

мер, направленных на создание оптимальных условий для реализации генотипа, оказывают существенное влияние на повышение эффективности и конкурентоспособности молочного и мясного скотоводства. Инновационная деятельность призвана обеспечить коренные преобразования в технике и технологии производства продукции, мобилизацию не только технических, но и экономических, организационных и социальных факторов, которые будут создавать предпосылки для значительного повышения производительности труда. Также научно-технический прогресс стимулирует интенсификацию производства, улучшение качества молочной и мясной продукции и снижение ее себестоимости. До настоящего времени преимущество отдавалось совершенствованию уже существующих технологий и частичной модернизации машин и оборудования. Такие меры давали незначительную отдачу. Поэтому в современных условиях необходим переход к принципиально новым технологиям, к технике новых поколений.

При весьма низких технологических показателях в скотоводстве невозможно обеспечить безубыточность производства. Это и происходит в молочном скотоводстве при экстенсивных технологиях. В Курской области суточные привесы при выращивании молодняка в среднем составляют около 300 г, среднегодовой удой на 1 корову не превышает 3 тыс. кг. Животные часто не отвечают требованиям стандарта по породе, среди выбракованных коров велика доля животных, непригодных к воспроизводству. Требуется увеличивать насыщенность ферм современной техникой для механизации процессов кормоприготовления, кормораздачи, доения коров, уборки навоза и т.д.

Современные высокомеханизированные технологии в молочном и мясном животноводстве должны учитывать два основополагающих принципа: во-первых, это максимальный учет биологических особенностей животных, создание им необходимых условий для максимального проявления потенциала молочной и мясной продуктивности при выполнении всех технологических операций; во-вторых, достижение максимальной производительности труда, при благоприятных условиях работы обслуживающего персонала, экономии труда и материально-технических ресурсов [1].

Переход к новым более прогрессивным технологиям производства и системам организации труда на основе применения на молочных комплексах и крупных фермах поточно-цеховой системы производства продукции является важным направлением в скотоводстве. Например, в хозяйстве «Барыбино» Московской области была проведена реконструкция типовых молочных ферм и повсеместно внедрено беспривязное содержание скота. При таком содержании у каждой коровы есть датчик, который позволяет её автоматически идентифицировать. Компьютер «узнаёт» каждую корову, записывает ее удой, скорость молокоотдачи, если корова пришла в охоту или начинается мастит, и если в связи с изменением физиологического состояния коров

нужно переставить из одной группы животных в другую – компьютер сделает это с помощью автоматических селекционных ворот. При этом появляются широкие возможности для автоматизации контроля молокоотдачи, своевременного съема аппаратов с вымени и управления ее преддоильной подготовкой, учета продуктивности и здоровья каждой коровы, в результате значительно повышается качество молока, и эффективной селекционно-племенной работы [3].

В настоящее время и в Курской области есть положительные примеры внедрения современных технологий: хозяйства «Правда» Большесолдатского района, «Красное знамя» Глушковского района, имени Черняховского Курского района и другие убрали старые энергозатратные навозоудаляющие транспортеры, тем самым сократив расход электроэнергии почти в два раза. ЗАО «Мир» Железнодорожного района в крыши коровников вмонтировали светопроницающие материалы, вследствие чего исчезла необходимость в электроосвещении животноводческих комплексов днем [2].

В своем интервью первый заместитель председателя комитета АПК Курской области Бычков Вячеслав Владимирович отметил, что запланировано увеличение объемов производства молока на основе внедрения высокоэффективных технологий производства. В хозяйствах области, как рассказал В.В. Бычков, имеется одиннадцать современных доильных залов, где оператор машинного доения с применением компьютерных технологий обслуживает до 100 и более дойных коров, что позволило значительно повысить эффективность труда обслуживающего персонала. В Рыльском районе, например, по новым высокоэффективным ресурсосберегающим технологиям производится 7105 т молока. Также он отметил, что в хозяйствах области продолжается процесс совершенствования производственной базы молочного животноводства и до конца года будут сданы в эксплуатацию 10 комплексов по производству молока и мяса [4].

Однако процесс внедрения инноваций требует больших финансовых вложений. Причинами, сдерживающими вложения инвестиций и кредитования молочного и мясного бизнеса, являются высокая степень риска, недостаточная ответственность получателей кредитов за их невозврат, отсутствие льготного налогообложения банков по доходам, получаемым от кредитования инновационных проектов, длительная окупаемость капиталовложений. Поэтому необходимо эффективно использовать инвестиции, от этого во многом зависит возрождение и развитие агропромышленного комплекса в целом и его отдельных подкомплексов. На данном этапе в стране они в значительной мере будут предопределять рост экономики хозяйств, помогут выжить в условиях недостаточной государственной поддержки АПК. Для существенного увеличения производства молока и мяса и повышения его эффективности Правительству РФ целесообразно увеличить ежегодную финансовую государственную поддержку сельскохозяйственных предприятий

в расчете на 1 молочную корову – 5–6 тыс. руб. и на 1 мясную корову – 3–4 тыс. руб., а на гектар пашни – не менее 7 тыс. руб. В условиях современного состояния АПК России инновационные процессы стали важнейшим фактором, помогающим выжить сельхозтоваропроизводителям.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белова, Т.В. Проблемы развития Российского молочного животноводства / Т.В. Белова // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Курск, 20–22 марта 2007 г.). Курск: Изд-во КГСХА, 2007. Ч. 1. С. 140–141.

2. Горбачев, И.В. Точки приложения Курских аграриев [Электронный ресурс] / И.В. Горбачев. Режим доступа: <http://www.rkursk.ru/saiti/apk/invest.htm/>.

3. Курская область: в животноводстве стабильный рост по всем показателям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.AgroNews.ru/>.

4. Интервью первого заместителя председателя комитета АПК Курской области Бычкова Вячеслава Владимировича [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://apk.rkursk.ru/animal.htm>.

Z.J. Kopteva

*Southwest State University, Kursk*

#### FEATURES OF INNOVATIVE PROCESS IN CATTLE BREEDING

*Given article is devoted a problem of a severe need of introduction and development of innovative activity in agrarian and industrial complex for increase of production efficiency of production of cattle breeding, and maintenance of the population of the country with own milk and meat-beef.*

*Keywords: agriculture, cattle breeding, innovative process, Kursk area, resource-saving technologies.*

УДК 551.52

О.Н. Марганова, канд. экон. наук, доцент, О.С. Лобова, магистрант  
Юго-Западный государственный университет, Курск

#### ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА ЗЕМЛИ И «ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ»: ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕРЫ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

*Ключевые слова: климат, электрическая энергия, глобальное потепление.*

*В статье рассматривается актуальная проблема современности, связанная с потеплением климата, изучаются возможные последствия изменения климата и предлагаются меры по их устранению.*

Как известно, в настоящее время 60–65% мирового производства электроэнергии приходится на тепловые электростанции, сжигающие углеводородное топливо. При этом только окислов углерода в атмосферу выбрасывается ежегодно около 23 млрд т в пересчете на углекислый газ  $\text{CO}_2$ , то есть приблизительно по 4 т парникового газа на одного жителя нашей планеты. Ожидаемое утроение производства электроэнергии к 2050 г. увеличит нагрузку на атмосферу до 69 млрд т в пересчете на  $\text{CO}_2$ .

Глобальное потепление – это процесс постепенного увеличения среднегодовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. Изменение климата на Земле происходит как в результате естественных внутренних процессов, так и в ответ на внешние воздействия. Среди основных внешних воздействий – изменения орбиты Земли, солнечной активности, вулканические выбросы и парниковый эффект (следствие выброса в атмосферу парниковых газов).

Автомобильные выхлопы, заводские трубы и другие созданные человеком источники загрязнения вместе выбрасывают в атмосферу около 22 миллиардов тонн углекислого газа и других парниковых газов в год.

Парниковый эффект – повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

Большинство ученых в мире рассматривают их как крупнейшие экологические проблемы современности.

Наблюдаемое в настоящее время изменение климата, которое выражается в постепенном повышении среднегодовой температуры начиная со второй половины прошлого века, большинство ученых связывают с накоплением в атмосфере так называемых «парниковых газов» – диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), хлорфторуглеродов (фреонов), озона ( $\text{O}_3$ ), оксидов азота и др. Эти газы выполняют роль плёнки или стекла теплицы (парника), они свободно пропускают солнечные лучи к поверхности Земли и задерживают тепло, покидающее атмосферу планеты.

В связи со сжиганием человеком все большего количества ископаемого топлива: нефти, газа, угля и др. (ежегодно более 9 млрд т условного топлива) – концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере постоянно увеличивается. За счет выбросов в атмосферу при промышленном производстве и в быту растет содержание фреонов (хлорфторуглеродов). На 1–1,5% в год увеличивается содержание метана (выбросы из подземных горных выработок, сжигание биомассы и др.). В меньшей степени растет содержание в атмосфере и оксида азота (на 0,3% ежегодно).

Следствием увеличения концентраций этих газов, создающих парниковый эффект, является рост средней глобальной температуры воздуха у земной поверхности. За последние 100 лет наиболее теплыми были 1980, 1981, 1983, 1987, 1988 и 2010 гг. В 1988 г. среднегодовая температура оказалась на 0,4°C выше, чем в 1950–1980 гг. Расчеты некоторых ученых показывают, что в 2005 г. она повысится на 1,3°C по сравнению с 1950–1980 гг. [2, с. 45].

Позиция Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН, согласованная с национальными академиями наук стран «Большой восьмёрки», заключается в том, что средняя температура по Земле поднялась на 0,7°C со времени начала промышленной революции (со второй половины XVIII века) и «большая доля потепления, наблюдавшегося в последние 50 лет, вызвана деятельностью человека», в первую очередь выбросом газов, вызывающих парниковый эффект: углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>). Оценки, полученные по климатическим моделям, на которые ссылается МГЭИК, говорят, что в XXI веке средняя температура поверхности Земли может повыситься на величину от 1,1 до 6,4°C. В отдельных регионах температура может немного понизиться [1, с. 8].

По мнению ученых, с 90-процентной вероятностью наблюдаемые изменения климата связаны с деятельностью человека – сжиганием углеродного ископаемого топлива (т.е. нефти, газа, угля и др.), промышленными процессами, а также сведением лесов – естественных поглотителей углекислого газа из атмосферы.

Возможные последствия изменения климата:

1. Изменение частоты и интенсивности выпадения осадков.

В целом климат на планете станет более влажным. Но количество осадков не распространится по Земле равномерно. В регионах, которые и так на сегодняшний день получают достаточное количество осадков, их выпадение станет интенсивнее. А в регионах с недостаточным увлажнением участятся засушливые периоды.

2. Повышение уровня моря.

В течение XX века средний уровень моря повысился на 0,1–0,2 м. По прогнозам ученых, за XXI век повышение уровня моря составит до 1 м. В этом случае наиболее уязвимыми окажутся прибрежные территории и небольшие острова. Такие государства, как Нидерланды, Великобритания, а также малые островные государства Океании и Карибского бассейна первыми подпадут под опасность затопления. Кроме этого участятся высокие приливы, усилятся эрозия береговой линии.

3. Угроза для экосистем и биоразнообразия.

Существуют прогнозы исчезновения до 30–40% видов растений и животных, поскольку их среда обитания будет изменяться быстрее, чем они могут приспособиться к этим изменениям.



При повышении температуры на 1 градус прогнозируется изменение видового состава леса. Леса являются естественным накопителем углерода (80% всего углерода в земной растительности и около 40% углерода в почве). Переход от одного типа леса к другому будет сопровождаться выделением большого количества углерода.

#### 4. Таяние ледников.

Современное оледенение Земли можно считать одним из самых чутких индикаторов происходящих глобальных изменений. Спутниковые данные показывают, что начиная с 1960-х годов произошло уменьшение площади снежного покрова примерно на 10%. С 1950-х годов в Северном полушарии площадь морского льда сократилась почти на 10–15%, а толщина уменьшилась на 40%. По прогнозам экспертов Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург), уже через 30 лет Северный ледовитый океан в течение теплого периода года будет полностью вскрываться из-под льда.

По данным ученых, толща Гималайских льдов тает со скоростью 10–15 м в год. При нынешней скорости этих процессов две трети ледников исчезнут к 2060 году, а к 2100 году все ледники растают окончательно.

Ускоренное таяние ледников создает ряд непосредственных угроз человеческому развитию. Для густонаселенных горных и предгорных территорий особую опасность представляют лавины, затопления или, наоборот, снижение полноводности рек и, как следствие, сокращение запасов пресной воды.

#### 5. Сельское хозяйство.

Влияние потепления на продуктивность сельского хозяйства неоднозначно. В некоторых районах с умеренным климатом урожайность может увеличиться в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений. В тропических и субтропических регионах урожайность в целом, по прогнозам, будет снижаться.

Самый серьезный удар может быть нанесен беднейшим странам, наименее всего готовым приспособиться к изменениям климата. По данным МГЭИК, к 2080 году число людей, сталкивающихся с угрозой голода, может увеличиться на 600 млн чел., что вдвое больше числа людей, которые сегодня живут в бедности в Африке к югу от Сахары.

#### 6. Водопотребление и водоснабжение.

Одним из последствий климатических изменений может стать нехватка питьевой воды. В регионах с засушливым климатом (Центральная Азия, Средиземноморье, Южная Африка, Австралия и т. п.) ситуация еще более усугубится из-за сокращения уровня выпадения осадков.

Из-за таяния ледников существенно снизится сток крупнейших водных артерий Азии – Брахмапутры, Ганга, Хуанхэ, Инда, Меконга, Салуэна и Янцзы. Недостаток пресной воды коснется не только здоровья людей и раз-

вития сельского хозяйства, но также повысит риск политических разногласий и конфликтов за доступ к водным ресурсам.

#### 7. Здоровье человека.

Изменение климата, по прогнозам ученых, приведет к повышению рисков для здоровья людей, прежде всего менее обеспеченных слоев населения. Так, сокращение производства продуктов питания неизбежно приведет к недоеданию и голоду. Аномально высокие температуры могут привести к обострению сердечно-сосудистых, респираторных и других заболеваний.

Повышение температуры может привести к изменению географического распространения различных видов животных, являющихся переносчиками заболеваний. С повышением температуры ареалы теплолюбивых животных и насекомых (например, энцефалитных клещей и малярийных комаров) будут распространяться севернее, в то время как люди, населяющие эти территории, не будут обладать иммунитетом к новым заболеваниям [3].

По мнению экологов, предотвратить полностью прогнозируемые изменения климата человечеству вряд ли удастся. Однако в человеческих силах смягчить климатические изменения, сдерживать темпы роста температуры с тем, чтобы избежать опасных и необратимых последствий в будущем [4].

Широкий консенсус среди учёных-климатологов относительно продолжения роста глобальных температур привёл к тому, что ряд государств, корпораций и отдельных людей пытаются предотвратить глобальное потепление или же приспособиться к нему. Многие экологические организации ратуют за принятие мер против изменения климата, в основном потребителями, но также на муниципальном, региональном и правительственном уровнях. Некоторые также выступают за ограничение мирового производства ископаемых видов топлива, ссылаясь на прямую связь между сжиганием топлива и выбросами CO<sub>2</sub>.

На сегодняшний день основным мировым соглашением о противодействии глобальному потеплению является Киотский протокол (согласован в 1997, вступил в силу в 2005), дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Протокол включает более 160 стран мира и покрывает около 55 % общемировых выбросов парниковых газов. Первый этап осуществления протокола закончился в конце 2012 года, международные переговоры о новом соглашении начались в 2007 году на острове Бали (Индонезия) и были продолжены на конференции ООН в Копенгагене в декабре 2009.

В 1980 году более 100 млн т CO<sub>2</sub> было выброшено в атмосферу в восточной части Северной Америки, Европе, западной части СССР и крупных городах Японии. Выбросы CO<sub>2</sub> развитых стран в 1985 году составили 74% от общего объёма, а доля развивающихся стран составила 24%. Ученые предполагают, что к 2025-му году доля развивающихся стран в производстве углекислого газа возрастет до 44%. В последние годы Россия и страны бывшего СССР значительно сократили выбросы в атмосферу CO<sub>2</sub> и других теплич-

ных газов. Это прежде всего связано с переменами, происходящими в этих странах, и падением уровня производства. Россия, согласно заявлению президента Дмитрия Медведева, намерена поддержать инициативу ЕС и примет на себя обязательства по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> на 20–25%.

В декабре 1997 года на встрече в Киото (Япония), посвященной глобальному изменению климата, делегатами из более чем 160 стран была принята конвенция, обязывающая развитые страны сократить выбросы CO<sub>2</sub>. Киотский протокол обязывает 38 индустриально развитых стран сократить к 2008–2012 годам выбросы CO<sub>2</sub> на 5 % от уровня 1990 года: Европейский союз должен сократить выбросы CO<sub>2</sub> и других тепличных газов на 8%. США – на 7%, Япония – на 6%.

Протокол предусматривает систему квот на выбросы тепличных газов. Суть его заключается в том, что каждая из стран (пока это относится только к тридцати восьми странам, которые взяли на себя обязательства сократить выбросы) получает разрешение на выброс определенного количества тепличных газов. При этом предполагается, что какие-то страны или компании превысят квоту выбросов. В таких случаях эти страны или компании смогут купить право на дополнительные выбросы у тех стран или компаний, выбросы которых меньше выделенной квоты. Таким образом, предполагается, что главная цель – сокращение выбросов тепличных газов в следующие 15 лет на 5% – будет выполнена [2, с. 47].

Существует конфликт и на межгосударственном уровне. Такие развивающиеся страны, как Индия и Китай, вносящие значительный вклад в загрязнение атмосферы тепличными газами, присутствовали на встрече в Киото, но не подписали соглашение. Развивающиеся страны вообще с настороженностью воспринимают экологические инициативы индустриальных государств. Аргументы просты:

- основное загрязнение тепличными газами осуществляют развитые страны;
- ужесточение контроля на руку индустриальным странам, так как это будет сдерживать экономическое развитие развивающихся стран;
- загрязнение тепличными газами накоплено развитыми странами в процессе их развития.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефременко, Д.В. Глобальные изменения климата как политический вызов / Д.В. Ефременко // Энергия: экономика, техника, экология. 2008. № 8. С. 7–12.
2. Крейнин, Е.В. Глобальный климат и парниковый эффект: причинно-следственные связи, Киотский протокол и технические решения / Е.В. Крейнин // Экология и промышленность России. 2009. № 5. С. 43–48.

3. Денисов, А. Парниковый эффект [Электронный ресурс] / А. Денисов. Режим доступа: <http://www.eco.gia.ru>.

4. Егошин, А.В. Глобальное потепление: факты, гипотезы, комментарии [Электронный ресурс] / А.В. Егошин. Режим доступа: <http://www.priroda.su>.

O.N. Marganova, O. S. Lobov  
*Southwest State University, Kursk*

### THE CLIMATE GLOBAL WARMING OF THE EARTH AND «GREENHOUSE EFFECT»: POSSIBLE CONSEQUENCES AND MEASURES ON CLIMATE CHANGE COUNTERACTION

*In the article the present actual problem connected with climate warming is considered, and also possible consequences of climate change are studied and measures on their elimination are offered.*

**Keywords:** *a climate, electric energy, global warming.*

УДК 330.341

О.В. Кудина, канд. экон. наук, доцент, Э.Н. Аметова, студентка  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

### СТИМУЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОРПОРАЦИЙ: МИРОВОЙ ОПЫТ

*Развитие новых технологий приводит к тому, что экономический рост все чаще определяется той долей продукции и оборудования, которая содержит прогрессивные знания и современные решения. В работе систематизируются методы стимулирования инновационной деятельности развитых и стремительно развивающихся стран. Отмечаются новые формы стимулирования технического прогресса в России.*

**Ключевые слова:** *инновации, инновационная деятельность, методы стимулирования.*

В мировой практике имеется широкий спектр экономических инструментов научно-технической, инновационной и промышленной политики, с помощью которых можно управлять инновационным процессом на макро- и микроуровнях. В развитых странах сформировались комплексные системы стимулирования различных аспектов и этапов инновационного процесса, которые состоят из множества прямых и косвенных инструментов стимулирующего воздействия и позволяют охватить достаточно широкий спектр видов деятельности, начиная с исследований и завершая рыночным продвижением новых технологий, товаров и услуг.

Однако применение прямых инструментов стимулирования инновационной деятельности корпораций в полном объеме требует значительных финансовых ресурсов, что не по силам даже самым богатым странам. В связи с этим значительное внимание уделяется косвенным методам реализации инновационной политики государства, которые, с одной стороны, направлены на стимулирование инновационных процессов, а с другой – на создание благоприятных экономических условий и социально-политического климата для научно-технического развития.

Наибольший интерес представляет опыт стран, составляющих технологическое ядро мирового развития: США, Япония, Германия, Великобритания, Франция. Модели инновационного развития этих стран обладают многими общими, но и отличительными чертами. В последние годы значительный опыт стимулирования инноваций накоплен в ряде других стран, активно продвигающихся по пути технологического развития: Швеция, Люксембург, Финляндия, Южная Корея, Китай, США, Исландия, Сингапур и другие.

Проведенный анализ опыта развитых и стремительно развивающихся стран позволил выделить следующие формы стимулирования инновационной деятельности предприятий и корпораций:

- государственные программы финансовой и технической поддержки инновационных производств, выполняющих НИОКР по тематике правительственных организаций (США, Япония, Великобритания, Индия, Китай и другие страны);
- прямое финансирование (субсидии, займы), которое достигает 50% расходов на создание новой продукции и технологий (Франция, США и другие);
- предоставление ссуд, в том числе без выплаты процентов (Швеция); безвозмездные ссуды на покрытие 50% затрат на внедрение новшеств (Германия);
- целевые дотации на научно-исследовательские разработки (практически во всех развитых странах);
- создание фондов внедрения инноваций с учетом возможного коммерческого риска (Англия, Германия, Франция, Швейцария, Нидерланды);
- государственные программы по снижению рисков и возмещению рискованных убытков (США, Япония);
- снижение государственных пошлин для индивидуальных изобретателей и представление им налоговых льгот (Австрия, Германия, США, Япония и др.), а также создание специальной инфраструктуры для их поддержки и экономического страхования (Япония);
- облегчение налогообложения для предприятий, действующих в инновационной сфере, в том числе исключение из налогообложения затрат на НИОКР, льготное налогообложение университетов и НИИ (США, Великобритания, Индия, Китай, Япония);

- отсрочка уплаты пошлин или освобождение от них, если изобретение касается экономии энергии (Австрия);
- бесплатные услуги патентных поверенных по заявкам индивидуальных изобретателей, освобождение от уплаты пошлин (Нидерланды, Германия, Япония, Индия);
- законодательное обеспечение защиты интеллектуальной собственности и авторских прав (во всех развитых странах);
- создание широкой сети фондов венчурного капитала, используемого для реализации инновационных проектов (во всех развитых и развивающихся странах);
- создание сети научных парков, бизнес-инкубаторов и зон технологического развития (во всех развитых и развивающихся странах);
- создание мощных государственных организаций (корпораций, агентств), обеспечивающих всестороннюю научно-техническую, финансовую и производственную поддержку инновационных предприятий (США, Япония, Индия, Китай и др. страны);
- информационно-поисковые специализированные сайты по прогрессивным технологиям и инновационным разработкам, позволяющие заинтересованным предприятиям быстро найти необходимые технические решения и возможных партнёров.

Опыт некоторых развитых и стремительно развивающихся стран в сфере активизации инновационной деятельности в инновационном секторе и организации процессов ускоренной коммерциализации новых разработок свидетельствует о необходимости системного государственного подхода к модернизации экономики России на основе всестороннего стимулирования инновационной деятельности во всех отраслях народного хозяйства.

В настоящее время перед страной, совсем недавно бывшей второй по экономическому и научно-техническому потенциалу державой мира, со всей остротой стал вопрос о принадлежности к числу промышленно развитых стран вообще. Экспортно-сырьевая ориентация экономики не только затормозила развитие обрабатывающих отраслей, включая наукоемкое производство, но и привела к началу процесса деиндустриализации страны, признаки которого проявляются все сильнее.

Наукоемкий сектор промышленного производства за последние десятилетия сократился с 77,2 % до 9 %. По индексу инноваций Россия находится на 34-м месте в мире, по уровню технологий – на 66-м месте, по конкурентоспособности – на 70-м месте. Вся сложность состоит в том, что проблема ускорения инновационного развития носит комплексный характер. Она включает помимо чисто экономических факторов и кадровые, социальные, культурные, этнографические и многие другие. Утрата статуса технологической державы создает реальную угрозу национальной безопасности и суверенитету.

В России имеются значительные фундаментальные и технологические разработки, существуют возможности реализации инновационного потенциала научных достижений в производстве и других сферах деятельности. Однако инновационная деятельность в России не имеет четкой концепции развития. Основной правовой базой на федеральном уровне, регулирующей инновационный процесс, в настоящее время является законодательство в области интеллектуальной собственности. При этом вопросы стимулирования инновационной деятельности и поддержки инновационного бизнеса имеют фрагментарный, но не до конца проработанный характер. Подчас они слабо увязаны между собой, отдельные нормы изложены недостаточно четко, не стимулируют использование достижений научно-технического прогресса в развитии отечественного производства, защиту отечественного товаропроизводителя и потребителя. Инновационная сфера остается малопривлекательной для отечественного банковского капитала, иностранных инвесторов и частного капитала. Необходимо не только формирование прогрессивного технологического уклада, но и использование всего арсенала инструментов государственного регулирования инновационной деятельности (табл.).

Сравнительный анализ, основных методов и инструментов поддержки инновационной деятельности в России и зарубежных странах

Методы и инструменты поддержки	Страна		
	Россия	развитые страны	новые индустриальные страны
Нормативно-правовые документы, регулирующие инновационную деятельность	Используется недостаточно	Используется	Используется недостаточно
Информационное обеспечение инновационной деятельности	Используется недостаточно	Используется	Используется недостаточно
Система субсидирования и льготного налогообложения	Используется недостаточно	Используется	Используется недостаточно
Партнерство государства и частного сектора во всех направлениях инновационной деятельности	Используется недостаточно	Используется	Используется
Институты развития (фонды, программы)	Используется недостаточно	Используется	Используется
Трансфер технологий	Используется недостаточно	Используется	Используется недостаточно
Венчурная индустрия	Используется недостаточно	Используется	Используется недостаточно
Создание инновационных компаний государственными вузами и НИИ	Практически отсутствует	Используется	Практически отсутствует

Можно сделать вывод, что созданные в России новые формы стимулирования технического прогресса в производственной сфере – технопарки, бизнес-инкубаторы, инновационно-технологические центры – проходят, по сути, период становления. То же самое можно сказать и о венчурном предпринимательстве, находящемся на начальном этапе своего развития.

В России пока не удается добиться эффективного взаимодействия научных организаций, а также университетов и институтов с частными компаниями, занимающимися инновационным бизнесом, что, как показывает зарубежный опыт, является неотъемлемым условием развития венчурного предпринимательства и успешной реализации инновационных проектов.

При всех недостатках и трудностях, тормозящих разработку и внедрение инноваций, Россия имеет все предпосылки для ускорения инновационного процесса и преодоления на этой основе экономического отставания от передовых держав. Сохраняющиеся заделы в развитии как фундаментальных, так и прикладных наук, широкоразветвленная сеть научно-исследовательских учреждений и организаций, высокий образовательный уровень населения, а также возможность активного использования рыночных рычагов и стимулов позволяет не только существенно активизировать инновационную деятельность, но и направить ее на реализацию наиболее перспективных и прорывных проектов.

*Исследование выполнено в рамках проекта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. Государственный контракт П764 от 20 мая 2010 года.*

---

1. Рощина, И.В. Разработка системы мониторинга в инновационной сфере региона / И.В. Рощина // Вестник Томского гос. ун-та. 2010. № 337. С. 153–158.

2. Лизун, В.И. Инновации в российской экономике: поиск новых форм и подходов / В.И. Лизун // Международная экономика. 2011. № 4. С. 50–58.

O.V. Kudina, E.N. Ametova  
Southwest State University, Kursk

#### **INNOVATIVE ACTIVITY STIMULATION OF CORPORATIONS: WORLD EXPERIENCE**

*The development of new technologies leads to the fact that economic growth is increasingly determined by the proportion of products and equipment, which includes advanced knowledge and modern solutions. In work methods are systematized of stimulation of innovative activity of developed*



*and rapidly developing countries. The new forms of stimulation of technical progress are marked in Russia.*

**Keywords:** *innovations, innovative activity, stimulation methods.*

УДК 621

О.Д. Воропаева, канд. экон. наук, доцент  
Юго-Западный государственный университет, Курск

### **БУХГАЛТЕРСКИЙ И НАЛОГОВЫЙ УЧЕТ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗЕРВА ПО СОМНИТЕЛЬНЫМ ДОЛГАМ В СООТВЕТСТВИИ С НОВЫМИ ПРАВИЛАМИ, ДЕЙСТВУЮЩИМИ С НАЧАЛА 2011 ГОДА**

*В данной статье излагаются новые правила формирования резерва по сомнительным долгам, его отражения в бухгалтерском и налоговом учете.*

**Ключевые слова:** *дебиторская задолженность, сомнительная дебиторская задолженность, безнадежные долги, сумма резерва по сомнительным долгам, бухгалтерский, налоговый учет.*

При создании резерва сомнительных долгов предприятие, соблюдая принцип осмотрительности, повышает качество информации, представленной в бухгалтерском балансе, устраняя завышение величины чистых активов за счет наличия в составе оборотных активов просроченной дебиторской задолженности. Использовать резерв сомнительных долгов можно только для того, чтобы погасить задолженность, по которой истек срок исковой давности, а также другие долги, нереальные для взыскания. Выгода от резерва заключается в том, что его сумму можно включить в состав внереализационных расходов предприятия на последнее число отчетного (налогового) периода. Каждый отчетный период сомнительную задолженность необходимо инвентаризировать и соответствующим образом корректировать резерв.

Величина резерва по сомнительным долгам является, исходя из ПБУ 21/2008, оценочным значением и может быть изменена.

В бухгалтерском учете с начала 2011 года, исходя из требований новой редакции п.70 Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности, все предприятия, в том числе и предприятия малого бизнеса, обязаны создавать резерв по сомнительным долгам. В противном случае они могут быть оштрафованы ИФНС.

Стоит отметить, что в новой редакции п. 70 не оговаривается, как раньше, то, что резервы создаются только по расчетам за продукцию, товары, работы, услуги, следовательно, к расчету принимаются и сомнительные долги по займам, а также суммы авансов, выданных поставщикам.

С начала 2011 года изменена формулировка и самого понятия «сомнительная задолженность». Если ранее сомнительным долгом признавалась дебиторская задолженность, которая не погашена в сроки, установленные договором, и не обеспечена соответствующими гарантиями, то в настоящий момент, как разъяснено в Письме Министерства финансов РФ от 16.05.2011 № 03-03-06/1/295: «Сомнительной считается дебиторская задолженность организации, которая не погашена или с высокой степенью вероятности не будет погашена в сроки, установленные договором, и не обеспечена соответствующими гарантиями». То есть сомнительной теперь можно признать и задолженность, срок погашения которой еще не наступил, но есть основания полагать, что она все же не будет погашена в срок, например исходя из информации о том, что с высокой долей вероятности дебитор не рассчитается по своим обязательствам.

В налоговом учете предприятие имеет по-прежнему право, а не обязанность создавать резерв по сомнительным долгам или нет. Так, в Письме Министерства финансов РФ от 16.05.2011 № 03-03-06/1/295 указано: «... в налоговом учете создание резерва по сомнительным долгам является правом организации». Решение по этому вопросу обязательно должно быть закреплено в налоговой учетной политике.

В налоговом учете резерв по сомнительным долгам формируется в соответствии с требованиями НК РФ, так ст. 266 НК РФ устанавливает ограничения по созданию резерва в зависимости от срока образования сомнительной задолженности и четко определяет суммы отчислений, тогда как бухгалтерский учет такие ограничения не устанавливает. Сама же сомнительная задолженность также определяется по результатам проведения в конце предыдущего отчетного (налогового) периода инвентаризации дебиторской задолженности.

Сумма резерва по сомнительным долгам определяется в налоговом учете следующим образом:

- по сомнительной задолженности со сроком возникновения свыше 90 дней – в сумму создаваемого резерва включается полная сумма выявленной на основании инвентаризации задолженности;
- по сомнительной задолженности со сроком возникновения от 45 до 90 дней (включительно) – в сумму резерва включается 50% от суммы, выявленной на основании инвентаризации задолженности;
- по сомнительной задолженности со сроком возникновения до 45 дней – сумма создаваемого резерва не увеличивается.

Суммы отчислений в создаваемые резервы включаются в состав прочих расходов и уменьшают налогооблагаемую прибыль. Однако это правило согласно подп. 7 п. 1 ст. 265 НК РФ действительно только для организаций, применяемых метод начисления. При этом в соответствии с п. 4 ст. 266 НК

РФ сумма создаваемого резерва по сомнительным долгам не может превышать 10% выручки отчетного (налогового) периода [2].

В бухгалтерской отчетности, исходя из п. 35 ПБУ 4/99, дебиторская задолженность отражается за вычетом величины созданного резерва по сомнительным долгам. В пассиве баланса сумма образованного резерва отдельно не отражается. В отчете о прибылях и убытках расходы в части формирования резерва по сомнительным долгам показываются свернуто, с суммой прочих доходов от списания неиспользованной суммы резерва. В отчете об изменениях капитала движение резерва по сомнительным долгам отражается в разделе III «Оценочные резервы».

В отличие от налогового законодательства Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в РФ не ограничивает величину создаваемого резерва по сомнительным долгам в зависимости от сроков погашения дебиторской задолженности и объема выручки от реализации продукции в отчетном периоде. Сумма данного резерва в бухгалтерском учете в момент признания долга сомнительным подлежит включению в состав прочих расходов единовременно.

Правила бухгалтерского и налогового учета резерва по сомнительным долгам имеют отличия, что обуславливает появление разниц по ПБУ 18/02.

Порядок формирования резерва в бухгалтерском учете основывается на определении величины резерва отдельно по каждому сомнительному долгу. С целью сближения порядка создания резерва в бухгалтерском и налоговом учете можно использовать методику, регламентированную к использованию в налоговом учете ст. 266 НК РФ. Но, как показывает практика, возможны случаи превышения сумм бухгалтерских расходов над расходами, признаваемыми для целей налогообложения по итогам каждого отчетного периода. Данные суммы подлежат учету как постоянные разницы, приводящие к образованию ПНО. Необходимо помнить, что в налоговом учете резерв по сомнительным долгам, как и прежде, создается только по просроченной задолженности, возникшей в связи с отгрузкой товаров, работ, услуг, и только на основании данных проведенной инвентаризации.

Кратко опишем случаи, когда могут возникать разницы между бухгалтерским и налоговым учетом при учете резерва по сомнительным долгам:

- при расчете налога на прибыль кассовым методом (в данной ситуации в бухгалтерском учете организация обязана создать резерв по сомнительным долгам, а в налоговом учете не имеет права создавать данный резерв);

- в бухгалтерском учете признается сомнительной не только тот вид задолженности, которая связана с реализацией товаров, выполнением работ, оказанием услуг, но и задолженность поставщиков по выданным авансам и заемщиков;

– при ведении по одному из должников процедуры банкротства или ликвидации, когда срок оплаты еще не истек, но данный дебитор не в состоянии рассчитаться по долгу: в такой ситуации в налоговом учете еще нет основания для включения суммы задолженности в резерв, т.к. должно пройти от сорока пяти до девяноста дней по истечении срока оплаты по договору, а в бухгалтерском учете требуется сумму данной задолженности включить в резерв;

– при превышении бухгалтерского резерва по сомнительным долгам налогового учёта, т.е. его величина более десяти процентов выручки отчетного (налогового) периода.

В том случае, если в отношении сомнительной задолженности ведется исполнительное производство, она не перестает оставаться сомнительной, а величина резерва по сомнительным долгам не подлежит изменению. В Письме Министерства финансов РФ от 18.03. 2011 № 03-03-06/1/148 указано, что передача исполнительного листа по взысканию задолженности не меняет критериев признания задолженности сомнительной, т.е. она по-прежнему не погашена в срок и ничем не обеспечена. Таким образом, факт наличия исполнительного листа не указан среди условий для признания задолженности сомнительной, следовательно, на величину резерва по сомнительным долгам исполнительное производство не влияет.

В деятельности хозяйствующего субъекта может сложиться ситуация, когда созданный резерв по сомнительным долгам не был использован ни в какой части на покрытие убытка по безнадежным долгам. Пункт 5 ст. 266 НК РФ разрешает перенос на будущий налоговый период всего созданного в предыдущем налоговом периоде резерва. При этом сумма вновь создаваемого резерва, как указано в Письме Министерства финансов РФ от 14.02.2011 № 03-03-06/1/97: «...в случае, если организация не использовала созданный резерв по сомнительным долгам ни в какой части и в полном объеме переносит его на следующий отчетный (налоговый) период, то сумма вновь создаваемого резерва, определяемая в порядке, установленном п.3 ст. 266 НК РФ (не более 10 процентов от выручки отчетного (налогового) периода), должна быть скорректирована в соответствии с п. 5 ст. 266 НК РФ». Порядок корректировки изложен в Письме Минфина РФ от 22.03.2010 № 03-03-06/1/165. При этом возможны следующие ситуации:

– если сумма вновь создаваемого резерва по сомнительным долгам в текущем отчетном периоде, исчисленная с учетом десятипроцентного ограничения, оказалась меньше, чем сумма предыдущего отчетного (налогового) периода, разницу налогоплательщик должен включить в состав внереализационных доходов;

– если же сумма вновь создаваемого по результатам инвентаризации резерва по сомнительным долгам в текущем отчетном периоде оказалась

больше суммы резерва предыдущего отчетного (налогового) периода, то разницу налогоплательщик включает в состав внереализационных расходов.

При списании безнадежной задолженности должны быть в наличии документы, подтверждающие размер и дату образования долга, акты инвентаризации дебиторской задолженности, являющиеся доказательством того, что на момент списания указанная задолженность не погашена, приказы руководителя о списании безнадежных долгов.

Согласно Письму УФНС России по г. Москве от 5.06.2007г № 20-12/052920 и определению Конституционного суда РФ от 12.05.2005г № 167-О, при отнесении в прочие расходы безнадежной дебиторской задолженности списывается вся сумма задолженности, т.е. включая НДС.

При списании долга из-за неплатежеспособности должника, согласно п. 77 Положения по ведению бухгалтерского учета, списываемая сумма задолженности должна отражаться за бухгалтерским балансом в течение пяти лет с момента списания для наблюдения за возможностью ее взыскания [3]. Для обобщения информации о состоянии дебиторской задолженности, списанной в убыток вследствие неплатежеспособности должников, предназначен счет 007 «Списанная в убыток задолженность неплатежеспособных дебиторов».

Таким образом, если организация создала резерв по сомнительным долгам, то долги, признанные безнадежными, списывают (в соответствии с п. 5 ст. 266 НК РФ) за его счет. При превышении в течение отчетного периода убытков от списания безнадежных долгов резерва по сомнительным долгам сумма превышения (согласно подп. 2 ст. 265 НК РФ) включается в состав внереализационных расходов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. Налоговый Кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации [Электронный ресурс]: [утверждено Приказом Минфина России № 34н от 29.07.98 г.]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. ПБУ 10/99 «Расходы организации» [Электронный ресурс]: [утверждено Приказом Минфина РФ от 06.05.1999 № 33н: в ред. от 27.11.2006]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

5. ПБУ 21/2008 «Изменения оценочных значений» [Электронный ресурс]: [утверждено Приказом Минфина РФ от 06.10.2008 г. № 106 н]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

O.D. Voropaeva  
*Southwest State University, Kursk*

**ACCOUNTING AND TAX ACCOUNTING OF THE FORMATIONS OF A PROVISION  
FOR DOUBTFUL DEBTS IN ACCORDANCE WITH THE NEW RULES VALID  
FROM BEGINNING OF 2011**

*This article presents new rules for the provision for doubtful debts, its reflection in accounting and tax accounting.*

*Keywords: receivables, doubtful receivables, bad debts, the amount of provision for doubtful accounts, accounting, tax accounting.*

УДК 621

О.Д. Воропаева, канд. экон. наук, доцент,  
И.Н. Родионова, канд. экон. наук  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

**ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА АМОРТИЗАЦИОННОЙ ПРЕМИИ  
И АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ**

*В данной статье излагаются актуальные вопросы учета амортизационной премии, амортизации основных средств по отдельным хозяйственным операциям, связанным с повторной модернизацией имущества, реализацией объекта основных средств, частичной ликвидацией объекта основных средств и др.*

**Ключевые слова:** *основные средства, амортизация, амортизационная группа, амортизационная премия, модернизация имущества, ликвидация объекта основных средств.*

В п. 1 ст. 256 НК РФ приведены общие критерии признания имущества амортизируемым: актив принадлежит организации на праве собственности (за исключением неотделимых улучшений в арендованное имущество), имущество используется для получения дохода, срок службы объекта превышает 12 месяцев. Последним критерием является стоимостной, при этом необходимо принимать во внимание, что с 01.01.2011 года амортизировать надо активы, стоящие более 40000 руб. Новый уровень стоимостного критерия установлен п.19 ст. 2 Федерального закона от 27.07.2010 г. № 229-ФЗ, который вступил в силу с 01.01.2011 г. При этом новый лимит подлежит применению только в отношении тех основных средств, которые введены в эксплуатацию после 01.01.2011г., а объекты, отнесенные к основным средствам, которые эксплуатировались до 01.01.2011 г., не подлежат исключению

из состава амортизируемого имущества. По ним следует продолжать начислять амортизацию по установленным нормам.

Начисление амортизационных отчислений по объекту основных средств, исходя из п. 21 ПБУ 6/01, начинается с первого числа месяца, следующего за месяцем принятия этого объекта к бухгалтерскому учету, и производится до полного погашения стоимости этого объекта либо списания этого объекта с бухгалтерского учета. Аналогичный порядок действует и для целей налогообложения при начислении амортизации линейным способом (п. 4 ст. 259 НК РФ, п. 5 ст. 259 НК РФ).

Начисление амортизации по реализованному объекту недвижимости прекращается в налоговом учете с первого числа месяца, следующего за месяцем, в котором имущество было передано покупателю по акту приема-передачи. Начисление же амортизации по объектам недвижимости в налоговом учете начинают после подачи документов на госрегистрацию.

При начислении амортизации необходимо принимать во внимание следующее: нельзя относить имущество стоимостью сорок тысяч рублей к амортизируемому, так как законодательством строго регламентировано, что амортизируются объекты стоимостью именно более сорока тысяч рублей, хотя бы на одну копейку.

Использование амортизационной премии является правом, а не обязанностью организации. Применять данную льготу можно не ко всем основным средствам предприятия, а только к конкретным группам.

В налоговом учете, согласно п. 9 ст. 258 НК РФ, предусмотрено списание стоимости ОС единовременно (амортизационная премия). Так, организация имеет право включать в состав расходов отчетного (налогового) периода расходы на капитальные вложения, на достройку, дооборудование, модернизацию ОС в размере не более: десяти процентов первоначальной стоимости основных средств, относящихся к 1, 2, 8–10 амортизационным группам за исключением полученных безвозмездно; тридцати процентов первоначальной стоимости ОС, относящихся к 3–7 амортизационным группам.

Под восстановлением сумм амортизационной премии понимают увеличение размера налогооблагаемой базы по налогу на прибыль.

В бухгалтерском учете такой льготы, как амортизационная премия, не предусмотрено.

Исходя из п. 9 ст. 258 НК РФ амортизационная премия, признаваемая расходом в целях расчета остаточной стоимости основного средства, амортизационными отчислениями не является и при определении остаточной стоимости амортизируемого имущества не учитывается.

С 01.01.2009 года в отношении основных средств, введенных в эксплуатацию с 01.01.2008 г., действует требование, изложенное в абз. 4 п. 9 ст. 258 НК РФ. Так, в случае реализации ранее, чем по истечении пяти лет с

момента введения в эксплуатацию ОС, в отношении которых была применена амортизационная премия, сумма расхода в виде амортизационной премии подлежит восстановлению, т.е. включению в состав «прибыльных» доходов.

Исходя из налогового законодательства при реализации основного средства доходы уменьшаются на остаточную стоимость объекта. Остаточная стоимость объекта определяется как разница между первоначальной стоимостью ОС и суммой амортизации, начисленной за период его эксплуатации.

В настоящий момент недостаточно проработан в регламентирующем законодательстве вопрос о включении амортизационной премии в состав амортизационных отчислений при определении остаточной стоимости основного средства. По этому вопросу у специалистов ФНС и Минфина России существуют различные точки зрения.

В п. 2 Письма ФНС России от 10.06.2009 г. № ШС-22-3/461 расходы в виде амортизационной премии приравниваются к амортизационным отчислениям, и амортизационная премия является составной частью признаваемой в качестве расхода амортизации.

В Письме Минфина России от 01.02.2010 г. № 03-03-06/1/34 также разъяснено, что остаточная стоимость реализуемого до истечения пятилетнего срока эксплуатации ОС определяется по данным налогового учета, т.е. за минусом амортизационной премии. При таком подходе при реализации основного средства при его эксплуатации менее пяти лет обложение налогом на прибыль суммы амортизационной премии производилось дважды. Так, исходя из п.9 ст. 258 НК РФ это происходило при учете восстановленной премии во внереализационных расходах, а второй раз исходя из требований ФНС при уменьшении на сумму амортизации амортизационной премии. Но в Письме Министерства финансов РФ от 04.02.2011 г. № 03-03-06/1/61 излагается другой подход к рассматриваемой проблеме. Так, в данном письме указывается, что «...расходы, признаваемые в соответствии с абз. 2 п. 9 ст. 258 НК (амортизационная премия) в целях расчета остаточной стоимости основного средства амортизационными отчислениями не являются. Сумма восстановленной амортизационной премии должна быть включена в состав внереализационных доходов при определении налоговой базы по налогу на прибыль организации. Таким образом, расходы, признанные налогоплательщиком в соответствии с абз. 2 п. 9 ст. 258 НК РФ и восстановленные в составе внереализационных доходов в соответствии с абз. 4 п. 9 ст. 258 НК РФ на момент реализации амортизируемого имущества, при определении налоговой базы по реализации амортизируемого имущества не учитываются».

Отметим, что на данный момент отсутствует регламентация понятия «частичная ликвидация основных средств» и согласно постановлению арбитражного суда от 13.11.2010 г. № 09 ап-27076/2010-ак понятие «ликвидация основных средств» является общим и охватывает понятие «частичная



ликвидация основных средств». И исходя из Письма Министерства финансов РФ от 19.08.2011 г. № 03-03-06/1/503: «В случае частичной ликвидации объект основных средств не выводится из эксплуатации, следовательно, положения подп. 8 п. 1 ст. 265 НК РФ не применимы в отношении учета недоначисленной амортизации по той части объекта основного средства, которая подлежит ликвидации. Сумма недоначисленной амортизации по ликвидированной части объекта основных средств подлежит включению в состав внереализационных расходов на основании подп. 20 п. 1 ст. 265 НК РФ».

В деятельности предприятий может быть такая ситуация, когда имущество подвергается модернизации несколько раз в течение установленного срока его полезного использования. Главой 25 НК РФ не установлены ограничения количества модернизаций ОС и не установлен запрет на учет амортизационной премии каждый раз, когда происходит модернизация ОС. Поэтому каждый раз при модернизации ОС амортизационную премию можно учитывать для целей налогообложения.

Пунктом 9 ст. 258 НК РФ установлен порядок учета амортизационной премии для целей налогообложения. Исходя из него разрешено включать в состав расходов отчетного (налогового) периода расходы на капитальные вложения в размере не более десяти процентов (не более тридцати процентов в отношении основных средств, относящихся к третьей-седьмой амортизационным группам) первоначальной стоимости основных средств (за исключением основных средств, полученных безвозмездно), а также не более десяти процентов (не более тридцати процентов в отношении основных средств, относящихся к третьей-седьмой амортизационным группам) расходов, которые имеют место при достройке, дооборудовании, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, частичной ликвидации ОС и суммы которых подлежат определению в соответствии со ст. 257 НК РФ. И как разъясняется в Письме Министерства финансов РФ от 09.08.2011 г. № 03-03-06/1/462, амортизационная премия, учитываемая для целей налогообложения прибыли организаций в связи с осуществлением расходов на модернизацию основных средств, может учитываться каждый раз, когда организация осуществляет расходы на новую модернизацию ОС. Ее расчет следует производить каждый раз исходя из стоимости расходов на конкретную модернизацию.

O.D. Voropaeva, I.N. Rodionova  
*Southwest State University, Kursk*

**CERTAIN ASPECTS OF ACCOUNTING FOR DEPRECIATION PREMIUM  
AND DEPRECIATION OF FIXED ASSETS**

*The article deals with current issues of accounting depreciation premium and for depreciation of fixed assets on certain business transactions related to the re-modernization of equipment, realization of a fixed asset, a partial elimination of a fixed asset, etc.*

**Keywords:** *fixed assets, depreciation, depreciation group, depreciation premium, the modernization of the property, the elimination of a fixed asset.*

УДК 621

Н.А. Грачева, канд. экон. наук, доцент,  
О.Д. Воропаева, канд. экон. наук доцент  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## **ОТЧЕТ О ДВИЖЕНИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ**

*Рассматривается предназначение отчета о движении денежных средств как составной части бухгалтерской отчетности организации. Излагаются правила нового ПБУ 23/2011, разработанные для отражения денежных средств и их потоков в отчете о движении денежных средств.*

**Ключевые слова:** *отчет о движении денежных средств, денежные потоки, денежные эквиваленты, движение денежных средств, финансовые вложения, притоки и оттоки средств, текущий вид деятельности, пользователи отчетности.*

Одной из важнейших задач при ведении бизнес-процессов хозяйствующими субъектами является поддержание оптимального баланса между достаточной платежеспособностью и высокой рентабельностью работы предприятия, решение этой задачи во многом основывается на анализе отчета о движении денежных средств, являющегося составной частью бухгалтерской отчетности.

Хозяйственные операции, связанные с движением денежных средств, находят свое отражение в бухгалтерских записях и по истечении отчетного периода служат информационной базой формирования бухгалтерского отчета о движении денежных средств.

Отчет о движении денежных средств (далее ОДДС) – основной источник информации для анализа денежных потоков. Анализ отчета о движении денежных средств позволяет существенно углубить и скорректировать выводы относительно ликвидности и платежеспособности организации, ее будущего финансового потенциала. Основная цель ОДДС состоит в представлении информации об изменениях в денежных средствах и их эквивалентах

для характеристики способности организации генерировать денежные средства [2].

Представление информации в отчете о движении денежных средств имеет важное значение для пользователей бухгалтерской отчетности. Собственники, располагающие информацией о денежных потоках, имеют возможность более обоснованно подойти к разработке политики распределения и использования прибыли. Кредиторы могут составить заключение о достаточности средств у потенциального заемщика и его способности зарабатывать денежные средства для погашения обязательств.

Начиная с 2011 г. коммерческие организации за исключением кредитных организаций при составлении отчетности должны применять новое ПБУ 23/2011 «Отчет о движении денежных средств», утвержденное Приказом Минфина России от 02.02.2011 № 11н. Ранее порядок составления отчета о движении денежных средств (ОДДС) регламентировался Положением по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99). Кратко изложим основные ключевые нововведения, вводимые ПБУ 23/2011, и нюансы составления ОДДС в соответствии с новыми требованиями.

В пояснениях к бухгалтерской отчетности, исходя из п. 23 ПБУ 23/2011, предприятия должны раскрывать следующие данные: о суммах неиспользованных кредитных средств с указанием имеющихся ограничений по их использованию; о величине денежных средств, которые могут быть получены на условиях овердрафта; о полученных поручительствах третьих лиц, не использованных по состоянию на отчетную дату для взятия кредита, с указанием суммы денежных средств, которые может привлечь организация; о суммах займов (кредитов), недополученных по состоянию на отчетную дату по заключенным договорам займа (кредитным договорам), с указанием причин такого недополучения.

Хозяйствующие субъекты, составляющие сводную отчетность при составлении общего ОДДС, должны соблюдать требования п. 20 ПБУ 23/2011, заключающиеся в том, что существенные денежные потоки между головной, дочерними и зависимыми организациями следует отражать отдельно от аналогичных денежных потоков между организациями и иными лицами.

В прежней форме ОДДС в статье «Чистое увеличение (уменьшение) денежных средств и их эквивалентов» упоминались денежные эквиваленты, но отсутствовало регламентированное определение этих эквивалентов, в связи с чем приходилось использовать соответствующее определение, приводимое в МСФО (IAS) 7. Напомним, что МСФО (IAS) 7 для эквивалентов денежных средств временным критерием считает трехмесячный срок погашения или иной аналогично короткий срок. В новом ПБУ 23/2011 дано определение понятия «денежные эквиваленты», которые, по сути, приравниваются к деньгам. Так, к денежным эквивалентам можно отнести открытые в кредитных организациях депозиты до востребования, векселя Сбербанка России

на предъявителя с фиксированной стоимостью, банковские овердрафты, так как по требованию организации банк должен предоставить денежные средства в размере, оговоренном условиями договора овердрафтного кредитования. Необходимо помнить, что собственные акции организации, инвестиции в собственный капитал других компаний, дебиторская задолженность, приобретенная на основании уступки права требования, займы другим организациям не относят к денежным эквивалентам.

В п. 6 ПБУ 23/2011 указано, что под денежными эквивалентами понимаются высоколиквидные финансовые вложения, которые могут быть легко обращены в известную денежную сумму и которые подвержены незначительному риску изменения стоимости.

В отчетности за 2011 г. предприятия должны включать в ОДДС не только информацию о движении денежных средств, но и информацию о денежных эквивалентах. В учетной политике же предприятие должны быть указаны основы выделения денежных эквивалентов от других финансовых вложений. Раскрытие данных информации о составе денежных средств и денежных эквивалентов необходимо привести в пояснительной записке к бухгалтерской отчетности. В отчете о движении денежных средств (ОДДС) отражению теперь подлежит не только движение денег на счетах и в кассе, но и движение денежных эквивалентов с указанием их остатков на начало и конец отчетного периода. Если ранее при составлении ОДДС предприятия использовали информацию по счетам: 50 «Касса» (за исключением субсчета 3 «Денежные документы»), 51 «Расчетные счета», 52 «Валютные счета», 55 «Специальные счета в банках» (за исключением субсчета 3 «Депозитные счета»), 57 «Переводы в пути», то при составлении ОДДС за 2011 год необходимо использовать и информацию по счету 55 субсчету 3 «Депозитные счета» и счету 58 «Финансовые вложения», которая будет являться основой для определения денежных эквивалентов по данным бухгалтерского учета. Суммы, указанные в ОДДС, должны быть увязаны с соответствующими статьями бухгалтерского баланса.

Составление ОДДС построено на подразделении всех поступлений (притоков) денежных средств и расходов (оттоков) по видам деятельности с выделением денежных потоков на потоки от текущих, инвестиционных и финансовых операций. В п. 7 ПБУ 23/2011 осталась традиционная классификация денежных потоков (потоки от текущих, инвестиционных, финансовых операций), разъяснено ее применение.

Так, денежные потоки по текущей деятельности, исходя из п. 7 ПБУ 23/2011, формируются в ходе основной деятельности и влияют на образование чистой прибыли. В п. 9 ПБУ 23/2011 даны примеры потока по текущему виду деятельности: поступления от продаж покупателям; поступления от сдачи имущества в аренду, роялти, гонорары, комиссионные и другие доходы; платежи поставщикам материалов, товаров, работ, услуг; оплата труда

работникам, включая платежи третьим лицам; платежи налога на прибыль (если только они не увязаны с финансовой и инвестиционной деятельностью); уплата процентов по долговым обязательствам (за исключением процентов, включаемых в стоимость инвестиционных активов); поступление процентов по дебиторской задолженности покупателей (заказчиков); денежные потоки по финансовым вложениям, приобретаемым с целью их перепродажи в краткосрочной перспективе, как правило, в течение трех месяцев.

Денежные потоки от инвестиционных операций связаны с приобретением, созданием или выбытием внеоборотных активов.

Денежные потоки от финансовых операций связаны с привлечением финансирования на долговой или долевого основе.

В ОДДС и прежде необходимо было исключать внутренние перемещения денег между счетами, например между валютным и рублевым счетом, между расчетным счетом и кассой, операции по продаже и покупке валюты следовало отражать только в части образовавшейся разницы. И на текущий момент валютно-обменные операции, операции по снятию денег с банковских счетов, перечислению денег с одного своего расчетного счета на другой также не относят к денежным потокам.

Теперь в п. 6 ПБУ 23/2011 указаны конкретные примеры операций, которые вообще не относятся к денежным потокам: операции по снятию денег с банковских счетов, перечислению денег с одного своего расчетного счета на другой, обмен денежных эквивалентов на деньги и наоборот (за исключением начисленных процентов).

Правила отражения каждого существенного вида поступлений в отчете о движении денежных средств требуют отдельного отражения от платежей организации, т.е. применяется брутто-метод. Транзитные операции и массовые потоки п. 16 ПБУ 23/2011 разрешает отражать свернуто, по нетто-методу, т.е. с указанием разницы между поступлениями и выбытиями денежных средств. Транзитный денежный поток отражает не столько деятельность организации, сколько деятельность ее контрагентов, либо когда поступления от одних лиц обуславливают соответствующие выплаты другим лицам. Примерами транзитного денежного потока являются денежные потоки комиссионера в связи с осуществлением им комиссионных или агентских услуг (за вычетом платы за сами услуги), поступления от покупателей и заказчиков и платежи в бюджет косвенных налогов, платежи поставщикам и подрядчикам и возмещение из бюджета косвенных налогов, поступления от контрагента в счет возмещения коммунальных платежей и осуществление этих платежей в арендных и иных аналогичных отношениях, оплата транспортировки грузов с получением эквивалентной компенсации от контрагента.

Вышеизложенное является важной новой регламентацией, так как прежде некоторые предприятия при составлении отчета о денежных средствах отражали все обороты по расчетным счетам с включением денежных

средств, перечисленных комитентам, следствием этого являлось некорректное отражение денежных потоков. Из нового разъяснения об НДС, приведенного в п. 16 ПБУ 23/2011, следует, что денежные потоки, поступающие от покупателей и заказчиков, разрешено «очистить» от НДС, т.е. отражать суммы свернуто.

Нововведением ПБУ 23/2011 является и изменение порядка отражения сумм в иностранной валюте. Ранее весь поток денежных средств представлялся пользователям отчетности по курсу ЦБ на дату составления отчетности, при этом производилось предварительное формирование нескольких форм ОДДС по каждому виду иностранной валюты. Затем данные каждой строки расчета пересчитывали по курсу ЦБ РФ на 31 декабря и суммировали с данными ОДДС по движению средств в рублях. Таким образом пользователи получали отчет по движению всех денежных средств исходя из курса иностранной валюты на 31 декабря отчетного года и по всем строкам отчета наряду с рублевыми средствами отражали движение валютных средств в переводе на рубли по курсу ЦБ РФ на 31 декабря. Поэтому взаимоувязка показателей баланса и отчета о движении денежных средств на начало года отсутствовала.

После принятия нового ПБУ 23/2011, в нем в п.18 предусмотрен иной порядок пересчета денежных потоков в иностранной валюте в рубли. По валютным операциям следует применять текущий курс, действующий на дату осуществления операции. Так, величина денежных потоков в иностранной валюте пересчитывается в рубли по официальному курсу этой иностранной валюты к рублю на дату осуществления или поступления платежа. При незначительном изменении официального курса иностранной валюты к рублю, устанавливаемого Банком России, пересчет в рубли, связанный с совершением большого количества однородных операций в такой иностранной валюте, может производиться по среднему курсу, исчисленному за месяц или более короткий период. В учетной политике предприятия необходимо оговорить, какое изменение курса будет считаться незначительным. За какой период и как будет исчисляться средний курс. Нововведением ПБУ 23/2011 является возможность отражения приобретения и продажи валюты по принципу нетто-оценки. Так, установлено, что пересчет может не производиться, если в течение нескольких дней после поступления платежа в иностранной валюте предприятие меняет полученную сумму на рубли, и в такой ситуации денежный поток отражается в ОДДС в сумме фактически полученных рублей без промежуточного пересчета иностранной валюты в рубли. Аналогично разрешается поступать, если будет осуществляться платеж в иностранной валюте и накануне производится обмен рублевого эквивалента на валюту. В ОДДС разрешается отразить сумму фактически уплаченных рублей без промежуточного пересчета валюты в рубли. Таким образом, при

соблюдении новых правил, установленных в ПБУ 23/2011 для валютных операций, остаток денежных средств на начало и конец отчетного года будет отражен в суммах, аналогичных тем, которые отражены в бухгалтерском балансе.

Итак, данные отчета о движении денежных средств должны быть представлены таким образом, чтобы на основе их анализа можно было бы в первую очередь установить степень достаточности генерирования организацией чистого денежного потока по текущей деятельности. Избыточность денежной массы по обычным видам деятельности является неперенным условием положительной оценки качества управления организацией в целом и финансового управления в частности [2]. Превышение притока денежных средств над оттоком по текущей деятельности является залогом развития бизнеса, источником расширения его масштабов, условием для развития производственной базы. При этом необходимо регулярно проводить мониторинг оценки достаточности денежных средств, так как и при чрезмерной величине денежных средств предприятие упускает возможности их выгодного размещения и терпит убытки, связанные с инфляцией и обесценением денег.

---

1. ПБУ 23/2011. Отчет о движении денежных средств [Электронный ресурс]: [утверждено Приказом Минфина России от 02.02.2011 № 11н]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. Ефимова, О.В. Анализ финансовой отчетности / О.В. Ефимова, М.В. Мельник. М.: ОМЕГА-Л, 2006. 408 с.

N.A. Gracheva, O.D. Voropaeva  
Southwest State University, Kursk

## STATESMENT OF CASH FLOWS AS A PART OF ACCOUNTING STATEMENTS

*The mission of the statement of cash flows as a part of the company's accounting statements is considered. The rules of new Regulations of Accounting 23/2011 designed to reflect the cash and cash flows in the statement of cash flows are set out.*

**Keywords:** *statement of cash flows, cash flows, cash equivalents, cash flow, investments, inflows and outflows of funds, the current activity, users of reporting.*

УДК 621.315

Г.А. Барзыкина, старший преподаватель  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

*В статье рассмотрены предпосылки реформирования отрасли «электроэнергетика». Обозначены действующая система нормативно-правовых актов в этой области, основные принципы и методы государственного регулирования.*

**Ключевые слова:** экономика, государство, электроэнергетика, промышленность.

Электроэнергия – то необходимое, без чего современный мир представить нельзя. Добывающая, обрабатывающая, производящая и высокотехнологичная промышленность, сфера услуг, образование и здравоохранение, жилищно-коммунальное хозяйство – в основе любой из этих областей лежит электричество и топливо, наличие которых в достаточном количестве является залогом стабильного роста и развития экономики. Еще в XX веке известным академиком, лауреатом Нобелевской премии по физике П.Л. Капицей была впервые обнаружена жесткая корреляция между удельной энерговооруженностью государства, с одной стороны, и уровнем социально-экономического развития и индексом человеческого развития, с другой стороны [3].

Во всех промышленно развитых странах с рыночной экономикой государство в значительной степени влияет на функционирование и развитие энергетики. Однако не стоит забывать, что энергией нас снабжает не государство как таковое, а компании – юридические лица, которые могут принадлежать различным собственникам (в том числе и государству). Очевидно, что столь важная отрасль экономики, как электроэнергетика, не может остаться за рамками правового регулирования и не может быть целиком отдана на откуп рыночным механизмам. При возникновении каких-либо провалов рынка последствия могут быть разрушительными не только для экономики страны, ее обороны и безопасности, но и для ее жизнеспособности в целом. Государственное регулирование электроэнергетики необходимо также для предотвращения злоупотреблений со стороны компаний-монополий, именно в этой отрасли экономики из-за ее физических и технологических особенностей такие компании широко распространены.

Начиная с 1980-х годов в электроэнергетике России начали проявляться негативные тенденции: на фоне общего спада экономики электроэнергетика фактически становилась донором для других отраслей промышленности. В большей степени это обуславливалось макроэкономическими факто-



рами, но важную роль сыграли и неплатежи. Отсутствие стимулов к снижению производственных затрат предприятиями отрасли породило ценообразование на основе издержек. Другими словами, в цены (тарифы) нередко включали все фактические расходы. Недостаточная прозрачность функционирования энергетических компаний, невозможность достоверно определить ресурсы, необходимые для поддержания и развития предприятий, сдерживание тарифов регулирующими органами (электроэнергия дорожала медленнее большинства других товаров) на фоне раздутых производственных издержек привело к тому, что перед началом реформы более половины предприятий отрасли оказались убыточными. На фоне сокращения собственных средств энергокомпаний резко уменьшился объем инвестиций. Катастрофически не хватало средств на поддержание и модернизацию оборудования. Даже в самых благополучных энергосистемах европейской части России износ основных производственных фондов превысил 50% и стал приближаться к значениям, при которых ремонт оборудования обходится дороже его замены.

Идеи реформирования электроэнергетики в России возникали еще в начале 90-х гг., но по разным причинам были отклонены. В 1998–1999 гг. РАО «ЕЭС России» под руководством А.Б. Чубайса разработало новую модель реструктуризации отрасли, основанную на дроблении интегрированных энергокомпаний. Однако и этот подход был признан спорным и не принят акционерами компании. Тем не менее данная модель послужила началом разработки альтернативных вариантов реформирования электроэнергетики и была воплощена в действующую концепцию реформы. Действующая модель электроэнергетики негативно отражалась и на развитии других секторов экономики. Нарастающая технологическая отсталость энергоемких отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, недооценка стоимости энергоресурсов, отсутствие стимулов к энергосбережению привели к тому, что удельная энергоемкость экономики России (расход энергии на единицу ВВП) в 2–3 раза превысила соответствующий показатель развитых стран. Таким образом, необходимость реформирования к 2001 г. стала очевидной

Согласно реформе, главная цель реструктуризации – привлечение инвестиционных ресурсов путем повышения эффективности и прозрачности структур отрасли – достигалась с помощью разделения естественно-монопольных (передача электроэнергии, оперативно-диспетчерское управление) и потенциально конкурентных (производство и сбыт электроэнергии, ремонт и сервис) функций. При этом передача энергии по магистральным и распределительным сетям как монопольная деятельность оставалась в государственной собственности, а всем участникам рынка был бы обеспечен недискриминационный доступ к услугам естественных монополий. В обозримой перспективе предполагалось сформировать полностью либерализованные (открытые) оптовые и розничные рынки электроэнергии.

Цели и задачи реформы определены постановлением Правительства от 11 июля 2001 г. № 526 «О реформировании электроэнергетики Российской Федерации», в соответствии с которым к основным целям реформирования относятся: обеспечение устойчивого функционирования и развития экономики и социальной сферы, повышение эффективности производства и потребления электроэнергии, обеспечение надежного и бесперебойного энергоснабжения потребителей.

Стратегическая задача реформирования определена как перевод электроэнергетики в режим устойчивого развития на базе применения прогрессивных технологий и рыночных принципов функционирования, обеспечение на этой основе надежного, экономически эффективного удовлетворения платежеспособного спроса на электрическую и тепловую энергию в краткосрочной и долгосрочной перспективе. К основным задачам реформы также относятся:

- создание конкурентных рынков электроэнергии в тех регионах России, где организация таких рынков технически возможна;
- создание эффективного механизма снижения издержек в сфере производства (генерации), передачи и распределения электроэнергии и улучшение финансового состояния организаций отрасли;
- стимулирование энергосбережения во всех сферах экономики;
- создание благоприятных условий для строительства и эксплуатации новых мощностей по производству (генерации) и передаче электроэнергии;
- поэтапная ликвидация перекрестного субсидирования различных регионов страны и групп потребителей электроэнергии;
- создание системы поддержки малообеспеченных слоев населения;
- сохранение и развитие единой инфраструктуры электроэнергетики, включающей в себя магистральные сети и диспетчерское управление;
- демонополизация рынка топлива для тепловых электростанций;
- создание нормативной правовой базы реформирования отрасли, регулирующей ее функционирование в новых экономических условиях;
- реформирование системы государственного регулирования, управления и надзора в электроэнергетике;
- уточнение статуса, компетенции и порядка работы уполномоченного государственного органа.

В результате была изменена система государственного регулирования отрасли, создана технологическая и коммерческая инфраструктура рынка электроэнергии, появились новые участники рыночных отношений, сформирован рынок электроэнергетических услуг. Изменилась и структура отрасли: было осуществлено разделение естественно-монопольных (передача электроэнергии, оперативно-диспетчерское управление) и потенциально конкурентных (производство и сбыт электроэнергии, ремонт и сервис) функций [3].

В силу объективных причин реформа носит поэтапный характер, который нашел свое отражение в многочисленных нормативно-правовых актах, позволивших создать целевую структуру отрасли, перейти к рыночным методам управления. К настоящему времени сформирована достаточная законодательная база: действуют 9 федеральных законов, 26 постановлений и 9 распоряжений правительства, более 30 приказов Минэнерго России и Федеральной службы по тарифам. Тем не менее в 2009 г. были скорректированы многие принятые ранее правовые акты, так как их практическое применение потребовало детального разъяснения спорных моментов. Например, постановление правительства РФ № 411 от 10 мая 2009 г. «О внесении изменений в Правила функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики» – в части уточнения правил трансляции нерегулируемых цен; постановление правительства РФ № 118 от 14 февраля 2009 г. «О внесении изменения в Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям» – в части льготных сроков и условий оплаты присоединения мелких потребителей.

Основными принципами государственного регулирования и контроля в электроэнергетике являются:

- обеспечение единства технологического управления Единой энергетической системой России, надежного и безопасного функционирования Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем;
- эффективное управление государственной собственностью в электроэнергетике;
- достижение баланса экономических интересов поставщиков и потребителей электрической энергии;
- обеспечение доступности электрической энергии для потребителей и защита их прав;
- обеспечение защиты потребителей от необоснованного повышения цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность);
- создание необходимых условий для привлечения инвестиций в целях развития и функционирования российской электроэнергетической системы;
- развитие конкурентного рынка электрической энергии и ограничение монополистической деятельности отдельных субъектов электроэнергетики;
- обеспечение недискриминационного доступа к услугам субъектов естественных монополий в электроэнергетике и услугам организаций коммерческой инфраструктуры оптового рынка;
- сохранение государственного регулирования в сферах электроэнергетики, в которых отсутствуют или ограничены условия для конкуренции;

- обеспечение доступа потребителей электрической энергии к информации о функционировании оптового и розничных рынков, а также о деятельности субъектов электроэнергетики;
- обеспечение энергетической и экологической безопасности электроэнергетики;
- экономическая обоснованность оплаты мощности генерирующих объектов поставщиков в части обеспечения выработки электрической энергии.

В электроэнергетике применяются следующие методы государственного регулирования и контроля:

- государственное регулирование и государственный контроль (надзор) в отнесенных законодательством Российской Федерации к сферам деятельности субъектов естественных монополий сферах электроэнергетики, осуществляемые в соответствии с законодательством о естественных монополиях, в том числе регулирование инвестиционной деятельности субъектов естественных монополий в электроэнергетике;
- государственное регулирование цен (тарифов) на отдельные виды продукции (услуг), перечень которых определяется федеральными законами, и государственный контроль (надзор) за регулируемым государством ценами (тарифами) в электроэнергетике;
- государственное антимонопольное регулирование и контроль, в том числе установление единых на территории Российской Федерации правил доступа к электрическим сетям и услугам по передаче электрической энергии;
- управление государственной собственностью в электроэнергетике;
- техническое регулирование в электроэнергетике;
- федеральный государственный энергетический надзор;
- государственный экологический надзор в электроэнергетике [1].

К сожалению, прошедшие два года после завершения деятельности РАО «ЕЭС России» показывают, что новым собственникам выгоднее придерживаться второй стратегии и максимизировать краткосрочную прибыль за счет роста цен на электроэнергию, чем заниматься обновлением производственных мощностей, ликвидируя дефицит электроэнергии. Об этом свидетельствует опережающий рост цен на электроэнергию и невыполнение инвестиционных программ.

Таким образом, ни одна цель, первоначально поставленная реформой, пока еще не достигнута в полной мере. В наибольшей степени не решены две ключевые задачи реформы – создание конкурентного рынка электроэнергии (мощности), цены которого не регулируются государством, а формируются на основе спроса и предложения, а его участники конкурируют, снижая свои издержки, и привлечение средств частных инвесторов для обновления генерирующих мощностей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об электроэнергетике: [федеральный закон №35-ФЗ от 21.02.2003 г.]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: [федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. Волков, Л.В. Реформирование электроэнергетики России: промежуточные итоги и дальнейшие планы [Электронный ресурс] / Л.В. Волков // Эффективное антикризисное управление. Режим доступа: [http://www.e-c-m.ru/magazine/61/eau\\_61\\_25.htm](http://www.e-c-m.ru/magazine/61/eau_61_25.htm).

G.A. Barzykina  
Southwest State University, Kursk

### ELECTRIC POWER INDUSTRY STATE REGULATION

*In the article branch reforming preconditions electric power industry are considered. Main principles and state regulation methods are designated operating system of regulatory legal acts in this area.*

**Keywords:** *economy, the state, electric power industry, the industry.*

УДК 658.5

А.А. Мальцева, канд. экон. наук  
Юго-Западный государственный университет, Курск

### МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОПАРКОВ)

*В статье систематизированы наиболее распространенные модели продвижения инноваций, адаптированные к деятельности современного технопарка, позволяющие оптимизировать бизнес-направление маркетинговой поддержки резидентов, а также методы, обеспечивающие повышение эффективности оказания услуг по формированию положительного имиджа инновационной продукции.*

**Ключевые слова:** *инновация, технопарк, инновационный проект, резидент.*

Важным бизнес-направлением технопарка является продвижение инновационной продукции и услуг резидентов, которое осуществляется как на бесплатной, так и на коммерческой основе – в зависимости от степени сложности и глубины решения вопроса.

Продвижение инновации является ключевым элементом маркетинговой стратегии и означает создание положительного имиджа и функционирование целостной системы приемов по эффективной реализации инноваций на рынке.

В литературе выделяют вертикальный и горизонтальный методы продвижения инноваций [1].

Вертикальное продвижение проектов представляет собой внутрифирменную коммерциализацию технологий, в рамках которой инновационный цикл сосредоточивается в одной организации с передачей результатов, достигнутых на отдельных стадиях научно-исследовательской деятельности, от подразделения к подразделению. Метод применяется в случае, если организация является мощным концерном, объединяющим все виды отделов, производств и служб, или предприятие разрабатывает и выпускает узкий спектр специфической продукции, не содержащей разнородных составных частей.

Горизонтальный метод продвижения технологий – это метод партнерства и кооперации, при котором ведущее предприятие является организатором инноваций, а функции по созданию и продвижению инновационной технологии распределены между другими участниками коммерциализации технологий и, в частности, могут быть переданы технопарку.

В условиях современного технопарка применим исключительно горизонтальный метод, в связи с тем, что на его территории сосредоточены малые инновационные компании или офисы якорных резидентов, являющихся потребителями инноваций, созданных малыми предприятиями.

Продвижение и реализации инновационной продукции (услуг) резидентов технопарка может осуществляться с использованием трех каналов: прямого, косвенного и смешанного.

Прямой канал предполагает непосредственный контакт между продуцентом и покупателем инновации. Формой его реализации могут служить выставки и ярмарки инноваций, прямые предложения потенциальным потребителям.

Продвижение инноваций через косвенный канал означает, что взаимодействие продуцента и покупателя организует посредник. Ключевыми формами реализации косвенного канала продвижения инновационной продукции (услуг) выступают интернет-технологии (организации и сопровождение интернет-сайта, размещение информации о продукции (услугах) в интернет-каталогах технопарка, рассылка инвестиционных меморандумов), технологические брокерские события, сети трансфера технологий.

Смешанный канал предполагает, что в качестве посредника выступают организации, в уставном капитале которых присутствует доля средств продуцента, и, таким образом, это посредническое звено уже не является независимым. Иными словами, реализацией технологии занимается инвестор, уже вложивший средства в создание инновации. Чаще всего формой реали-

зации смешанного канала являются личные встречи с потенциальными потребителями, в связи с тем что инвестированию предшествует детальное изучение перспективного рынка инновационной продукции (услуг).

Выбор каналов, формы и методов продвижения инноваций осуществляется продуцентом самостоятельно, исходя из особенностей инновационного проекта.

Эффективным каналом продвижения инновационной продукции резидентов технопарка является косвенный канал, где в качестве посредника выступает управляющая компания технопарка, обладающая различными ресурсами, моделями и промоушен-технологиями, опытным персоналом и обширными внешними связями, которые обеспечивают драйверы (управляющие проектами по внедрению инноваций), эксперты-инсайдеры (выполняющие функции информационного обеспечения и лоббирования) и эксперты-«опендоры» (выполняющие функции рекомендующих экспертов с высоким кредитом доверия у клиентов, потребляющих инновации).

На современном этапе в области продвижения инновационных проектов во многом работает человеческий фактор и правильно выстроенные бизнес-коммуникации. Только информационная матрица неформального общения, наложенная поверх бюрократии, позволяет инновационной продукции (услугам) проходить через официальные структуры, даже когда формальные «каналы» и «источники» перегружены [2].

Кроме того, инновационные компании, используя услуги профессиональных промоутеров, значительно снижают собственные постоянные издержки, связанные с оплатой труда подобного специалиста в штате компании, взносами за участие в специализированных мероприятиях, платежами за размещение рекламных материалов в каталогах, на специализированных интернет-сайтах и пр.

Выделяются несколько бизнес-моделей продвижения инновационных проектов [2].

#### 1. Стандартная бизнес-модель «Раскрутка изобретения».

Инновационный проект формируется в процессе научно-производственной деятельности специалиста и не связан с непосредственной потребностью рынка или конкретных потребителей.

На этапе ОКР инноватором может быть организовано малое инновационное предприятие, в рамках которого организуется мелкосерийное производство или осуществляется продажа технологии крупной компании с известным брендом.

Компания сама проводит маркетинговые исследования, доводит продукт до рыночного уровня (конструктивные доработки, испытания, сертификация, маркетинг, продажи, защита от конкурентов и т.д.).

Преимуществами рассмотренной бизнес-модели является значительная научная новизна и креативность предлагаемых технологических решений в сравнении с рыночными аналогами.

Ключевой проблемой, с которой сталкиваются инноваторы при реализации модели «Раскрутка изобретения», является поиск инвесторов и потребителей предлагаемых инновационных продуктов (услуг) вследствие отсутствия опыта и связей в финансовых кругах. В рамках данной бизнес-модели возникает острая необходимость реализации инновационного проекта на базе технопарка, используя возможности получения бизнес-услуг маркетингового сопровождения проекта.

## 2. Бизнес-модель «Решение под заказ».

Инновационный проект инициируется представителями крупного и среднего бизнеса, который остро нуждается в принципиально новых решениях в конкретной области. Формируемые технологические запросы размещаются в сетях трансфера технологий, предлагаются непосредственно или через посредников специалистам или малым компаниям, имеющим историю успеха.

В рамках данной модели инновация не нуждается в продвижении, так как еще на самом начальном этапе уже имеет потенциального покупателя.

Однако в настоящее время открытых технологических запросов, доступных широкому кругу инноваторов, недостаточно, что обусловлено наличием на крупных предприятиях специализированных структурных подразделений, осуществляющих продуцирование инноваций для собственных целей.

Кроме того, создание инноваций под заказ осуществляется на заранее оговоренных условиях, в рамках которых автор в большинстве случаев не становится совладельцем получаемой технологии и не вправе претендовать на часть прибыли, полученной в результате ее внедрения. Мотивация изобретателя в данном случае несколько ниже, чем при реализации модели «Раскрутка изобретения», где он в перспективе может стать совладельцем успешного бизнеса.

Выполнение инновационных разработок по заказу предприятий и организаций может стать источником дохода инновационной компании в период реализации крупномасштабного проекта в рамках модели «Раскрутка изобретения». Технологические запросы могут концентрироваться в центрах трансфера технологий и специализированных базах данных УК технопарка и предлагаться резидентам в рамках системы бизнес-услуг.

## 3. Бизнес-модель «Изобретение под заказ».

Данная бизнес-модель представляет собой синтез приведенных выше моделей и может быть эффективно реализована на базе высокоразвитого технопарка.



Инновационные идеи проходят жесткий отбор, и для реализации в технопарке выделяются наиболее перспективные и востребованные якорными резидентами технопарка проекты.

На базе УК технопарка организуется эффективная коммуникативная площадка, в рамках которой представители крупных компаний могут оказать содействие в реализации инновационных проектов и приобрести права на созданное в перспективе инновационное решение или выпуск инновационной продукции на условиях, выгодных инноваторам.

Ниже приведены наиболее распространенные методы, обеспечивающие эффективное продвижение инноваций в технопарке.

#### *Интернет-технологии для продвижения инновационных проектов*

Использование интернет-технологий при продвижении инновационных проектов резидентов – наиболее эффективный и экономичный метод, что обусловлено их широким распространением и отсутствием необходимости содержания штата сотрудников для личных переговоров с потенциальными покупателями и др. [3].

Создание сайта как инструмента продвижения инновации включает четыре основных этапа:

- определение целей и стратегий их достижения, проведение маркетинговых исследований, разработка плана необходимых мероприятий;
- реализация сайта, в процессе чего осуществляется выбор места его размещения, провайдера услуг Интернет, разрабатывается дизайн сайта и его структура, производится первоначальное информационное наполнение, и после проведения предварительного тестирования сайт размещается в сети Интернет;
- привлечение посетителей – текущих и потенциальных покупателей продвигаемого товара или услуги;
- оценка полученных результатов и их соответствие поставленным целям.

При продвижении инновационных проектов интернет-сайты позволяют резидентам обеспечивать одну или несколько следующих дополнительных возможностей:

- снижение затрат на продвижение инновационных проектов;
- сокращение времени предоставления информации о новых технологических решениях;
- ускорение реакции потенциальных партнеров на технологическое предложение;
- доступ к новым рынкам технологий и капитала;
- повышение качества услуг по продвижению проектов коммерциализации технологий.

Затраты, связанные с организацией интернет-сайта, включают [3]:

- стоимость доступа к Интернет;

- стоимость аренды дискового пространства на сервере провайдера;
- стоимость разработки и сопровождения сайта, включая услуги консультантов, покупку программного обеспечения;
- стоимость регистрации доменных имен;
- стоимость баннерной рекламной кампании.

В настоящее время бизнес, организованный в рамках системы электронной коммерции, при условии соблюдения ключевых требований к его реализации является важным источником повышения эффективности функционирования организации вследствие существенной экономии на постоянных и переменных издержках.

#### *Сети трансфера технологий*

Инновационные сети – это профессиональные объединения инфраструктурных организаций, деятельность и услуги которых связаны с коммерциализацией и передачей технологий, созданием и управлением инновационными стартап компаниями, инновационным развитием.

Использование инновационных сетей технопарками способствует повышению эффективности их деятельности посредством взаимодействия и кооперации с другими, в том числе инфраструктурными организациями, расположенными в других регионах (странах), или имеющих иную тематическую специализацию.

Предпосылками использования инновационных сетей в деятельности УК технопарка являются:

- возможность вырабатывать и поддерживать высокие стандарты своих услуг;
- расширение границ поиска партнеров для инновационных проектов резидентов;
- участие технопарка в формировании и реализации инновационной политики на межрегиональном и международном уровнях;
- повышение квалификации персонала УК технопарка, приобретение новых навыков и компетенций, изучение примеров «лучшей практики».

Ниже приведен перечень бизнес-услуг, которые может оказывать УК технопарка с использованием сетей трансфера технологий:

- поиск партнеров для совместной реализации инновационных проектов, выполнения НИОКР, выхода на новые рынки и т.д.;
- распространение технологической информации об исследовательских возможностях и компетенциях инновационных компаний и ее мониторинг;
- адресное продвижение инновационных проектов с использованием различных инструментов сетевого взаимодействия;
- проведение технологического маркетинга.

Инновационные сети являются серьезным стимулом к развитию маркетинговой деятельности по продвижению инновационных проектов рези-

дентов, что обусловлено их широкой распространенностью, относительной доступностью и унифицированным подходом к представлению информации об инновациях.

#### *Технологические брокерские события*

Технологическое брокерское событие – это серия предварительно организованных в одном месте встреч между инновационными компаниями или разработчиками, предлагающими новые технологии, с одной стороны, и теми компаниями, которые ведут поиск новых технологий и хотят приобрести их для дальнейшей эксплуатации или инвестирования в них, с другой стороны [3].

Ключевыми участниками технологических брокерских событий в условиях технопарка являются:

- инновационные компании – разработчики новых технологий и продукции;
- якорные резиденты, промышленные предприятия – потенциальные потребители инноваций;
- частные и корпоративные инвесторы;
- представители органов власти всех уровней, распоряжающиеся инвестиционными ресурсами в рамках специальных программ поддержки малого инновационного бизнеса.

Технологические брокерские события могут быть организованы как часть более крупных мероприятий (торговых совещаний, выставок, ярмарок, инвестиционных форумов) либо как отдельные технологические брокерские события. В условиях эффективного развития информационных технологий встречи с потенциальными клиентами могут быть организованы с использованием механизма видеоконференций в сети Интернет.

При подготовке и организации проведения технологических брокерских событий должны быть разработаны [3]:

- формы регистрации участников;
- формы предложения технологий (технологические профили);
- форма регистрации интереса к технологическому профилю или запрос технологии;
- рекомендации участникам технологических брокерских встреч, устанавливающие формат этих встреч и требования к участникам.

Важным элементом технологических брокерских событий является каталог предложений технологий или инновационных проектов, который издается в печатной и электронной формах и используется при планировании встреч.

Участие в технологических брокерских встречах может осуществляться инновационными компаниями самостоятельно или с приглашением специалистов УК технопарка.

В случае организации представления инновационной компании УК технопарка предлагается следующий пул услуг:

- поиск деловых партнеров для организации технологического брокерского события;
- разработка регламента встречи;
- разработка презентационных материалов, обеспечивающих успешное представление продуктов или услуг инновационной компании потенциальному клиенту;
- составление аналитических материалов по итогам встреч, включая рекомендации по их совершенствованию.

Технологические брокерские события обеспечивают непосредственный контакт с потенциальными инвесторами, в связи с чем продуценты инноваций получают возможность увидеть узкие места в формулировке предлагаемого технологического решения и оценить реальные перспективы получения инвестиций.

В рамках системы бизнес-услуг современного технопарка маркетинговое сопровождение инноваций является одной из приоритетных задач, что обусловлено высокой значимостью рыночной востребованности инноваций и получения эффекта от их реализации в технопарке как фактор его развитие.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спивак, В.И. Организационные способы продвижения инноваций// [Электронный ресурс] / В.И. Спивак. Режим доступа: [http://www.innovbusiness.ru/content/document\\_r\\_E2E35CBV-5B34-4C28-9232-3E33764610BC.html](http://www.innovbusiness.ru/content/document_r_E2E35CBV-5B34-4C28-9232-3E33764610BC.html).
2. Рыжов, В.А. Методики привлечения, оценки разработок и механизм отбора технологий на условиях, нужных инвестору [Электронный ресурс] / В.А. Рыжов. Режим доступа: <http://spkurdyumov.narod.ru/Rijov2.htm>.
3. Катешова, М. Как продвигать проекты коммерциализации технологий / М. Катешова, А. Квашнин. М.: Проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий», 2006. 52 с.

Maltseva A.A.  
*Southwest State University, Kursk*

#### MODELS AND METHODS OF INNOVATIONS ADVANCEMENT (ON THE EXAMPLE OF TECHNOPARKS)

*In the article the most widespread models of innovations advancement, adapted for activity of the modern technopark are systematized, allowing to optimize business direction of residents marketing support, and also the me-*

*thods providing increase of rendering efficiency of services in formation of positive image of innovative production.*

**Keywords:** *innovation, technopark, innovative project, resident.*

УДК 330.564.26

О.Н. Марганова, канд. экон. наук, доцент, И.А. Золотарева, канд. с.-х. наук, доцент, К. Гребенькова, магистрантка  
Юго-Западного государственного университета, Курск

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ОПЛАТЫ ТРУДА ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ

*В статье рассматривается международный опыт оплаты труда работников госсектора. Доказывается, что достойная заработная плата госслужащих является действенным средством противодействия коррупции.*

**Ключевые слова:** *оплата труда, государственный служащий, экономка.*

Дефиниция «оплата труда» – по природе уникальная категория, призванная обеспечивать по своей миссии решение как минимум двух крупных жизненно важных проблем: воспроизводства рабочей силы и человека, а также мотивации к труду, а значит, заинтересованности работников в результативности функционирования своих организаций, развитии экономики регионов, страны и общества в целом.

Подобная мотивация особенно необходима в сфере государственной службы. На наш взгляд, достойная оплата труда является одним из результативных средств противодействия коррупции. Этим и объясняется актуальность выбранной темы. В данной статье мы рассмотрим системы оплаты труда с их плюсами и минусами не только в России, но и проанализируем международный опыт оплаты труда.

«Наиболее острой проблемой государственной службы России является крайне низкий уровень оплаты и система ее формирования, не ориентированная на результаты служебной деятельности. Система оплаты фактически является механизмом негативного отбора, способствующим ухудшению возрастной и квалификационной структуры государственных служащих, снижению этических стандартов» [3]. Необходимо отметить, что такое положение не является исключительной проблемой для российской государственной службы. По всему миру прокатилась волна реформ, связанных с оплатой труда. Первыми попытками построения новой системы оплаты труда государственных служащих были реформы в Дании, Италии, Нидерландах, Но-

вой Зеландии, Испании, Швеции, Великобритании и Соединенных Штатах. Вторая волна 1991–2005 годов затронула Германию, Францию, Швейцарию и несколько восточно-европейских стран (Чехию, Венгрию, Польшу, Россию).

Анализируя опыт оценки труда государственных служащих Великобритании, Франции и США, можно констатировать, что для мотивации и стимулирования индивидуального труда государственных служащих применяется весьма широкий набор методов и инструментов:

- распределенное, нецентрализованное установление классификации диапазонов оплаты труда, ее «вилки»;
- централизованно на законодательном уровне закрепляемые гибкие тарифные системы, формирующие основную часть оплаты труда;
- разветвленная система статусного вознаграждения;
- установление различных критериев, утверждение комиссий по оценке эффективности деятельности госслужащего и др. [3].

Главную проблему составляет разработка и содержание критериев оценки деятельности. Большая часть критериев характеризует в основном потенциал работника, его рабочее место (степень ответственности, квалификация, навыки, объем работы). Значительное число критериев предназначено для оценки степени выполнения функциональных обязанностей (качество выполнения работ, соответствие результатов заявленным целям, соблюдение дисциплины).

Отдельно следует подчеркнуть негативный опыт Великобритании по введению показателей коллективной эффективности и их взаимоувязке с размером оплаты труда государственных служащих. При этом в налоговых органах Российской Федерации применяется именно оценка коллективных показателей при распределении средств материального стимулирования.

Основываясь на степени автономии органов исполнительной власти в определении заработной платы своих сотрудников, обычно выделяют централизованные (Германия, Франция, Испания, Португалия), децентрализованные (Великобритания) и смешанные системы (Италия, Нидерланды, Дания, Ирландия, Финляндия, Швеция, Канада, США). Хотя во всех странах Министерство финансов продолжает контролировать заработную плату, но степень децентрализации расширяется [4].

Конкретные детали и размеры вознаграждений могут устанавливаться президентом (Ботсвана), министром (Доминиканская Республика), специальной комиссией (Эквадор). В Шри-Ланке размер жалования в рамках, определенных Минфином, устанавливает руководитель конкретного органа.

Во Франции существует одна шкала заработной платы (с субшкалами), где каждый уровень заработной платы определен эквивалентным образовательным уровнем и обязанностями безотносительно занятия или сектора действий. Субшкала А – для менеджеров и других государственных служа-

щих высокого уровня, субшкала В – для специалистов и субшкала С – для работников с низким уровнем квалификации или обязанностей.

В Германии единая шкала А управляет вознаграждением государственных служащих и военных, кроме старших позиций (шкала В). Централизованная система имеет следующие достоинства: снижает неравенство, усиливает солидарность служащих, приводит к последовательной политике в области оплаты труда и отсутствию переманивания.

Великобритания является наиболее децентрализованной системой из всех рассмотренных нами. В данной системе руководитель становится ответственным за проведение политики в отношении персонала, а заработная плата в значительной степени зависит от сектора и обязанностей. Аналогичная Британской модели система существует и в Австралии. Public Service Act 1999 года предусматривает, что он подчиняется Workplace Relations Act 1996 года, согласно которому представители рабочих и предприниматели могут заключить соглашения, которые должны передаваться соответствующему ведомству для проверки, или же работники могут непосредственно заключить т.н. «соглашение рабочего места» на индивидуальном уровне, которое должно быть заверено Комиссией по промышленным отношениям [7].

Независимо от системы одностороннее определение размеров жалования законодательным путем является довольно редким (Эфиопия, Зимбабве). Страны с британским наследием предпочитают способ, когда размер оплаты определяется исполнительным органом по рекомендациям специальных комиссий (Индия, Пакистан, Шри-Ланка, Судан) [4].

Что касается России, то оплата труда государственных служащих в России в первую очередь зависит от занимаемой должности, так как все надбавки и оклад за классный чин исчисляются для определенной должности от устанавливаемого указом Президента РФ по представлению Правительства РФ оклада. Федеральный закон «О государственной гражданской службе Российской Федерации» от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ расширил переменную часть денежного содержания федеральных гражданских государственных служащих, но доля стимулирующих выплат осталась небольшой. Все остальные виды выплат устанавливаются руководителем конкретного органа. Таким образом, сложившаяся в России система относится к смешанным [5].

Наряду с децентрализацией во многих странах была внедрена оплата по результатам. Данная система была введена законом в большинстве стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), кроме Дании и Финляндии, где оплата по результатам была внедрена соглашением между предпринимателями и профсоюзами об условиях труда. Но лишь некоторые страны реализовали эту систему: Дания, Финляндия, Корея, Новая Зеландия, Швейцария и Великобритания. Одна из причин – содержание работы и перспективы развития карьеры, которые являются более сильными стимулами для государственных служащих, чем оплата по результатам.

Именно поэтому многие страны предпочитают карьеру в качестве основной мотивации

Сегодня оплата по результатам не рассматривается как механизм стимулирования, скорее, как некое средство оптимизации внутренних процессов (при постановке цели, разьяснении задач, развитии навыков, улучшении диалога служащих и менеджеров, для командной работы, для гибкости при выполнении работы) [10].

На наличие числа расхождений можно выделить и некоторые общие черты в подходе к оплате труда государственных служащих в России и в других странах. Прежде всего необходимо обратить внимание на то, чем является заработная плата для служащих. Оплата труда гражданского служащего является основным средством его материального обеспечения и стимулирования результатов профессиональной служебной деятельности [1; ст. 50, п. 1]. Таким образом, денежное содержание должно гарантировать финансовую независимость государственной службы. Подобный подход реализуется в большинстве современных государств [4].

Во всех зарубежных странах система оплаты труда государственных служащих, стоящих, как правило, в особых правовых отношениях к государству, отличается от системы оплаты труда работников, стоящих к государству в частноправовых отношениях (негосударственных служащих). Такая дифференциация в оплате труда связана с требованиями, предъявляемыми к государственным служащим, видом их деятельности, а также со значимостью возложенных на них государственных функций. Конечно же, нельзя сказать, что оплата труда на государственной службе, даже в таких развитых странах, как США, Великобритания, Германия и др., превышает уровень оплаты труда на аналогичных должностях в частном секторе экономики.

Вместе с тем в развитых странах с образцовой системой государственной службы государство стремится обеспечить финансовую и социальную независимость и соответствующий социальному статусу государственного служащего достойный уровень жизни. В то же время существуют некоторые отличия в оплате труда государственных служащих в разных странах. Эти отличия зависят в большей степени от того, какая из систем государственной службы функционирует в стране, карьерная или позиционная. То есть для каждой из этих моделей характерна определенная система оплаты труда. В Германии существенным фактором при определении оплаты труда чиновников является его образование и квалификация. То есть, от того, каким образованием обладает гражданин (среднее, среднеспециальное, высшее), зависит, на какую из категорий может он претендовать и, соответственно, какую заработную плату он будет получать. Оплата труда чиновников основывается на том, что она должна быть адекватной общественному статусу чиновника, чтобы он был в состоянии вести соответствующий его положению образ жизни. В целом оклады чиновников ниже, чем оклады служащих в част-



ном секторе. Однако эта разница компенсируется тем, что на государственной службе чиновник более защищен от безработицы, чем работники частных компаний. Его практически нельзя уволить.

Таким образом, заработная плата чиновника зависит не от объема выполненной работы, а от уровня его образования и статуса, то есть к какой из категорий относится занимаемая им должность или присвоенный ему чин.

Из-за такой системы вот уже долгое время на государственную службу в Германии идут менее квалифицированные работники, так как высококвалифицированные работники предпочитают работать в частном секторе экономики, где оплата труда зависит от объемов выполняемой работы. С другой стороны, государство не может конкурировать с рынком и не может предлагать более высокую оплату труда.

Заработная плата чиновников в условиях карьерной системы складывается из нескольких составляющих.

Важнейшим элементом заработной платы является «основной оклад» (85% совокупного дохода чиновника).

Наряду с основным окладом чиновникам выплачивается «местная надбавка». Ее размер зависит от семейного положения чиновника. Женатые получают больше, чем холостые. Также увеличивается размер надбавки от количества детей в семье. Данная надбавка устанавливается не в процентной величине, а в абсолютных денежных размерах (то есть для всех должностей внутри одного ранга он одинаков). Для каждого из четырех рангов устанавливается своя величина этой надбавки.

Важнейшей надбавкой является «министерская надбавка». Она выплачивается всем чиновникам, работающим в министерствах и администрации Федерального Президента. Остальные виды надбавок в заработной плате чиновника являются незначительными [9].

Безусловно, что достойная оплата труда может стать одним из факторов противодействия коррупции. Анализ антикоррупционных мер разных стран позволяет сделать следующие выводы. Повышенные требования и ограничения, связанные с государственной службой, компенсируются в Германии соответствующим государственным жалованием и другими выплатами, гарантиями, обеспечивающими стабильность рабочего места и продвижение по службе, а также достойный уровень жизни.

В США традиционно ограничены возможности получения дополнительного дохода сверх основной («карьерной») зарплаты. Чиновники, назначаемые президентом США, вообще не могут получать «какой бы то ни было доход в течение всего срока службы за услуги и деятельность, выходящую за рамки непосредственных служебных обязанностей». Поэтому просто необходима достойная оплата труда.

В Японии, как и во многих странах, одним из главнейших направлений борьбы с коррупцией является кадровая политика. Японским чиновникам гарантирована достойная оплата труда.

В Сингапуре делают привязку оплаты труда государственных служащих к средней заработной плате лиц, успешно работающих в частном секторе.

Необходимо также отметить, что в последние годы во многих странах органы государственной исполнительной власти стали финансироваться в зависимости от достигнутых ими результатов. В Великобритании этот опыт был обобщен и нашел отражение в программе «Следующие шаги», в Австралии – в докладе «Определение результата и выпуска», в США – в Законе об исполнении госфункций и результатах (GPRA).

Следовательно, опыт развитых зарубежных стран по оплате и стимулированию труда представляет для России большой интерес. Много из него стоит реализовать уже сейчас, а что-то для нас совсем не приемлемо. Изучая накопленный опыт и адаптируя его к российской действительности, можно достичь высоких экономических результатов в трудовой деятельности, а также внести прогрессивные черты в антикоррупционную политику нашей страны.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О государственной гражданской службе Российской Федерации: федеральный закон от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (по сост. на 20.10.2011 г.).

2. Клименко, А. Оплата труда российских федеральных государственных гражданских служащих [Электронный ресурс] / А. Клименко. Режим доступа: [http://www.thec.ru/dismat/Klimenko/Klimenko\\_r.rtf](http://www.thec.ru/dismat/Klimenko/Klimenko_r.rtf).

3. Кононов, Е.В. Вопросы оценки и оплаты труда госслужащих налоговых органов на современном этапе / Е. В. Кононов // Актуальные вопросы экономики и управления: матер. Междунар. заоч. науч. конф. (г. Москва, апрель 2011 г.). Т. II / под общ. ред. Г.Д. Ахметовой. М.: РИОР, 2011. С. 52–54.

4. Кононов, Е.В. Опыт развитых государств в сфере оценки и стимулирования труда государственных служащих в соответствии с результатами этой деятельности / Е.В. Кононов // Региональная экономика и управление: электрон. науч. журн. 2010. № 4 (24). № рег. статьи 0078. Режим доступа к журн.: <http://region.mcnip.ru>.

5. Зарплата чиновников будет прямо зависеть от их профессиональной эффективности // Российская газета. Столичный выпуск. №5524 (148). 2011, 11 июля.

6. Повышение мотивации труда государственных служащих // Кадровик. Трудовое право для кадровика. 2009. № 3.

7. Политика в области оплаты труда по результатам для служащих правительства: основные направления в странах, состоящих в ОЭСР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.thec.ru>.

8. Жулина, Е. Европейские системы оплаты труда [Электронный ресурс] / Е. Жулина. Режим доступа: <http://ModernLib.Ru>;

9. Филаткина, М. Оценка и оплата труда госслужащих / М. Филаткина // Человек и труд. 2011. № 3.

O.N. Marganova. I.A. Zolotareva, K. Grebenkova  
*Southwest State University, Kursk*

### THE INTERNATIONAL EXPERIENCE OF CIVIL SERVANTS PAYMENT

*In the article the international experience of workers payment of state sector is considered. It is proved that the worthy salary of state employees is effective means of corruption counteraction.*

**Keywords:** *payment, the civil servant, the housekeeper.*

УДК 340

А.А. Ерин, аспирант, О.Г. Ларина, канд. юрид. наук, доцент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

### ПОЛНОМОЧИЯ СЕКРЕТНОГО (ТАЙНОГО) ОТДЕЛЕНИЯ В XIX ВЕКЕ

*В статье автор рассматривает вопрос о работе специального органа по борьбе с терроризмом в XIX веке в России, историю его создания, основные направления деятельности.*

**Ключевые слова:** *терроризм, борьба, тайная полиция.*

В 1826 г. Собственная его императорского величества канцелярия была разделена на три отделения. Перед сотрудниками III отделения была поставлена задача «следить за неуклонным выполнением законов» – так была создана тайная полиция, которой надлежало собирать сведения о числе существующих в государстве сект и расколов, о всех состоящих под присмотром полиции людях, высылать и размещать людей «подозрительных и вредных», заведовать всеми местами заточения, в которых содержатся государственные преступники, наблюдать за поведением пребывающих в Россию иностранцев, осуществлять сбор сведений по компетенции полиции [1].

Впоследствии функции Третьего отделения расширялись: добавлялась театральная цензура – Пятая экспедиция, розыск в среде творческой интеллигенции, прогнозирование общественного устроения [2].

III отделение было создано в отсутствие революционных потрясений и острых политических конфликтов, поэтому структура органа не была сложной. Исключение составляли тайная агентура и жандармерия.

Обзор Министерства внутренних дел устанавливал: «Отдельный корпус жандармов сложился из двух элементов: из жандармского полка, несшего военно-полицейскую службу при войсках, и из жандармских частей корпуса внутренней стражи.

Первоначально личный состав был определен в шестнадцать человек, которые должны были обслуживать все четыре экспедиции. Функции между этими экспедициями распределялись следующим образом:

I экспедиция ведала всеми политическими делами — «предметами высшей полиции и сведениями о лицах, состоящих под полицейским надзором».

II экспедиция — раскольниками, сектантами, фальшивомонетчиками, уголовными убийствами, местами заключения и крестьянским вопросом.

III экспедиция занималась специально иностранцами.

IV экспедиция вела переписку «о всех вообще происшествиях», ведала личным составом, пожалованиями и т.п. [3].

Подобная структура отвечала в целом требованиям национальной безопасности и нераспространению антирежимной идеологии.

Агентам и жандармам предписывалось обратить особенное внимание на «могущие произойти без изъятия во всех частях управления и во всех состояниях и местах злоупотребления, беспорядки и закону противные поступки». Сотрудники отделения должны были «наблюдать, чтобы спокойствие и права граждан не могли быть нарушены чьей-либо личной властью и преобладанием сильных лиц или пагубным направлением людей злоумышленных».

Им предписывалось прежде, чем приступить к обнаружению встретившихся беспорядков, лично «сноситься и даже предварять начальников и членов тех властей или судов или те лица, между коих замечены будут незаконные поступки», а уже после этого доносить начальнику тайного ведомства. Объяснялось такое полномочие следующим образом: «сутью должности должно быть, прежде всего, предупреждение и отстранение всякого зла; например, дойдут ли до вашего сведения слухи о худой нравственности и дурных поступках молодых людей, предварить о том родителей или тех, от коих участь их зависит, или добрыми вашими внушениями старайтесь поселить в заблудших стремление к добру и вывести их на путь истинный, прежде нежели обнаружить гласно их худые поступки пред правительством».

Не обходилось и без воспитания сотрудников ведомства: «Свойственные вам благородные чувства и правила, несомненно, должны вам приобрести уважение всех сословий, и тогда звание ваше, подкрепленное общим доверием, достигнет своей цели и принесет очевидную пользу государству. В вас

всякий увидит чиновника, который через мое посредство может довести глас страждущего человечества до престола царского и беззащитного гражданина немедленно поставить под высочайшую защиту государя императора».

В основу деятельности агентов и жандармов была положена достаточно явно обозначенная идеологическая основа. Так, в отношении их деятельности в Инструкции указывается: «Сколько дел, сколько незаконных и бесконечных тяжб посредничеством вашим прекратиться могут, сколько злоумышленных людей, жаждущих воспользоваться собственностью ближнего, устрашаться приводить в действие пагубные свои намерения, когда они будут удостоверены, что невинным жертвам их алчности продолжен прямой и кратчайший путь к покровительству его императорского величества. На таком основании вы в скором времени приобретете себе многочисленных сотрудников и помощников, ибо всякий гражданин, любящий свое отечество, любящий правду и желающий зреть повсюду царствующую тишину и спокойствие, потщится на каждом шагу вас охранять и вам содействовать полезными советами и тем быть сотрудником благих намерений своего государя».

Следующее направление деятельности – борьба с коррупцией, чистка кадрового состава государственной, в том числе судебной службы, «поиск» верных и честных служащих: «Вы, без сомнения, даже по собственному влечению вашего сердца стараться будете узнавать, где есть должностные люди совершенно бедные, или сырые, служащие бескорыстно верой и правдой, не могущие снискать пропитание одним жалованием, о таковых имеете доставлять мне подобные сведения для оказания возможного пособия и тем самым выполнить священную на сей предмет волю императорского величества: отыскивать и отличать скромных вернослужащих. Вам теперь ясно открыто, какую ощутительную пользу принесет точное и беспристрастное выполнение ваших обязанностей, а вместе с тем легко можете себе представить, какой вред и какое зло произвести могут противные сей благотворительности действия, то, конечно, нет меры наказанию, какому подвергнется чиновник, который, чего Боже сохрани, и чего даже помыслить не смею, употребить во зло свое звание, ибо тем самым совершенно разрушить предмет сего отеческого государя императора учреждения».

Завершается Инструкция указанием на широкую сферу полномочий: «Впрочем нет возможности поименовать здесь все случаи и предметы, на кои вы должны обратить свое внимание, ни предначертать вам правил, какими вы во всех случаях должны руководствоваться, но я полагаюсь в том на вашу прозорливость, а более еще на беспристрастное и благородное направление вашего образа мыслей».

К концу XIX в. секретное ведомство развилось и его деятельность регулировалась «Положением об устройстве секретной полиции в империи»

(1882 год). В январе 1883 г. была разработана «Инструкция инспектору секретной полиции».

Таким образом, Третье отделение играло роль органа, анализировавшего и прогнозировавшего идейные настроения в обществе с целью предупреждения и пресечения экстремистских акций, терроризма, охранявшего стабильность и спокойствие в государстве.

*Статья выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Терроризм: борьба и проблемы противодействия: учебное пособие / под ред. В.Я. Кикотя, Н.Д. Эриашвили. М., 2004. С. 103.
2. Кошель, П.А. История сыска в России / П.А. Кошель. Минск, 1996. Кн. 1. С. 45.
3. Будницкий, О.В. История терроризма в России / О.В. Будницкий. Ростов н/Д., 1996. С. 5.
4. Матчанова, З.Ш. Понятие терроризма в современном российском законодательстве / З.Ш. Матчанова // История государства и права. 2007. № 3. С. 45.
5. Мусаелян, М.Ф. Понятие «терроризм» и его соотношение с понятиями «террор» и «террористический акт» / М.Ф. Мусаелян // Журнал российского права. 2009. № 1. С. 65.

A.A. Erin, O.G. Larina  
*Southwest State University, Kursk*

#### POWERS OF CONFIDENTIAL (SECRET) BRANCH IN A XIX-TH CENTURY

*In this article the author examines the question of the special body to combat terrorism in the XIX century in Russia, the history of its creation, the main activities.*

**Keywords:** *terrorism, the struggle, the secret police.*

УДК 340

О.Г. Ларина, канд. юрид. наук, доцент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

#### ИСТОРИКО-ПРАВОВЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИНАНСОВЫХ ПРЕРОГАТИВ ГОСУДАРСТВА

*В статье автор рассматривает вопрос о финансовых прерогативах, дает их определение, виды, признаки. Делается вывод о важной роли прерогатив в финансовой системе.*

**Ключевые слова:** прерогатива, бюджет, государство.

Изучение институтов исключительных финансовых прав государства, государственных регалий, фискальных монополий и их эволюции дает возможность оценить государство и как субъекта публично-властных отношений, и как предпринимателя и активного участника торговых отношений внутри страны и за ее пределами. В теории и истории государства и права в сфере исследования финансовых прерогатив государственной власти осталось много пробелов, а одной из важнейших задач остается изучение теории данного института. В истории государства и права до сих пор не сложилось единообразного взгляда на систему государственных финансовых прерогатив в России. Авторы предлагают включать в данную систему различные составляющие, что, естественно, не позволяет получить достоверной и объективной картины существовавшей в России на протяжении практически всей ее истории системы источников доходов казны, затрудняет понимание природы налогов как современного финансового института, а также сути неналоговых платежей.

Кроме того, практически все исследователи оценивают финансовые прерогативы, регалии, концессию сквозь призму их экономической эффективности, забывая об анализе и оценке причин принятия нормативных актов, повлекших установление данных форм реализации финансовых прерогатив, что, несомненно, оставляет пробелы в изучении опыта истории правового регулирования института государственных исключительных финансовых прав и финансовой системы России в целом.

Одна из ключевых проблем исключительных прав в России государства – разграничение полномочий государства (казны) и правителя (царя, императора). В науке теории государства и права дореволюционного периода авторы относили к правам монарха две группы имущественных прав:

- право на содержание;
- право на имущество, которым монарх имел право владеть, пользоваться и распоряжаться, т.е. право собственности [1].

По мере совершенствования финансовой системы и гражданско-правового законодательства право собственности царя и право собственности казны разграничивалось.

Следующей особенностью является непланомерный характер использования финансовых прерогатив, что выражалось на протяжении исследуемого периода то в широком применении исключительных прав, то в полном отказе от их использования. Исходя из этого прослеживаются закономерности

сти использования исключительных прерогатив в соответствии с проводимой правительством экономической и финансовой политикой.

В начале XVIII в. многие сферы государственного хозяйства были регализированы в форме монополии или откупа. Вторая половина XVIII в. приносит существенные изменения в политике государства в области финансовых отношений, в связи с чем коренным образом меняется и роль финансовых прерогатив – в 1762 г. произошла демонополизация ряда товаров, оставались наиболее доходные и стратегические виды. Государство поменяло политику получения бюджетных доходов, предпочитая пользоваться не прямыми, а косвенными видами доходов, развивалась система акцизного налогообложения, делалась ставка на винный доход. Подобная тенденция с небольшими отклонениями наблюдалась до начала XX вв.

Необходимость использования специальной категории «финансовые прерогативы государства» объясняется следующими причинами.

Во-первых, использование этой категории позволит восполнить пробелы в историко-правовой науке в целях понимания правовой природы и изучения закономерностей развития отдельных правовых институтов (государственные регалии, домены, экпроприация и т.д.).

Во-вторых, введение рассматриваемой категории в научный оборот расширит и дополнит современные теоретические основы финансовой деятельности государства, поможет более детально исследовать такие важные правовые институты, как неналоговые доходы бюджета, государственные монополии, в том числе естественные, применение чрезвычайных мер в бюджетном процессе, государственная предпринимательская деятельность и др.

Термин «прерогатива» (от лат. *praerogativus* – первым подающий голос) обозначает исключительное право, принадлежащее какому-либо государственному органу или должностному лицу [2].

Финансовые прерогативы государства – исключительные финансовые права верховной власти, провозглашаемые с целью извлечения прибыли в той или иной сфере деятельности и (или) в интересах общества, устанавливаемые по решению верховной власти и закрепленные в законодательных актах.

Признаками финансовых прерогатив являются: установление по решению верховной власти; правовое закрепление; их применение основано на финансовых (бюджетных) отношениях.

Как правило, фискальное назначение (финансовые прерогативы) в данном аспекте в финансовой науке именуется фискальными прерогативами.

Некоторые товары или сферы деятельности становятся прерогативой государства в общественных или политических интересах (реквизиция, железнодорожная, монетная регалии и др.), в данном случае речь идет об общественно-правовых прерогативах.



Отечественные теория и история государства и права, так же как и зарубежные, не выработали единого подхода в классификации финансовых прерогатив.

В зависимости от предмета исключительного права предлагается различать:

- общественно-правовые прерогативы – исключительные права на особые вещи и отношения, имеющие значение для «общего блага» (экспроприация, монетная регалия и т.д.);

- исключительные права на товары и виды деятельности, имеющие только фискальное значение (в целях пополнения казны использовалась питейная регалия, табачная, картонные монополии и т.д.);

- смешанные финансовые прерогативы, которые совмещали в себе интересы пополнения казны и общественного блага (лесная, почтовая, соляная регалии).

По характеру использования финансовой прерогативы:

- исключительные права, направленные на отчуждение государством полномочий собственника (концессия, приватизация);

- исключительные права, направленные на изъятие у собственников прав на имущество или занятие определенным видом деятельности (регалия, реквизиция).

Таким образом, финансовые прерогативы государства являются важным инструментом финансовой политики государства и позволяют оптимизировать процесс управления государственной собственностью.

*Статья выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

---

1. Ивановский, В.В. Учебник государственного права / В.В. Ивановский. Казань, 1905. С 450.

2. Даль, В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. / В.И. Даль. СПб., 1863. Т. 3. С. 476.

O.G. Larina  
Southwest State University, Kursk

## **HISTORICAL- EGAL AND THEORETICAL CHARACTERISTICS OF STATE FINANCIAL PREROGATIVES**

*In this article the author examines the question of financial prerogatives, gives them the definition, types and characteristics. The conclusion about the important role of the prerogatives of the financial system.*

**Keywords:** *the prerogative of the budget, the state.*

УДК 336.64

А.А. Мальцева, канд. экон. наук

Юго-Западный государственный университет, Курск

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

*В работе рассмотрены актуальные вопросы оценки финансовой устойчивости с использованием факторного анализа, предложен ряд факторных моделей, выражающих зависимость финансовой устойчивости от ключевых экономических показателей.*

**Ключевые слова:** факторный анализ, финансовая устойчивость, факторная модель.

Современный экономический анализ предполагает системность и комплексность. Реализация этих принципов может быть достигнута при применении факторного анализа, в процессе которого выявляется влияние факторов-показателей, характеризующих финансовое состояние организации, на величину результата, в качестве которого рассматриваются показатели финансовой устойчивости субъекта экономики.

Финансовая устойчивость определяется с помощью системы абсолютных и относительных показателей. Одним из наиболее широко применяемых в анализе показателей является коэффициент финансового риска (плечо финансового рычага), в норме его значение должно быть менее единицы:

$$K_{\text{фр}} = \frac{ЗК}{СК}, \quad (1)$$

где ЗК – заемный капитал; СК – собственный капитал.

На финансовую устойчивость оказывает влияние не только соотношение собственных и заемных средств, но и другие многочисленные внешние и внутренние факторы. В литературе встречаются различные факторные модели финансовой устойчивости, одна из наиболее интересных из них приведена ниже [1]:

$$K_{\text{фр}} = \frac{ЗК}{СК} = \frac{ЗК}{ИБ} : \frac{ОФ}{ИБ} : \frac{ОБА}{ОФ} : \frac{СОС}{ОБА} : \frac{СК}{СОС} = K_{\text{фз}} : УД_{\text{ос}} : K_{\text{о/ва}} : K_{\text{оср}} : \frac{1}{K_{\text{м}}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{фз}}$  – коэффициент финансовой зависимости;

$УД_{\text{ос}}$  – удельный вес основных средств;

$K_{\text{о/ва}}$  – коэффициент соотношения оборотных и необоротных активов;

$K_{\text{оср}}$  – коэффициент оборачиваемости собственных средств;

$K_{\text{м}}$  – коэффициент маневренности.

Модель позволяет выявить влияние структуры имущества предприятия, скорости оборота собственных средств и степени маневренности капитала на финансовую устойчивость.

Автором предлагаются собственные факторные модели, полученные методами удлинения и расширения:

$$K_{\text{фр}} = \frac{K_{\text{д}} + K_{\text{к}} + K_{\text{з}}}{(УК + ДК + РК + ЦФ + НП + РБП + РПР + ЗУД)}, \quad (3)$$

где  $K_{\text{д}}$  – кредиты долгосрочные;  
 $K_{\text{к}}$  – кредиты краткосрочные;  
 $K_{\text{з}}$  – кредиторская задолженность;  
 $УК$  – уставный капитал;  
 $ДК$  – добавочный капитал;  
 $РК$  – резервный капитал;  
 $ЦФ$  – целевое финансирование;  
 $НП$  – нераспределенная прибыль;  
 $РБП$  – резервы будущих периодов,  
 $РПР$  – резервы предстоящих расходов;  
 $ЗУД$  – задолженность учредителей по выплатам дивидендов.

Для определения степени влияния показателей финансовых результатов на уровень финансовой устойчивости организаций предлагается следующая факторная модель:

$$K_{\text{фр}} = \frac{ЗК}{СК} = \frac{\frac{ЗК}{П}}{\frac{СК}{П}} = \frac{\frac{1}{R_{\text{зк}}}}{\frac{1}{R_{\text{ск}}}} = \frac{R_{\text{ск}}}{R_{\text{зк}}}, \quad (4)$$

где  $П$  – прибыль организации;  
 $R_{\text{ск}}$  – рентабельность собственного капитала;  
 $R_{\text{зк}}$  – рентабельность заемного капитала.

Предложенная модель может быть преобразована с использованием факторной модели собственного капитала А.Д. Шеремета и Е.В. Негашева [2]:

$$R_{\text{ск}} = \frac{П}{СК} = \frac{П}{N} \cdot \frac{N}{СК} = \frac{П}{N} \cdot K_{\text{об/ск}} = \left(1 - \frac{C}{N}\right) \cdot K_{\text{об/ск}} = \left(1 - \left(\frac{И}{N} + \frac{М}{N} + \frac{А}{N}\right)\right) \cdot K_{\text{об/ск}}, \quad (5)$$

где  $N$  – выручка;  
 $K_{\text{об/ск}}$  – коэффициент оборачиваемости собственного капитала;  
 $C$  – себестоимость;  
 $\frac{И}{N}$  – оплатоемкость продукции, отражающая трудоемкость в стоимостной форме;  
 $\frac{М}{N}$  – материалоемкость продукции;

$\frac{A}{N}$  – амортизационность продукции.

Для получения модифицированной факторной модели, характеризующей финансовую устойчивость, выражение (5) подставляем в формулу (4):

$$K_{\text{фр}} = \frac{\left(1 - \left(\frac{I}{N} + \frac{M}{N} + \frac{A}{N}\right)\right) \cdot K_{\text{об/ск}}}{R_{\text{зк}}}. \quad (6)$$

В результате получения модели выявлена взаимосвязь между показателями финансовой устойчивости и показателями оборачиваемости заемного капитала, оплатоемкости, материалоемкости, амортизационности и, следовательно, влияние этих факторов на финансовую устойчивость.

Используя приведенные факторные модели, можно выявить влияние различных факторов на состояние финансовой устойчивости конкретного предприятия.

---

1. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г.В. Савицкая. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2007. 512 с.

2. Шеремет, А.Д. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций / А.Д. Шеремет, Е.В. Негашев. М.: ИНФРА-М, 2004. 237 с.

A.A. Maltseva  
*Southwest State University, Kursk*

## THE FACTORIAL ANALYSIS OF FINANCIAL STABILITY

*In work pressing questions of an estimation of financial stability with use of the factorial analysis are considered, it is offered a number of the factorial models expressing dependence of financial stability from key economic indicators.*

**Keywords:** *the factorial analysis, financial stability, fak-even model.*

# ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 331.101.262

В.В. Шевченко, канд. техн. наук, доцент

*Национальный технический университет «ХПИ», Харьков (Украина)*

Э.В. Гаврилов, канд. юрид. наук, нотариус

*Харьков (Украина)*

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРАВОВОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ УКРАИНЫ

*В работе проведена оценка правовой регуляции вопросов трудоустройства выпускников высших учебных заведений, определены проблемы и перспективы их трудоустройства, проведена классификация принципов трудового права и правовой регуляции трудоустройства выпускников, установлены формы государственной политики занятости.*

**Ключевые слова:** *трудоустройство, государственная политика, принципы трудового права, правовая регуляция, формы занятости.*

**Постановка задачи.** Целью статьи является оценка современного состояния общеправовых, межотраслевых, отраслевых принципов правовой регуляции трудоустройства выпускников вузов Украины в условиях современного экономического кризиса. В основу классификации существующих принципов правовой регуляции положена специфика предмета правовой регуляции, т.е. особенности общественных отношений, урегулированных нормами права [1].

**Основная часть.** В настоящее время во всех странах рассматривают вопросы внедрения в учебный процесс перспективных направлений и конкретных достижений науки, современных технических и технологических решений, подготовки и повышения квалификации специалистов, целенаправленной издательской деятельности, использования современных технологий обучения. Но анализ литературных источников показал, что недостаточно внимания уделяется вопросу трудоустройства выпускников учебных заведений, их работе на первом рабочем месте, обеспечению использования молодых специалистов по профессиональной принадлежности согласно выбранной профессии и полученному образованию. В то же время в промышленности постоянно ощущается нехватка специалистов тех специальностей, выпуск которых, согласно лицензионным объемам, вполне достаточен. Вы-

звано это тем, что при распределении возникают проблемы с выездом специалистов по распределению, что психологически вполне объяснимо, а в ряде случаев прием на новом рабочем месте молодого специалиста не дает возможности начать ему работу по распределению, а значит, по специальности. В этих случаях необходима правовая защита молодого специалиста, т.е. на производстве необходимо знание законов, определяющих отношение к молодому специалисту при начале его производственной деятельности.

Любая деятельность происходит на основании определенных принципов, то есть основных выходных положений, выполнение которых обеспечивает согласованность в действиях ее участников, ориентирует на достижение соответствующего результата путем использования самых эффективных методов. Отход от таких принципов конкретной деятельности приводит к ее непоследовательности, несогласованности в действиях ее исполнителей [1]. Для принципов трудового права характерны такие признаки:

- а) экономико-политическая обусловленность, которая определяется политикой государства в социальной сфере;
- б) общность содержания (выражают сущность не одной, а многих групп нормирования права);
- в) государственная нормативность, при которой руководящие идеи, закреплённые в нормах права, установленных государством и имеющих всеобщность и обязательность, выполняют функцию регулирования;
- г) системность, т.е. сущность норм права в их взаимосвязи с другими нормами в пределах определенной системы права;
- д) целенаправленность, выражающая сущность норм права в динамике;
- е) стабильность, которая отражает качественное состояние системы права и по своей природе не настолько изменчива, как нормы права [1].

Вопрос о принципах правовой регуляции любого трудоустройства, особенно молодых специалистов, хотя и рассматривался многими учеными, но еще и сейчас до конца не решен. Считается, что должно быть обеспечено [3]:

- а) плановый характер трудоустройства;
- б) правильный и оперативный выбор места и вида работы;
- в) добровольность вступления в отношения трудоустройства;
- г) бесплатность услуг органов трудоустройства и предприятий.

Согласно ст. 3 Закона Украины «О занятости населения», государственная политика Украины относительно занятости населения базируется на следующих принципах:

- 1) обеспечение равных возможностей всем гражданам независимо от их происхождения, социального и имущественного состояния, расовой и национальной принадлежности, пола, возраста, политических убеждений, отношения к религии в реализации права на свободный выбор вида деятельности в соответствии со способностями и профессиональной подготовкой, с

учетом личных интересов и общественных потребностей. То есть обеспечение свободы труда, что включает право на труд, который каждый свободно выбирает или на который свободно соглашается;

2) содействие обеспечению эффективной занятости, предотвращению безработицы, созданию новых рабочих мест и условий для развития предпринимательства, обеспечение полной и производительной занятости работников и их защита от безработицы;

3) координация деятельности в сфере занятости с другими направлениями экономической и социальной политики на основании государственной и региональных программ занятости, особенно для молодых специалистов;

4) сотрудничества профессиональных союзов, ассоциаций предпринимателей, владельцев предприятий, учреждений, организаций или уполномоченных ими органов во взаимодействии с органами государственного управления, реализации и контроля выполнения мероприятий по обеспечению занятости населения. Необходимо сочетание государственной и договорной регуляции трудовых отношений; гарантирование права на решение индивидуальных и коллективных трудовых споров, в том числе обеспечение права работников на забастовку, обеспечение судебной защиты трудовых прав, чести и достоинства участников трудовых отношений;

5) международное сотрудничество в решении проблем занятости населения, включая труд граждан Украины за рубежом и иностранных граждан в Украине [6].

Принципы правовой регуляции трудоустройства не закреплены в нормативно-правовых актах, поэтому их необходимо определить путем анализа юридических источников и выяснения сущности норм права. Наиболее уязвимы в этом отношении молодые специалисты, выпускники учебных заведений.

В Законе закреплены права граждан и гарантии государства в сфере занятости, сформулированы основные направления государственной политики содействия занятости. Так, граждане имеют право на трудоустройство и выбор места работы путем обращения к предприятию, учреждению или организации, личному крестьянскому или фермерскому хозяйству, другому работодателю или же при бесплатном содействии государственной службы занятости. Конвенция МОП № 122 «О политике в отрасли занятости» (1964 г.) провозглашает, что с целью стимулирования экономического роста и развития, повышения уровня жизни, удовлетворения потребностей в рабочей силе, ликвидации безработицы и неполной занятости каждое государство – член МОП провозглашает и осуществляет активную политику, направленную на содействие полной, производительной и свободно избранной занятости.

Эта политика предусматривает обеспечение работой всех, кто готов работать, причем такой, которая была бы наиболее производительной. Она

обеспечивает выбор занятости и самые широкие возможности для каждого работника в подготовке и использовании своих навыков и способностей для выполнения работы, к которой он пригоден, независимо от расы, цвета кожи, пола, религии, политических взглядов, иностранного или социального происхождения.

Государственная политика занятости имеет активную и пассивную формы. Содержанием пассивной формы является внедрение системы мероприятий по привлечению лиц, которые потеряли работу и желают трудоустроиться, к решению проблемы трудоустройства, а также проведение мероприятий социальной защиты незанятых. Активная политика заключается в создании государством системы мероприятий по предупреждению незанятости, которая включает анализ контингента выпуска молодых специалистов, влияние на количество выпускников конкретного направления. Для ее проведения претворяются в жизнь мероприятия экономического, правового и организационного обеспечения. Экономическое обеспечение предусматривает стимулирование создания новых рабочих мест, механизма формирования и функционирования рынка труда, предоставления финансовой поддержки предпринимательству, смягчения экономических следствий массового оттока рабочей силы на рынке труда и т.д.

Правовое обеспечение – это разработка правовых механизмов реализации экономической политики, законодательства, что определяет содержание деятельности субъектов, привлеченных в эту область. Организационное обеспечение предусматривает наличие органов, которые реализуют государственную политику занятости и создания условий для их функционирования. Основными принципами реализации кадровой политики правоведы считают:

1) социальную справедливость и соблюдение всех гарантий работающих, обеспечение оптимального соответствия личностных качеств работника требованиям должности;

2) применение прогрессивных форм организации труда, умелое сочетание деятельности опытных кадров с молодыми, организацию структуры передачи опыта;

3) демократизм, что находит свое проявление в нормах о равенстве прав работников, запрещение дискриминации;

4) учет способностей работника и его деловых качеств при приеме на работу и продвижении по службе, обеспечение законности, запрещение отбора кадров и продвижения их по службе по семейному признаку.

Указанные положения также могут быть внедрены для разработки системы принципов правовой регуляции трудоустройства. По нашему мнению, на основании анализа действующих законодательных актов можно выделить такие основные принципы правовой регламентации трудоустройства граждан:

1. Добровольность вступления граждан в правоотношения по трудоустройству. Практическое выражение этого принципа заключается в том, что



гражданин на собственное усмотрение реализует право на трудоустройство, он может отказаться от использования его права и обратиться к работодателю самостоятельно, не прибегая к помощи посредников. Достаточно важным является то, что принуждение к труду в любой форме не допускается, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Украины. Добровольная незанятость граждан не является основанием для привлечения их к административной или криминальной ответственности. В то же время, если законодательно определено, что выпускник обязан отработать установленный срок (3 года) по распределению, т.е. исключается принцип самостоятельного определения места работы после окончания учебного заведения при бюджетной подготовке специалиста, то ему должна быть обеспечена возможность реализовать право на трудоустройство и работы по специальности.

2. Осуществляется трудоустройство, как правило, специально уполномоченными органами. Согласно ст. 1 Конвенции МОП № 122 «О политике в отрасли занятости», основной обязанностью службы занятости является обеспечение сотрудничества с другими заинтересованными общественными и частными учреждениями для обеспечения возможности организации рынка занятости как неотъемлемой части национальной программы поддержки полной занятости, развития и использования производительных сил.

3. Принцип общего характера трудоустройства определяется из всеобщности права на трудоустройство граждан, которые достигли определенного возраста. Государство гарантирует работоспособному населению в работоспособном возрасте бесплатное содействие в подборе работы и трудоустройстве в соответствии с призванием, способностями, профессиональной подготовкой, образованием, с учетом общественных потребностей всеми доступными средствами, включая профессиональную ориентацию и переподготовку, а также бесплатное обучение безработных новым профессиям, переподготовку в учебных заведениях или в системе государственной службы занятости с выплатой материальной помощи.

4. Предоставление особой поддержки лицам, которые нуждаются в повышенной социальной защите: инвалидам, женщинам, которые имеют детей в возрасте до 6-ти лет, одиноким матерям, которые имеют детей в возрасте до 14 лет или детей-инвалидов, молодежи, которая закончила или прекратила учебу в средних общеобразовательных школах, профессионально-технических или высших учебных заведениях, освободилась от срочной военной или альтернативной (невоенной) службы и которой предоставляется первое рабочее место, детям-сиротам и т.д.

5. Сочетание интересов граждан, работодателей и государства в области трудоустройства.

В указанных принципах правовой регламентации трудоустройства граждан предусмотрены права и обязанности практически всех групп работаю-

щего населения, но нет положений, определяющих права молодых специалистов, которые после окончания учебного заведения при отсутствии практического опыта наиболее уязвимы.

**Выводы.**

1. Государство должно обеспечить рациональное использование трудовых ресурсов с целью обеспечения повышения эффективности экономики. Эффективное решение проблемы безработицы невозможно без регуляции рынка труда.

2. Трудоустройство регулируется теми правовыми принципами, которые определяются действующим законодательством. Это основные руководящие принципы, которые выражают сущность правовых норм в сфере регламентации отношений по поводу предоставления гражданам содействия уполномоченными органами (государственными и негосударственными) в поиске работы для развития и усовершенствования законодательства о трудоустройстве и практики его применения.

3. Необходимо принимать меры по обеспечению знания и выполнения прав молодых специалистов, как самим специалистом, так и его работодателей.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Трудовое право Украины: учебник. / под ред. С.Г. Прилипко, О.Г. Ярошенко. 2-е изд., перераб. и доп. Харьков: Изд-во ФИНН, 2009. 728 с.
2. Керимов, Д.А. Кодификация и законодательная техника / Д.А. Керимов. М.: Госюриздат, 1962. 104 с.
3. Уржинский, К.П. Гарантии права на труд / К.П. Уржинский. М.: Юрид. лит., 1984. 200 с.
4. Медведев, О.М. Трудоустройство и его виды в СССР: учеб. пособие / О.М. Медведев. М.: Изд-во ВЮЗИ, 1985. 93 с.
5. Андреева, Л.Л. Правовое регулирование обеспечения занятости в России: учебник / Л.Л. Андреева, О.М. Медведев. М.: Изд-во МГИУ, 1999. 251 с.
6. О занятости населения: закон Украины от 01.03.1991 г. № 803 – XII // Ведомости Верховног Совета Украины. 1991. № 14. 170 с.

V.V. Shevchenko

*National Technical University «KPI», Kharkov (Ukraine)*

E.V. Gavrilov

*Kharkov (Ukraine)*

**SUGGESTIONS ON LEGAL ADJUSTING EMPLOYMENTS OF GRADUATING  
STUDENTS OF HIGHER INSTITUTES OF UKRAINE**

*In work estimation of the legal adjusting of questions of employment of graduating students of higher educational establishments is conducted, problems and prospects their employments are certain, classification of principles of labors right and legal adjusting of employment of graduating students is conducted, the forms of state policy of employment are set.*

**Keywords:** *employment, state policy, principles of labors right, legal adjusting forms of employment.*

УДК 378.147

К.В. Киреев, доцент

Самарский государственный технический университет

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

*Данная статья посвящена вопросу внедрения информационных технологий в учебный процесс технического университета.*

**Ключевые слова:** *обучение, обучающие средства, методика, компьютер, моделирование, тест, компетенция.*

Переход к информационному обществу объективно расширяет спектр образовательных технологий, а также инициирует создание принципиально новых образовательных технологий и методик.

Внедрение компьютеров в образование стало началом преобразования традиционных методов и технологий обучения. Оно увеличивает мотивацию за счет новизны и сочетания более разнообразных и наглядных методов обучения с традиционными. Студент может обучаться в любом месте и в любое время – такой подход предполагает индивидуализацию процесса обучения и выход его за рамки обычных учебных лабораторий.

Развитие дистанционных образовательных технологий позволяет привлечь к учебному процессу студентов, проживающих на отдаленных территориях. Такая форма обучения невозможна без применения информационно-коммуникационных технологий.

Технологию обучения можно считать информационной, если основные этапы обучения опираются на компьютерные средства приёма, обработки, передачи, отображения, управления и использования дидактической информации. На каждом уровне инвариантные компоненты образуют обязательные разделы, а вариативные компоненты реализованы через специальные разделы по выбору.

Обеспечение сферы образования информационно-образовательной средой коренным образом меняет взаимоотношения обучающего и обучаемого. При работе со студентами заочной и дистанционной форм обучения дефицит времени и ограниченное число консультаций делают особенно целесообразным выделение инвариантных компонент для использования информационно-коммуникационных технологий (электронные учебники и пособия, интернет-технологии, открытые образовательные системы).

Анализ указанных тенденций лег в основу разработанной на кафедре «Теоретическая и общая электротехника» СамГТУ программы применения информационно-коммуникационных технологий для формирования профессиональной компетентности студентов электротехнического профиля [1].

Одним из важнейших элементов этого процесса являются электронные обучающие средства, в которые интегрируются прикладные программные педагогические продукты, базы данных и знаний изучаемой дисциплины, а также совокупность дидактических средств и методических материалов, всесторонне обеспечивающих и поддерживающих реализуемую технологию обучения.

Их создание, внедрение и использование имеет ряд особенностей, отражающихся в педагогическом, психологическом, дидактическом и организационном аспектах [2]. Одной из основных проблем, решаемых при заочно-дистанционной форме обучения, является организация самостоятельной работы студента. Задача заключается в том, чтобы, используя специфику информационных технологий, реализовать основные методические принципы и усилить личностно-ориентированный аспект познавательного процесса.

С учетом этого создано электронное учебное пособие «Теоретическая электротехника», предназначенное для студентов электротехнических специальностей заочной и дистанционной форм обучения. При его создании были реализованы следующие принципы: *модульность* – пособие состоит из отдельных модулей, соответствующих различным разделам; *шаблонность* – каждый модуль разбит на три части: теоретическую, практическую и самостоятельную; *самоконтроль* – реализован в виде вопросов для самопроверки в виде гиперссылок на ответы; *возможность модернизации* – дальнейшее развитие пособия может осуществляться как расширением уже имеющихся модулей, так и добавлением новых модулей по другим разделам курса.

Для работы с пособием не требуется установки дополнительного программного обеспечения, что облегчает использование пособия и делает его максимально доступным для пользователей.

Методически электронное пособие построено так, чтобы сообщить студенту ту часть материала, которую необходимо знать при самостоятельном выполнении контрольной работы. В теоретической части приводятся основополагающие понятия и определения, обосновываются основные законы. В практической части разбираются примеры, предлагаются алгоритмы решения. Важные гиперссылки отмечены анимированными объектами.

Поскольку главной целью учебного пособия является оказание помощи студентам в их самостоятельной работе, в конце практической части каждого модуля приведены примеры типовых контрольных задач с подробным решением в численных значениях, построением диаграмм и других необходимых характеристик. Решение сопровождается пояснениями и гиперссылками, призванными лучше увязать в сознании студента изучаемый теоретический материал с его практическим применением при расчетах цепей.

Учебными планами высших учебных заведений по дисциплине «Теоретическая электротехника» предусмотрены лабораторные занятия. В условиях интенсивно развивающейся в настоящее время дистанционной формы обучения виртуальный лабораторный практикум иногда является единственно возможным и служит одним из образующих элементов информационных интернет-технологий.

Для моделирования и анализа работы цепей выбран программный пакет *Multisim* от компании *National Instruments*. Этот инструмент позволяет, с одной стороны, сделать очень наглядным изучение теоретической части курса, а с другой – подготовить студента к работе в реальной лаборатории, обучая его методике планирования и проведения экспериментов.

Отображение на экране компьютера таких приборов, как амперметр, вольтметр, мультиметр, ваттметр, осциллограф и других, делает процесс исследования естественным и понятным (рис.), а наличие в *Multisim* современного парка приборов и моделей элементов различных фирм производителей позволяет максимально приблизить процесс исследования к реальности.

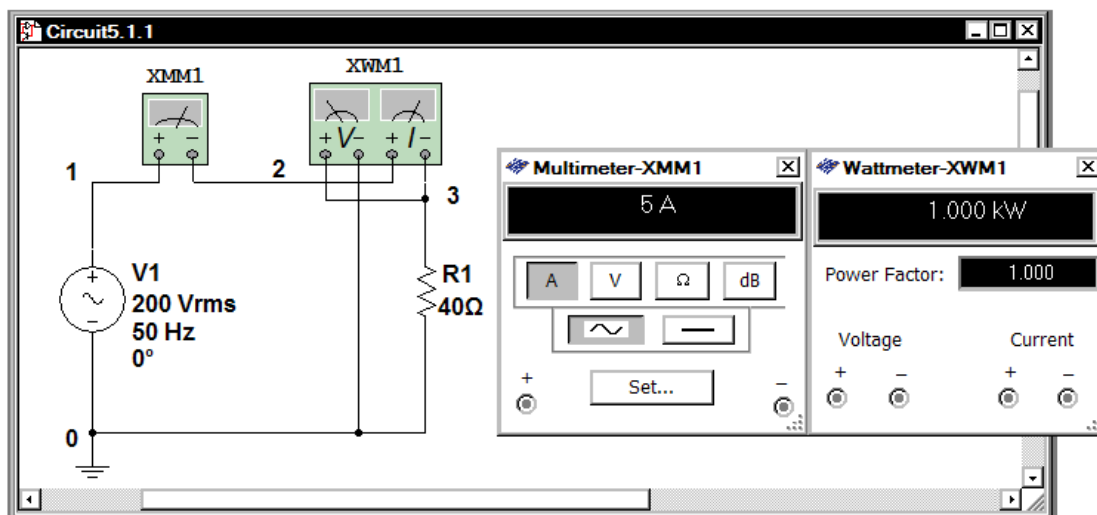


Рис. Исследование виртуальной схемы в *Multisim*

Несмотря на то, что выполнение работ в виртуальной лаборатории удобно как для студентов, так и для преподавателей, необходимо рациональное сочетание компьютерного моделирования и занятий в физической лаборатории. Поэтому студентам предлагается выбор: собрать цепь и провести необходимые измерения «вживую» на лабораторном стенде или про-

моделировать её работу на компьютере [3]. Практикуется и смешанная методика: сборка и исследование цепей на стендах и одновременное моделирование их работы с целью дополнения данных физического эксперимента.

Процесс обучения неразрывно связан с текущим и итоговым контролем знаний. В зависимости от цели тестирования могут использоваться различные методы и формы контроля, что также делает целесообразным применение на этом этапе компьютерных и интернет-технологий. Отличительной особенностью разработанных на кафедре контролирующих программ является их методическое построение: в основной части ставится вопрос «Укажите неправильный ответ», что несет в основном правильную (позитивную) информацию и заставляет студента логически мыслить.

Компьютерные тесты широко применяются на лабораторных и практических занятиях. Такая методика позволяет осуществлять контроль знаний студентов поэтапно, по мере изучения и усвоения отдельных разделов курса, и выводить итоговую оценку с учетом результатов промежуточного тестирования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киреев, К.В. Компьютерная поддержка как составная часть инвариантной технологии обучения / К.В. Киреев // Новые образовательные технологии в вузе: сб. докл. V Междунар. науч.-метод. конф. Екатеринбург, 2008. Ч. 2. С. 160–165.

2. Киреев, К.В. Методологические аспекты организации учебного процесса на основе информационных технологий / К.В. Киреев // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сб. ст. IX Междунар. науч.-техн. конф. Пенза, 2009. С. 121–124.

3. Киреев, К.В. Теоретическая электротехника: Виртуальная лаборатория в Multisim 10 / К.В. Киреев. М.: Энергоатомиздат, 2008. 270 с.

K.V. Kireev  
*Samara State Technical University, Samara*

#### INFORMATION-COMMUNICATION TECHNOLOGIES AS MEANS OF PROFESSIONAL COMPETENCE FORMATION OF THE ELECTROTECHNICAL PROFILE STUDENTS

*Given article is devoted a question of introduction of information technology in educational process of technical university.*

**Keywords:** *education, training means, technique, the computer, modeling, test, the competence.*

УДК 273.70

Е.В. Молчанова, учитель

Валентиновская общеобразовательная школа, село Валентиновка

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

*Данная статья посвящена рассмотрению методов проблемного обучения на уроках математики. Если при традиционном обучении деятельность учащихся носит репродуктивный характер, то в условиях развивающего обучения она становится продуктивной. Психологи признают, что начало и источник творческого мышления – это проблемная ситуация, она вызывает познавательную потребность. Проблемное обучение – это обучение, протекающее в виде снятия создаваемых в учебных целях проблемных ситуаций.*

**Ключевые слова:** проблемное обучение, проблемные ситуации, учащиеся, учитель, урок, творчество, деятельность.

Плохой учитель преподносит истину,  
хороший учит ее находить.

А. Дистерве

Нет сомнения в том, что математика является основой для изучения всех предметов естественно-научного цикла. По широте практического применения математическое образование несоизмеримо ни с какими другими видами знаний. Исторически сложились две стороны назначения математики: практическая и духовная. Практическая – количественная форма продуктивной деятельности, духовная – развитие мышления человека.

Нельзя заставлять ребенка слепо штудировать предмет в погоне за всеобщей успеваемостью. Учитель и ученик абсолютно равнодушны к предмету там, где главной целью является хорошая отметка.

Идея проблемного обучения не нова, ей уже более ста лет. Еще в конце прошлого века известный русский методист С.И. Шохор-Троцкий выступил как изобретатель нового метода – «метода целесообразных задач» [4]. Он говорил, что обучение должно проходить не через усвоение учебника или объяснение учителя, а при помощи более или менее самостоятельной работы ученика над искусно подобранными заданиями. Ведь не секрет, что учитель довольно часто встречается с такой ситуацией: он рассказывает и показывает иллюстрации, но некоторые ученики его не слышат, поскольку голова занята совсем другим. Как до таких «достучаться» и «вернуть» на урок? Попробуйте предложить классу проблему, а затем спросите мнение учеников по ее разрешению.

Характеризуя психологическую природу мыслительного процесса, С.Л. Рубинштейн указывал: «Всякий «мыслительный процесс является по своему внутреннему строению действием... направленным на разрешение определенной задачи. Задача эта заключает в себе цель для мыслительной деятельности индивида, соотнесенную с условиями, которыми она задана... Начальным моментом мыслительного процесса обычно является проблемная ситуация. Мыслить человек начинает, когда у него появляется потребность что-то понять. Мышление обычно начинается с проблемы или вопроса, с удивления или недоумения, с противоречия» [2]. Добавим, что учитель может использовать проблемные ситуации совершенно разной природы, это может быть и недостаток или несоответствие знаний, средств и способов их применения, и необходимость произвести какие-то неизвестные действия для достижения цели, и выбор между несколькими объектами. Главное не просто увидеть проблему, а понять и захотеть ее решить.

Проблема – это проблемная ситуация, которую учащийся принял к решению, опираясь на имеющиеся у него средства: знания, практический опыт. Итак, «проблемное обучение – это тип развивающего обучения, в котором сочетается поисковая деятельность учащихся с усвоением ими готовых выводов науки» [1]. Учащиеся сами (естественно, под контролем своего преподавателя) должны пройти ряд этапов:

- 1) проанализировать ситуацию;
- 2) точно сформулировать учебно-познавательную проблему;
- 3) грамотно выдвинуть гипотезу;
- 4) проверить, хватит ли ему знаний для решения проблемы (на этом этапе учителю надо быть особенно осторожным: чтобы ученик, попав в положение невозможности разрешения вопроса, не отчаялся, надо вовремя прийти ему на помощь);
- 5) доказательство гипотезы на основе полученных знаний.

Когда результат получен и ученик гордится своими достижениями, учитель может считать свою работу выполненной. Ведь школьник почувствовал прелесть открытия, а значит, познакомился с живой математикой.

Способы создания проблемных ситуаций:

1. Использование противоречий между изучаемыми фактами и имеющимися знаниями, на основе которых учащиеся высказывают неправильные суждения.
2. Построение гипотезы на основе известной теории, а затем её проверка.
3. Нахождение рационального пути решения, когда заданы условия и конечная цель.
4. Использование принципа историзма.
5. Демонстрация или сообщение некоторых фактов, которые неизвестны учащимся и требуют для объяснения дополнительной информации, побуждают к поиску новых знаний.



Большое значение имеет создание в ходе обучения нестандартных ситуаций, в которых учащиеся оказываются перед выбором оптимальных способов решения, стоящих перед ними задач, решение творческих заданий, заданий практико-прикладной направленности. Наиболее широко применяемыми методами проблемного обучения являются проблемное изложение материала, поисковая беседа, самостоятельная поисковая и исследовательская деятельность учащихся.

К инновационным способам относятся такие способы решения проблем, как исследовательский, дискуссионный и игровой.

Исследовательский способ решения позволяет приблизить процесс ученического познания к научному познанию. Проблемное обучение может включать и элементы других технологий, их использование в комплексе усиливает воздействие на личность учащегося.

Проектная деятельность создает условия для творческого саморазвития, закладывает основы постоянного самообразования и самосовершенствования.

Диалогический способ познания заключается в организации процесса решения проблемы в виде обмена мнениями, идеями ради поиска истины.

Игровой способ предполагает, что процесс решения проблемы строится не как научный спор, а как игра.

Можно привести несколько примеров на использование метода проблемного обучения. Перед изучением темы о сумме внутренних углов треугольника можно предложить такую задачу: «Построить треугольник по трем заданным углам:

$\angle A = 90^\circ$ ,  $\angle B = 60^\circ$ ,  $\angle C = 45^\circ$ ;

$\angle A = 70^\circ$ ,  $\angle B = 30^\circ$ ,  $\angle C = 50^\circ$ ;

$\angle A = 50^\circ$ ,  $\angle B = 60^\circ$ ,  $\angle C = 70^\circ$ ».

Учащиеся, вооружившись линейкой и транспортиром, начинают строить треугольники. В первом случае, построив углы  $A$  и  $B$  и отложив угол в  $45^\circ$  от луча  $AC$  (или  $BC$ , кому как нравится), ребята увидят, что вместо треугольника получается четырехугольник. Во втором случае независимо от того, какие первые два угла школьники выбирают для построения, всегда получается треугольник, третий угол которого либо больше, либо меньше заданного. И только в третьем случае выстраивается треугольник по трем заданным углам.

По окончании уже можно выдвинуть предположение о сумме внутренних углов треугольника. Здесь уместен провокационный вопрос: «В каком треугольнике, по вашему мнению, сумма внутренних углов больше, в остроугольном или тупоугольном?». Практика показывает, что в каждом классе найдутся несколько человек, которые, зная, что тупой угол всегда больше острого, по аналогии скажут, что сумма внутренних углов тупоугольного

треугольника больше, чем остроугольного. Учитель предлагает им на практике проверить свое утверждение.

Перед изучением темы о формуле корней квадратного уравнения учитель может обратить внимание на примеры, решенные на предыдущем уроке и дома способом выделения квадрата двучлена, и предложить для сравнения решить следующее уравнение:

$$x^2 + 8x - 10 = 0.$$

Ребята приступают к работе и выполняют задание так:

$$x^2 + 2 \cdot 4x + 16 - 16 - 10 = 0,$$

$$(x + 4)^2 - 26 = 0.$$

Примеры типа  $(x + a)^2 \pm b = 0$ , где  $b$  не является квадратом целого числа, учащиеся еще не решали. И на этом этапе они обязательно споткнутся. После чего учитель объявляет, что известный ребятам способ решения квадратных уравнений путем выделения квадрата двучлена универсален, но требует каждый раз громоздких преобразований. Поэтому удобнее, решив квадратное уравнение в общем виде, вывести формулу его корней и в дальнейшем решать квадратные уравнения по этой формуле. Затем учитель объявляет новую тему урока, а ученики психологически готовы ее воспринять.

Существует громадное количество методических приемов применения этого метода. Проблемы, которые ставит учитель перед учениками, должны быть дифференцированы по уровню интеллектуального развития учеников.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Махмутов, М.И. Организация проблемного обучения в школе / М.И. Махмутов М.: Педагогика, 1977. 374 с.
2. Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. 2-е изд. М., 1946. 225 с.
3. Фридман, Л.М. Психологические основы обучения математике в школе: Учителю математики о педагогической психологии / Л.М. Фридман. М.: Просвещение, 1983. 160 с.
4. Шохор-Троцкий, С.И. Геометрия на задачах: Книга для учителей / С.И. Шохор-Троцкий. М., 1908. 428 с.

E.V. Molchanova

*Municipal educational institution of the basic comprehensive  
school Valentinovskay, village Valentinovka*

#### THE PROBLEM TRAINING ORGANIZATION AT MATHEMATICS LESSONS

*Given article is devoted to consideration of methods of problem training at lessons of mathematics. If at traditional training activity of pupils has*

*reproductive character in conditions of developing training she becomes productive. Psychologists recognize, that the beginning and a source of creative thinking is a problem situation, she causes cognitive need. Problem training is the training proceeding as removal of problem situations created in the educational purposes.*

**Keywords:** *problem training, the problem situations learning, the teacher, a lesson, creativity, activity.*

УДК 160.38

Е.Н. Фисенко, учитель

Валентиновская общеобразовательная школа, село Валентиновка

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА И ЛИТЕРАТУРЫ**

*Данная статья посвящена тому, что такое инновационное обучение, каковы его особенности, цели, задачи. Автор статьи рассказывает об основных технологиях, используемых им на уроках русского языка и литературы: развивающее обучение, проблемное обучение, развитие критического мышления, дифференцированный подход к обучению, создание ситуации успеха на уроке. Более развёрнуто автор говорит о технологии критического мышления и приёмах, которые использует: дискуссия, урок-игра, метод проектов, занимательные элементы на уроках.*

**Ключевые слова:** *инновационное обучение, креативность (ориентация на творчество), усвоение знаний в системе, нетрадиционные формы уроков, дискуссия, критическое мышление.*

В «Концепции модернизации российского образования» к современной общеобразовательной школе предъявлены требования, среди которых использование инновационных технологий, определяющее современное качество образования. Последние два десятилетия многое изменилось в образовании. Я думаю, что сегодня нет такого учителя, который не задумывался бы над вопросами: «Как сделать урок интересным, ярким? Как увлечь ребят своим предметом? Как создать на уроке ситуацию успеха для каждого ученика?» Какой современный учитель не мечтает о том, чтобы ребята на его уроке работали добровольно, творчески. Новая организация общества, новое отношение к жизни предъявляют и новые требования к школе. Сегодня основная цель обучения – это не только накопление учеником определённой суммы знаний, умений, навыков, но и подготовка школьника как самостоятельного субъекта образовательной деятельности. В основе современного

образования лежит активность и учителя, и, что не менее важно, ученика. Инновационный подход к обучению позволяет так организовать учебный процесс, что ребёнку урок и в радость, и приносит пользу, не превращаясь просто в забаву или игру.

Что же такое «инновационное обучение» и в чём его особенности? Определение «инновация» как педагогический критерий встречается часто и сводится, как правило, к понятию «новшество», «новизна». Между тем инновация в точном переводе с латинского языка обозначает не «новое», а «в новое». Именно эту смысловую нагрузку вложил в термин «инновационное» в конце прошлого века Дж. Боткин. Он и наметил основные черты «дидактического портрета» этого метода, направленного на развитие способности ученика к самосовершенствованию, самостоятельному поиску решений, к совместной деятельности в новой ситуации. Основными целями инновационного обучения являются: развитие интеллектуальных, коммуникативных, лингвистических и творческих способностей учащихся; формирование личностных качеств учащихся; выработка умений, влияющих на учебно-познавательную деятельность и переход на уровень продуктивного творчества; развитие различных типов мышления; формирование качественных знаний, умений и навыков.

Данными целями определяются и задачи инновационного обучения: оптимизация учебно-воспитательного процесса; создание обстановки сотрудничества ученика и учителя; выработка долговременной положительной мотивации к обучению; включение учащихся в креативную деятельность; тщательный отбор материала и способов его подачи.

В основе инновационного обучения лежат следующие технологии: развивающее обучение; проблемное обучение; развитие критического мышления; дифференцированный подход к обучению; создание ситуации успеха на уроке.

Основными принципами инновационного обучения являются: креативность (ориентация на творчество); усвоение знаний в системе; нетрадиционные формы уроков; использование наглядности.

А теперь я хочу перейти от общих методических принципов инновационного обучения к методам. При использовании инновационных технологий в обучении русскому языку и литературе успешно применяются следующие приемы: ассоциативный ряд; опорный конспект; мозговая атака; групповая дискуссия; чтение с остановками и вопросы Блума; «Продвинутая лекция»; эссе; ключевые термины; перепутанные логические цепочки; медиапроекты; дидактическая игра; лингвистические карты; лингвистическая аллюзия (намек); исследование текста; работа с тестами; нетрадиционные формы домашнего задания. В структуре учебного процесса инновационные технологии представляют собой развертывание нового образовательного принципа, в котором «учатся все». Педагог совместно с обучающимися ра-

ботает не над изучением того, что уже известно, а принципиально ориентирован на поиск новых знаний.

Несколько подробнее мне хотелось бы остановиться на некоторых приемах, используемых в технологии развития критического мышления. Критическое мышление – это точка опоры для мышления человека, это естественный способ взаимодействия с идеями и информацией. Мы и наши ученики часто стоим перед проблемой выбора, выбора информации. Необходимо умение не только овладеть информацией, но и критически ее оценить, осмыслить, применить. Методика развития критического мышления включает три этапа или стадии. Это «Вызов – Осмысление – Рефлексия». Первая стадия – вызов. Ее присутствие на каждом уроке обязательно. Эта стадия позволяет: актуализировать и обобщить имеющиеся у ученика знания по данной теме или проблеме; вызвать устойчивый интерес к изучаемой теме, мотивировать ученика к учебной деятельности; сформулировать вопросы, на которые хотелось бы получить ответы; побудить ученика к активной работе на уроке и дома. Вторая стадия – осмысление. Здесь другие задачи. Эта стадия позволяет ученику: получить новую информацию; осмыслить ее; соотносить с уже имеющимися знаниями; искать ответы на вопросы, поставленные в первой части. Третья стадия – рефлексия. Здесь основным является: целостное осмысление, обобщение полученной информации; присвоение нового знания, новой информации учеником; формирование у каждого из учащихся собственного отношения к изучаемому материалу. На стадии рефлексии осуществляется анализ, творческая переработка, интерпретация изученной информации. Работа ведется индивидуально, в парах или группах.

Используя в работе технологию развития критического мышления, наиболее приемлемыми для себя я считаю такие приемы, как дискуссия. Дискуссия – одна из весьма сложных форм речи, для овладения которой необходима предварительная подготовка, поэтому при проведении такого урока в 6–8 классах знакомяю ребят с правилами ведения дискуссии, с речевыми штампами, помогающими ребятам выражать свои мысли. Данный прием особенно эффективен на уроках литературы при обсуждении и анализе художественного произведения. Групповая дискуссия может использоваться как на стадии вызова, так и на стадии рефлексии. Особенно перспективным представляется метод проектов, который позволяет эффективно развивать критическое мышление, исследовательские способности аудитории, активизировать ее творческую деятельность, медиакомпетентность обучающихся. К использованию на уроке данного метода нужно готовить ребят постепенно. Так, уже в конце 6 класса по русскому языку можно подготовить с учениками несколько проектов по изученным частям речи: «Глагол», «Имя прилагательное», «Наречие» и др. Плюс этой работы психологический: 6-й класс – это, так называемый, «трудный» возраст, когда ребёнка сложно чем-то заинтересовать. А новый вид работы всегда интересен, тем более, что

можно работать в группах, что тоже имеет немаловажное значение для ребят этого возраста. Развитию критического мышления способствуют и нетрадиционные уроки, которые позволяют повысить интерес ученика как к предмету, так и к обучению в целом. Творчество на таких уроках я вижу не в развлекательности, а в подборе таких заданий, такого дидактического материала, который своей новизной, необычностью подачи (путешествие, заседание, конкурс, игра и т.д.), вызывая удивление, активизирует внимание, мышление ученика. Попадая в необычную ситуацию, ребёнок включается в деятельность, сотрудничество с учителем, при этом создается положительный эмоциональный фон, начинают активно функционировать интеллектуальная и волевая сферы, легче усваиваются знания, быстрее формируются умения и навыки. Нетрадиционные уроки позволяют задавать проблемные вопросы и создавать проблемные ситуации, решать задачи дифференцированного обучения, активизируют учебную деятельность, повышают познавательный интерес, способствуют развитию критического мышления. Помимо всего перечисленного, уроки русского языка и литературы обеспечивают системный анализ лингвистических сведений, развивают языковую наблюдательность. Подготовка к нетрадиционным урокам проводится очень тщательно, а это, как правило, требует много сил и времени и со стороны учителя, и со стороны ученика. В своей практике я наиболее удачно использую несколько нетрадиционных форм урока: практикум, викторина, исследование, путешествие, деловая игра, зачет. Выбор зависит от нескольких условий: во-первых, необходимо учитывать возрастные особенности учащихся, во-вторых, задачи, цели, содержание обучения в связи с изучаемой темой. Эффективным видом контроля успеваемости учащихся является урок-зачёт. Тематика таких уроков соответствует ранее изученному материалу. О проведении зачета ребят предупреждаю заранее, знакомя их с планом урока, не забывая и о дифференцированном подходе к обучению: наиболее подготовленные ученики дома самостоятельно составляют вопросы, карточки с практическими заданиями для одноклассников. Эта группа учащихся осваивает некоторые функции учителя. Дети готовятся к объяснению того, как пользоваться изученным правилом, консультируют одноклассников, проверяют выполнение работы. Излюбленной формой урока ребят 5–7-х классов остается урок-игра. Отличительной особенностью учебно-ролевых уроков является то, что их психологическую основу составляет механизм воображения: ребята представляют себя в определенных ролях, оказываются в заданной ситуации, совместно решают поставленную задачу. Приняв за основу соответствующий механизм, можно оживить даже самый сложный материал. В чем же успех такого урока? Я думаю, что и в его необычности (использование сказочного, фантастического сюжета, приглашение любимых героев), и в доступности изложения материала, и в использовании яркой наглядности. При всем многообразии и эффективности нетрадиционных уроков использовать их часто

нельзя по целому ряду причин. Поэтому я часто прибегаю к нестандартным, творческим элементам отдельного традиционного урока. Это и лексический диктант или диктант-кроссворд, как называют его ребята, и составление загадок на уроке и др. Главное, чтобы детям на уроке некогда было скучать, чтобы им хотелось работать, учиться, а ведь для этого важны и ситуация успеха, которую, как правило, создают нестандартные уроки или элементы уроков, и самостоятельность, к которой ребята приучаются на таких уроках, и творческое отношение к родному языку, которое воспитывается только на творческих уроках.

Таким образом, на основании всего вышеизложенного следует сделать вывод о том, что использование современных инновационных технологий может стимулировать учащихся к самостоятельной работе мысли, к поиску и творчеству.

Е.Н. Fisenko

*Municipal educational institution of the basic comprehensive  
school Valentinovskay, village Valentinovka*

#### **INNOVATIVE TECHNOLOGIES USE AT RUSSIAN AND LITERATURE LESSONS**

*Given article is devoted, what its features, the purposes, problems is told that. The author of article tells about the basic technologies used by it at lessons of Russian and the literature: developing training, problem training, development of the critical thinking, the differentiated approach to training, creation of a situation of success at a lesson. It is more developed the author speaks about technology of critical thinking and receptions which uses: discussion, a lesson-game, a method of projects, entertaining elements at lessons.*

**Keywords:** *innovative training, orientation to creativity, mastering of knowledge in system, nonconventional forms of lessons, discussion, critical thinking.*

УДК 004.415

М.М. Гладышева, доцент

*Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова*

#### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ШКОЛА»**

*В данной статье рассматриваются цель и задачи автоматизации, среда реализации автоматизированной информационной системы «Художественная школа», приведена диаграмма «Сущность – связь», отражающая важные для предметной области информационные объекты, их свойства и отношения друг с другом.*

**Ключевые слова:** *автоматизированная информационная система, автоматизация, программное обеспечение, художественная школа, база данных.*

Информатизация образования является одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, обработка, хранение, передача и использование информации, осуществляемые на основе современных технических средств.

Автоматизированная информационная система – совокупность технических, алгоритмических (программных) и языковых средств, реализуемая на ЭВМ, а также организованной информации (в виде массивов и сообщений), определенных информационных процессов [1].

В Центре эстетического воспитания детей (ЦЭВД) «Детская картинная галерея» имеются разнообразные студии детского творчества: изобразительного искусства, керамики, компьютерной графики, вязания и вышивки и др. Один преподаватель может вести занятия в нескольких студиях. Каждая студия содержит группы, в которых обучаются дети разных возрастов и разной подготовки. Студии и группы имеют свои названия. Занятия в группах проводятся по расписанию, которое устанавливает администрация по согласованию с преподавателем. Ученики принимают участия в различных конкурсах и выставках разных уровней. За активное участие в конкурсах и выставках они могут получать награды. В период обучения в ЦЭВД «Детская картинная галерея» на каждого ученика создается портфолио, в котором содержатся все данные о ребенке, его работах и достижениях. Преподаватель по итогам учебного года составляет списки учеников и их родителей, которым следует поощрить грамотами и благодарственными письмами. Каждый год проводятся различные мероприятия: праздники, мастер-классы, пленэры.

В связи с этим была разработана автоматизированная информационная система «Художественная школа», позволяющая преподавателям Центра эстетического воспитания детей «Детская картинная галерея», используя средства автоматизации, выполнить весь спектр работ: от внесения необходимой информации об учащих, их творческих работах и достижениях до создания портфолио каждого ребенка, просмотра фотографий и получения отчетов об активном участии детей и их родителей.



По результатам исследования предметной области были выявлены задачи, подлежащие автоматизации:

- формирование справочников;
- формирование расписания занятий;
- учет работ и наград учащихся;
- учет конкурсов и выставок;
- формирование портфолио ребенка;
- учет мероприятий;
- составление отчетов.

Для реализации автоматизированной системы была выбрана система программирования Delphi 7 Studio фирмы Enterprise (Borland), так как она предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений операционной системы Windows.

Важной задачей при разработке программного обеспечения является создание и поддержка в среде Delphi базы данных, которая является информационной основой для работы автоматизированной системы в целом. Среда **Delphi** включает в себя полный набор визуальных инструментов для скоростной разработки приложений, поддерживающей разработку пользовательского интерфейса и подключение к корпоративным базам данных. Объекты баз данных в **Delphi** основаны на SQL.

Для решения поставленной задачи на сервере имеется база данных ArtSchool, откуда и происходит выборка данных. При проектировании базы данных использовалось средство разработки структуры базы данных Erwin 4.0. В качестве СУБД использовался Microsoft SQL Server Express Edition версии 2005 и его клиент – Microsoft SQL Server Management Studio Express. Этот выбор обосновывался следующими критериями: гибкость программирования в приложениях Microsoft Office; надежность и возможность работы в сетевом режиме; невысокая стоимость приложения по отношению к другим специализированным и глобальным пакетам программ; возможность для транспортирования данных в «большие» системы; гибкость в сопровождении продукта; не высокое требование к аппаратным ресурсам при разработке программного обеспечения и др.

По результатам обследования предметной области была построена диаграмма «Сущность – связь» (рис.), отражающая важные для предметной области информационные объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи).

Модель данных системы представлена следующими сущностями:

- сущность «UType» содержит информацию о типах пользователей системы;
- сущность «Users» описывает каждого пользователя системы;
- сущность «Year» представляет информацию об учебных годах;

- сущность «Studio» содержит информацию о студиях;
- сущность «Group» содержит информацию по каждой группе;
- сущность «Week» содержит дни недели;
- сущность «Timetable» содержит расписание занятий каждой группы;
- сущность «Child» содержит информацию по каждому ученику;
- сущность «Parents» содержит информацию о родителях;
- сущность «Family» содержит информацию о семье каждого ученика;
- сущность «WType» содержит информацию о типах работ;
- сущность «RType» содержит информацию о категориях наград;
- сущность «Work» содержит сведения обо всех работах учеников;
- сущность «Competition» содержит информацию о конкурсах и выставках;
- сущность «Level» представляет информацию об уровнях проводимых конкурсов;
- сущность «Reward» содержит информацию о наградах, полученных учениками;
- сущность «EType» содержит информацию о типах проводимых мероприятий;
- сущность «Event» содержит информацию о каждом прошедшем мероприятии;
- сущность «FotoEvent» содержит имена файлов с фотографиями мероприятий.

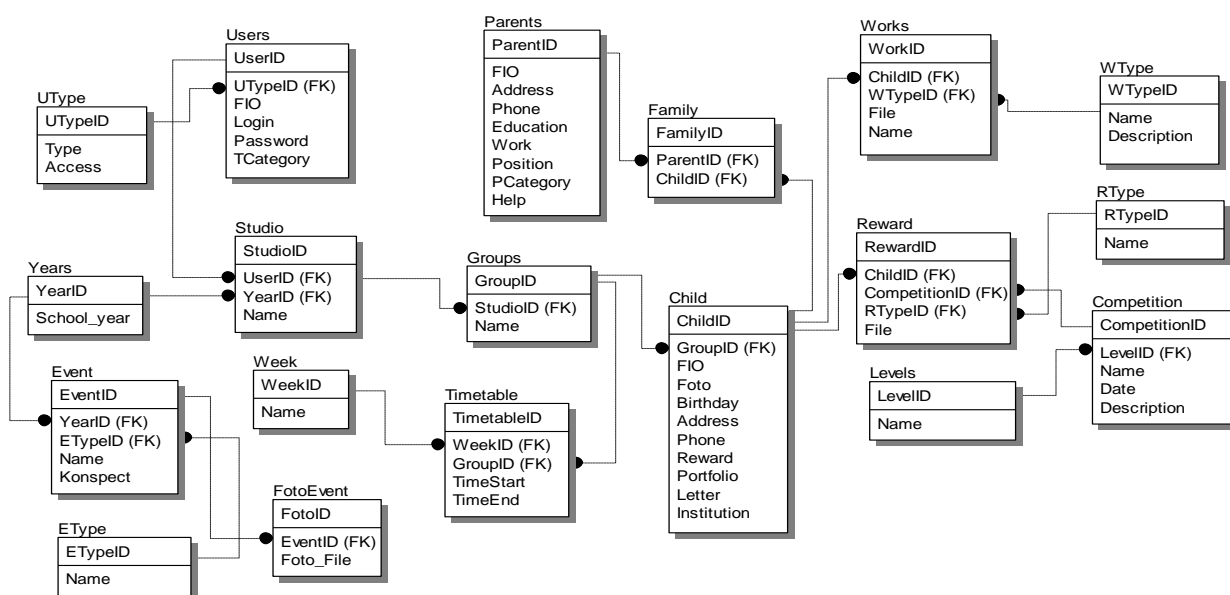


Рис. ER-диаграмма предметной области

Следует отметить, что в программе предусмотрено три типа учетных записей: Администратор, Преподаватель и Гость. Для каждой учетной записи

си определяются права доступа к данным программы. Права доступа для каждого типа назначает пользователь с типом Администратор. Как правило, для Администратора доступны все действия по работе с данными. Преподаватель может редактировать информацию, а гость только просматривать и выводить на печать. Для некоторых таблиц предусмотрена фильтрация, что является очень удобным при работе с большим объемом информации.

Кроме того, хочется отметить дизайн разработанной системы, характер которой соответствуют информационно-образовательной функции, оригинальный интерфейс, удобное администрирование, интуитивно понятные управляющие и навигационные элементы. В программе содержится большое количество фотографий – обучающихся, работ, грамот, мероприятий.

---

1. Нелюбин, Н.Н. Толковый переводоведческий словарь / Н.Н. Нелюбин. М.: Флинта: Наука, 2003.

M. Gladysheva  
Magnitogorsk State Technical University

#### **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM «ART SCHOOL»**

*This article discusses the purpose and objectives of automation, implement an automated information system «Art School» is a diagram of «entity-relationship», reflecting the important domain information objects, their properties and relations with each other.*

**Keywords:** *automated information system, automation, software, art school, a database.*

УДК 621.31

А.Н. Симаков, старший преподаватель, Д.В. Яткин, курсант  
Академия федеральной службы охраны, Орел

#### **ДИСТАНЦИОННО-ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН – ОСНОВА АДАПТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ УЧЕБНОГО ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА**

*Данная статья посвящена концептуальному подходу к организации движения данных в дистанционных учебно-методических комплексах учебного интернет-ресурса. Комплекс состоит из трех компонентов и трех типов подсистем.*

*Ключевые слова:* дистанционное обучение, учебный интернет-ресурс, модульная модель, адаптивно-функциональная среда.

Разработка адаптивного учебного интернет-ресурса является сложной задачей, требующей участия в ее решении специалистов из разных областей знаний, наличия гибких моделей представления знаний в таких системах и механизмов их адаптации к конкретному пользователю, а также создания адекватных инструментальных средств их разработки.

До настоящего момента работа авторов в практической реализации задачи создания адаптивно-функциональной среды учебного интернет-ресурса как основы адаптивного учебного интернет-ресурса заключалась:

- в создании отдельных несвязанных программных комплексов, осуществляющих контроль знаний и автоматизирующих проверку остаточных знаний;

- в автоматизации процесса получения информации путем создания программных комплексов, систематизирующих всю методическую и учебную литературу в удобном для восприятия виде, дидактических комплексов информационного обеспечения (ДКИО).

При этом процесс проектирования того или иного вида решения сталкивался с различными трудностями в реализации. Другими словами, процесс объединения и инкапсуляции активных моментов различных составляющих преподавательской деятельности представляет собой достаточно сложную задачу, решением которой занимаются различные компании, специализирующиеся на создании программных комплексов и баз данных в различных предметных областях.

В настоящее время в сфере разработки обучающих и других учебных программ [1] доминируют интересы и предпочтения производителя, то есть программистов-разработчиков компьютерных программ. В печати и на конференциях [2] различного уровня не раз высказывались различные мнения. С одной стороны, что современному педагогу, скорее, нужен не диск с полным мультимедийным курсом по предмету, а некоторые «элементарные кирпичики», которые он мог бы использовать в качестве красочных иллюстраций своих идей и методов. С другой стороны, что педагог должен активно использовать адаптивные учебные ресурсы в виде единой адаптивно-функциональной среды поддержки учебных дисциплин, которая не только максимально емко объединяет и автоматизирует использование учебно-методических материалов, проверочных заданий (тестов), тренировочных заданий в виде адаптационно-функциональных тренажеров, но прежде всего предназначена для активного интерактивного общения «педагог – обучающийся».

Общие тезисы, высказываемые различными авторами [3], обобщены и нашли свое отражение в виде выполненного авторами программного средств-

ва учебного назначения: дистанционного интегрированного учебно-методического комплекса общепрофессиональных дисциплин (ДИУМК ОПД) как основы для адаптивно-функциональной среды учебного интернет-ресурса.

ДИУМК ОПД обеспечивает выполнение особых требований, предъявляемых к процессу обучения в условиях перехода на модульную модель обучения при нарастающей активности интерактивного общения.

Состоит комплекс из трех компонентов и трех типов подсистем, которые на основе структурированного содержания учебного материала по дисциплинарным модулям обеспечивают адаптивно-функциональную поддержку дисциплины, осуществляют взаимодействие (интерактивное общение) преподавателей и обучающихся при проведении консультаций.

Первый компонент – это обучаемые со своей клиентской частью программного комплекса, в котором реализуется функция просмотра методической и учебной информации, а также модуль обмена сообщениями.

Второй компонент системы – это профессорско-преподавательский состав, который использует клиентскую программу с функциями администрирования набора данных для корректировки содержимого пакета учебно-методической информации и предоставляет возможность связи с пакетами других дисциплин.

Все обращения регистрируются модулем регистрации сообщений системы логинизации, находящейся на стороне преподавателя.

Увязка проводится группой администрирования сервера.

Третий компонент является связующим звеном между двумя предыдущими.

Информация организована по типу банка данных соответствующей дисциплины. Различные банки данных завязаны между собой. Это позволяет организовать принцип перекрестной связи.

Три типа подсистем:

- подсистема общения и консультирования с преподавателем;
- подсистема корректировки и контроля учебно-методическим советом;
- подсистема логинизации обращений между пользователями.

Наличие данных подсистем выгодно отличает ДИУМК от своих прототипов, так как в ранее созданных дидактических комплексах информационного обеспечения (ДКИО) не предусмотрены возможности комплексного сбора, систематизации и анализа поступающей в процессе интерактивного взаимодействия информации об обращении обучаемых к педагогам и материалам комплекса.

ДИУМК:

- нацелен на установление, активное поддержание и своевременную коррекцию связи между идущими идеями, понятиями, фактами, методами научного познания, общими для ряда учебных предметов и курсов;

- обеспечивает решение ряда организационно-педагогических вопросов, устраняет дублирование;
- способствует рациональному распределению учебного материала, объединению усилий преподавателей в целях совместной согласованной работы.

Использование ДИУМК в качестве инструмента непрерывного мониторинга поступающей информации (интерактивной насыщенности), ее творческая и продуктивная обработка предоставят методическим советам (межкафедральным предметно-методическим комиссиям, центрам оценки и улучшения учебных программ и т.д.) оперативную и своевременную информацию об уровне и качестве межпредметных связей изучаемых дисциплин, а также позволят активней реагировать на изменения в предметных областях, обусловленных инновационными процессами в обществе (образовании).

По нашему мнению, при разработке комплекса дисциплины «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» мы близко подошли к решению задачи интеграции различных своеобразных составляющих интерактивного (дистанционного) общения «педагог – обучающийся» в единую взаимоувязанную обучающую систему в рамках одной подсистемы ДИУМК, а с точки зрения реализации программного продукта, в разработке концептуальной модели наиболее подходящей адаптивно-функциональной среды как основы учебного интернет-ресурса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башмаков, И.А. Анализ моделей семантических сетей как математического аппарата представления знаний об учебном материале / И.А. Башмаков, П.Д. Рабинович // Инженерный журнал. 2002. № 7. С. 55–60.
2. Буль, Е.Е. Сравнительный анализ моделей обучаемого / Е.Е. Буль // Телематика – 2003: тр. X Всерос. науч.-метод. конф. 2003. Т. 2. С. 364–366.
3. Brusilovsky P. and Cooper D.W. Domain, Task, and User Models for an Adaptive Hypermedia Performance Support System. In: Gil Y. and Leake D.B. (eds.) // Proc. of 2002 International Conference on Intelligent User Interfaces, San Francisco, CA, ACM Press 23–30.

A.N. Simakov, D.V. Jatin

*Academy of a federal protection service, the Oryol*

#### **DISTANCE INTEGRATED STUDY-METHODOLOGICAL COMPLEX COMMON PROFESSIONAL OF DISCIPLINES – THE BASIS OF THE ADAPTIVE-FUNCTIONAL ENVIRONMENT OF THE EDUCATIONAL INTERNET RESOURCE**

*Given article is devoted to a conceptual campaign to the organization of movement of the data in remote study-methodical complexes of an educa-*

*tional Internet resource. The complex consists of three components and three types of subsystems.*

**Keywords:** *remote training, an educational Internet resource, modular model, the adaptive-functional environment.*

УДК 614.2

А.Н. Горлов, В.И. Бирюлин, Н.В. Хорошилов, О.М. Ларин,  
кандидаты техн. наук

Юго-Западный государственный университет, Курск

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗАХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС**

*Проблема сохранения и целенаправленного формирования здоровья молодёжи в сложных современных условиях развития России исключительно значима и актуальна, поскольку связана напрямую с проблемой безопасности и независимости.*

**Ключевые слова:** *здоровьесбережение, здоровьесберегающие технологии, образовательное учреждение, инновационные технологии.*

За последние годы в России произошло значительное качественное ухудшение здоровья учащихся различного уровня. По данным исследований, лишь 10% выпускников могут считаться здоровыми, 40% имеют различную хроническую патологию. У каждого второго учащегося выявлено сочетание нескольких хронических заболеваний [1].

За период обучения в число студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата увеличивается в 1,5–2 раза, нервными болезнями – в 2 раза, с аллергическими болезнями – в 3 раза, с близорукостью – в 5 раз [2].

Заметно возросла заболеваемость подростков: по результатам профилактических осмотров, различные заболевания регистрируются у 94,5% подростков.

В результате всего вышесказанного проблема здоровьесбережения учащихся является актуальной в настоящее время. Здоровьесберегающие технологии (ЗСТ) в образовании – это система мер по сохранению и укреплению здоровья учащихся. Эта система состоит из методов, приемов, способов решения задач здоровьесбережения. Среди многочисленных факторов, оказывающих влияние на показатели состояния здоровья и заболеваемости, факторы образовательной среды составляют до 30%. В настоящее время основными факторами риска считаются усложнение образовательного стандарта, отсутствие повсеместного мониторинга здоровья, несоблюдение эле-

ментарных физиологических и гигиенических требований к организации учебного процесса, социально-экономические условия жизни.

Решению этой проблемы посвящено большое количество научных статей и нормативных документов [1, 2]. Все эти документы отражают многообразие здоровьесберегающих технологий и способы их применения.

Однако в связи с техническим прогрессом в образовательных учреждениях внедряются всякого рода инновационные технологии, т.е. появляются компьютерные классы и лаборатории различного уровня, оснащенные современными приборами и устройствами. Данные помещения являются как неотъемлемым элементом для подготовки высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов, так и местом повышенной опасности для здоровья учащихся. В этих образовательных аудиториях студенты могут подвергаться дополнительной нагрузке на зрение, также возникает вероятность попадания под действие электрического тока и электромагнитного поля. Помимо этого возможно получение ожогов и других травм от работы оборудования.

В итоге возникает проблема здоровьесбережения студентов в условиях интенсивного внедрения инновационных технологий в образовательный процесс.

Существует некоторый перечень ЗСТ, которые необходимо применять в вышеупомянутых образовательных помещениях:

- применение современной мебели (компьютерные столы, вращающиеся и регулирующие по высоте стулья);
- применение нормативных документов (нормирование времени работы за компьютером, времени отдыха, разработка инструкций по технике безопасности);
- применение заземления компьютерных столов и лабораторных стендов;
- использование защитных кожухов для защиты от вращающихся деталей;
- применение изолированных токоведущих частей;
- поддержание в надлежащих условиях электропроводки помещения;
- применение современных норм освещенности помещения;
- создание оптимального микроклимата (разведение растений, проветривание помещений, применение систем кондиционирования воздуха);
- проведение аттестации рабочих мест студентов;
- инструктаж при допуске к работе, а также во время её проведения;
- применение современных методик преподавания;
- проведение бесед на тему «Здоровьесбережение».

Использование всех вышеназванных ЗСТ помогает сохранить здоровье студентов. Однако полезное использование этих технологий возможно толь-



ко при наличии квалифицированного административного, учебно-вспомогательного и профессорско-преподавательского состава образовательного учреждения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соловьева, Н.И. Здоровьесберегающая система образования в обеспечении формирования культуры здорового образа жизни учащихся: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13. 00. 01 / Соловьева Н.И. Ставрополь, 2005. 24 с.
2. Об утверждении Инструкции по внедрению оздоровительных технологий в деятельность образовательных учреждений: приказ от 04.04.2003 г. № 139.
3. Апанасенко, Г.Л. Охрана здоровья здоровых: некоторые проблемы теории и практики / Г.Л. Апанасенко. М.: Просвещение, 1987.
4. Валеология. Диагностика, средства и практика обеспечения здоровья / под ред. И.И. Брехмана. СПб.: Наука, 1993. 269 с.

A.N. Gorlov, V.I. Birjulin, N.V. Horoshilov, O.M. Larin  
*Southwest State University, Kursk*

#### TECHNOLOGIES SAVING UP HEALTH APPLICATION IN HIGH SCHOOLS IN THE INTENSIVE INTRODUCTION CONDITIONS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS

*The problem of preservation and purposeful formation of youth health in difficult modern conditions of Russia development is exclusively significant and actual, as is connected directly with safety and independence problem.*

**Keywords:** *saving up health, saving up health technologies, Educational institution, innovative technologies.*

УДК 658.384.011

В.В. Шевченко, канд. техн. наук, доцент  
*Национальный технический университет «ХПИ», Харьков (Украина)*

#### ОСОБЕННОСТИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

*Данная статья посвящена вопросам организации и особенностям подготовки инженеров-преподавателей для технических учебных заведений 1-2 уровня аккредитации (ПТУ, техникумов, колледжей) с целью организации качественного обучения рабочих и младших специалистов*

*для современного производства, особой профессиональной компетентности будущих инженеров–преподавателей.*

**Ключевые слова:** профессиональная компетентность, инженерная педагогика, инновационная деятельность, структура подготовки.

В настоящее время для промышленности, энергетических объектов нужны специалисты нового типа, у которых должно быть сформировано четкое понимание требований современного производства. Непрерывные изменения в структуре образования привели к снижению качества подготовки основного звена производства – рабочих и младших специалистов. Эти проблемы можно, на наш взгляд, скомпенсировать более высоким уровнем подготовки преподавателей для учебных заведений 1–2 уровней аккредитации. То есть особое внимание следует уделять профессиональной компетенции будущих инженеров-преподавателей, определению роли практической направленности их подготовки, решению вопросов контроля знаний, умению видеть технические проблемы, решать их с учетом современных знаний в науке и технике. У них должна быть отличная инженерная подготовка, глубокие знания по педагогике, методике преподавания, психологии. И решать эту проблему нужно как можно быстрее [1].

Следует выделить такие проблемы кадрового обеспечения: несовершенство системы формирования прогноза на подготовку и спрос специалистов конкретной специализации; падение престижа инженерных специальностей в ряде важнейших отраслей экономики; недостаточное качество подготовки специалистов, несоответствие уровня их подготовки требованиям работодателей.

Разработка рекомендаций по повышению эффективности подготовки будущих инженеров-преподавателей требует уточнения рабочих программ подготовки, исследования ряда психолого-педагогических проблем, среди которых важное место сегодня занимает проблема формирования технической грамотности студентов в различных отраслях.

Современное общество можно определить как информационное, поэтому предъявляются высокие требования к интеллектуальному потенциалу специалистов и требуются изменения системы образования. Образование как область социальной деятельности должно опережать в своем развитии другие формы деятельности людей, особенно их хозяйственную деятельность. Необходимо внедрять «опережающее» образование путем использования инновационных технологий и методик обучения, усилению их действенности по развитию творческого мышления. Для студентов опережающее профессиональное образование обозначает, что у них должна формироваться предрасположенность к получению знаний, к переходу от концептуального осмысления действительности к решению реальных, прикладных, социальных, управленческих, организационных, технических и технологических

задач. Большое значение для успешной профессиональной деятельности приобретают не разрозненные знания, а обобщенные навыки, проявляющиеся в умении решать практические профессиональные задачи. В связи с этим необходим новый подход к инженерному образованию на основе комплексной подготовки специалистов разных компетентностных уровней, способных самостоятельно участвовать в исследовательской, производственно-технической и технологической деятельности [2]. Перспективным направлением удовлетворения потребностей как выпускников вузов, так и их заказчиков является применение компетентностно-ориентированного подхода к их подготовке.

Быстро изменяющиеся технологии, особенно информационные, оказывают большое влияние на развитие глобальной экономики государства. Непрерывно появляются новые направления деятельности человека. Конкуренция существует в сфере деятельности как крупных, так и малых компаний при их работе на внутреннем и внешнем рынке. Чтобы достигать успеха, компаниям необходимы такие человеческие ресурсы, которые легко ориентируются в новой ситуации, могут не только понимать все ее преимущества, но сразу же использовать ее в своей деятельности. Успешное предприятие должно отвечать этим новшествам, соответствовать новым стратегиям, иметь высококвалифицированные кадры.

В сфере формирования профессиональной квалификации рабочих и инженеров ожидается выравнивание международных стандартов. Эти стандарты внедряются преподавателями, инструкторами на разных стадиях обучения разного уровня в соответствии с национальными программами. То есть результаты, уровень подготовки молодых специалистов должны осознанно восприниматься работодателями как личное достояние. Причем для малых и средних предприятий компетентность выпускника даже более важна, чем для крупных компаний, у которых выше уровень автоматизации производства. Поэтому если выпускники имеют нужный уровень квалификации и компетентности, которые усиливают конкурентоспособность предприятий на мировом рынке, можно считать, что национальная программа подготовки специалиста сформирована грамотно. Это положение также влияет на ликвидацию безработицы в стране. Но выпускник не сможет достичь нужного уровня без высокой квалификации его преподавателей, их умения гибко и творчески вести подготовку новых кадров.

Есть еще факторы, которые требуют изменения сегодняшних условий для подготовки рабочих. Для студентов важно формирование межнациональной применимости, международной компетентности. Это выдвигает новые требования, например, к языковой подготовке нового специалиста, что вызывает необходимость в повышении квалификации преподавателей специальных и общеобразовательных дисциплин. Учебные заведения всех уровней квалификационной подготовки: рабочих, техников, инженеров, —

обязаны быстро реагировать на появление новых направлений в науке и технике. Поэтому важным является вопрос внесения изменений в учебные рабочие программы студентов инженерно-педагогических специальностей, которые фактически должны не только освоить новую технику, как инженеры, но и научиться оценивать научные достижения и появившиеся направления в технике и на производстве, чтобы научиться вносить изменения в читаемые ими курсы в ПТУ, техникумах, колледжах и т.д. Это выдвигает повышенные требования к формированию учебных программ по курсам, к структуре подготовки специалистов инженерно-педагогического профиля [2].

Учебные программы дисциплин специализации должны быть весьма гибкими, т.е. преподаватель должен иметь возможность легко вносить изменения в изучаемые темы и определять время их изложения. Что касается собственно структуры подготовки специалистов, то целесообразно удлинить срок подготовки таких специалистов-педагогов, например до 5, 8 лет, т.к. студент фактически получает двойное высшее образование: инженер и преподаватель. Знание теории методики преподавания, педагогики, психологии позволит им в лучшей форме преподносить знания учащимся. Но все выпускники должны иметь прекрасную инженерную подготовку, т.е. сначала они должны быть энергетиками, электромеханиками, машиностроителями, металлургами и т.д., а уже потом преподавателями этих дисциплин.

По нашему мнению, необходим специальный, двухуровневый, отбор для будущих инженеров-преподавателей, т.к. только некоторые студенты, как показывает опыт, после окончания академии хотят, а главное – могут работать преподавателями.

Первый этап профессионального отбора должен проводиться при приеме на первый курс. Необходимо для студентов такой особой профессии вводить дополнительный этап отбора, например собеседование с преподавателями кафедр психологии и педагогики. Когда абитуриенты выбирают профессию, многие не понимают ее особенностей, выбор носит случайный характер, и в результате часть из принятых на первый курс студентов оказываются профессионально непригодными для педагогической работы. И хотя ошибка в выборе профессии возможна для любой специальности, для инженера-преподавателя она возможна вдвойне.

Второй уровень отбора должен быть отнесен на последний этап обучения. Необходим дополнительный психолого-педагогический отбор, но основными должны быть рекомендации выпускающей кафедры и кафедры «Педагогика и методика профессионального образования». Группы при этом могут быть меньшими по количеству студентов, что должно быть установлено законодательно. Подготовка в этом случае должна быть элитная, т.к. профессия преподавателя – творческая.

Студенты, которые не проявили способностей к последующей работе преподавателями в системе профессионального обучения, не прошли про-

фессионального отбора второго этапа, должны иметь возможность получить полное образование по инженерной специальности. Таким образом, уровень подготовки бакалавра должен быть достаточен для завершающего этапа получения высшего инженерного образования. То есть рабочие программы подготовки должны быть пересмотрены начиная с первого курса.

---

1. Керницкий, А.М. Проблема формирования профессиональных компетенций будущих специалистов энергетического профиля в современных условиях / А.М. Керницкий, Л.Н. Омельченко // Проблемы энергоресурсосбережения в электротехнических системах. Наука, образование и практика: сб. науч. тр. XII Междунар. науч.-техн. конф. Кременчуг, 2010.

2. Шевченко, В.В. Инновационные подходы к формированию у студентов компетентности энергосбережения при изучении технических дисциплин / В.В. Шевченко, Л.Н. Омельченко // Электромеханические системы, методы моделирования и оптимизации: сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-техн. конф. Кременчуг, 2009.

V.V. Shevchenko

National Technical University «KPI», Kharkov (Ukraine)

## FEATURES AND SUGGESTIONS ON PREPARATION THE ENGINEERS-TEACHERS

*This article is devoted to the questions to organization and features of preparation of engineers-teachers for technical educational establishments 1-2 levels of accreditation (professional technical school, technical schools, colleges) with the purpose of organization of the high-quality teaching of working and junior specialists for modern production, special professional competence of future engineers-teachers.*

**Keywords:** professional competence, engineering pedagogic, innovative activity, structure of preparation.

УДК 37

И.И. Кириченко, доцент

Донецкий государственный университет управления (Украина)

## ФОРМИРОВАНИЕ ВИДЕНИЯ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ВУЗА

*В статье определены предпосылки и этапы формирования видения и стратегии развития вуза в современных условиях.*

*Ключевые слова:* образование, инновации, стратегия, внешняя среда, конкурентоспособность.

**Постановка проблемы.** В системе высшего образования осуществляется подготовка специалистов, составляющих основу кадрового потенциала страны. Украинская система образования развивается в условиях стремительных и разнообразных перемен [1].

Система высшего образования должна адаптироваться к требованиям множества рынков разных специальностей и учитывать будущие требования рынка труда вследствие большой инерционности системы подготовки. Поэтому в этих процессах адаптации нужно учитывать будущие потребности, т.е. непрерывно осуществлять мониторинг рынков и прогнозировать их состояние.

Чтобы успешно функционировать современному вузу в системе рынков и общественных институтов, нужны новые концепции проектирования его деятельности, необходима гибкая адаптация вузов к внешним условиям социальной среды [4].

В настоящее время в связи с проведением реформы системы высшего образования в Украине возникли новые задачи определения стратегии развития вузов на рынках образовательных услуг. При этом стратегия развития должна быть активной, созидающей, а не носить характер только приспособления к внешним реалиям и выживания в условиях серьезных вызовов текущего переходного периода.

Анализ последних исследований и публикаций. Влияние процессов глобализации на сферу образовательных услуг, развитие международного и регионального рынка образовательных услуг и динамики их структуры в последние десятилетия вызывают повышенный интерес со стороны ученых и социологов.

Среди ученых, исследующих проблемы, непосредственно касающихся сферы высшего образования, и вопросы оптимизации управленческих решений, следует отметить: Бершадского А.В., Бока Д., Долятовского В.А., Кардаша В.А., Князевского В.С., Сона Т.А., Столярова Л.Н., Шевченко Д.А. и других. Развитию системы образования также посвящены исследования Алпатова Г.Е., Анчишкина А.И., Аныпина В.М., Браверманна А.А., Дагаева А.А., Дуженкова В.И., Козловой О.И., Олейникова Е.А., Пригожина А.И., Песоцкой Е.В., где рассмотрены проблемы менеджмента и маркетинга в системе образования.

Однако вопросы разработки комплексной стратегии развития вузов в современных условиях недостаточно изучены.

**Цель статьи** – определить предпосылки и этапы формирования видения и стратегии развития вузов в современных условиях.

**Основной материал исследования.** Украинская система образования не свободна от влияния процессов и тенденций, характерных для мирового развития. Образовательная сфера стала стратегической точкой отсчета для развитых стран мира, формирующей инвестиционную привлекательность страны и обеспечивающей ее технологический прорыв. Эти тенденции, в свою очередь, ярко отражаются в главных элементах макросреды, формирующей тот макроэкономический фон, на котором развиваются современные вузы. К ним следует отнести экономическую, научно-технологическую, информационную, социальную, культурную, образовательную, демографическую и на общегосударственном уровне государственно-правовую сферы [2].

Процесс управления вузом нельзя рассматривать в отрыве от внешних и внутренних факторов, влияющих на его функционирование. Их можно отнести к нескольким группам: факторы, зависящие от сложившихся в данном хозяйственном субъекте социально-производственных отношений, факторы, зависящие от существующей нормативно-правовой базы и организационного обеспечения его образовательной деятельности, факторы, зависящие от положения дел на рынках труда, товаров/услуг и капитала, и другие факторы.

Необходимость разработки стратегии развития вузов продиктована целой серией уже происходящих и возможных в будущем изменений во внешней среде, к которым необходимо заблаговременно готовиться.

При формировании стратегии развития вуза предлагается использовать процессный и системный подходы.

Процессный подход – набор методов и инструментов формирования целенаправленных систем. Системный подход рассматривает организацию как систему, активно взаимодействующую с внешней средой. Системный подход ведет к увязке миссии организации, с видением, стратегическими целями и задачами.

При формировании видения и стратегии развития вуза согласно указанным подходам необходимо осуществление следующих этапов [2]:

1. Анализ деятельности вуза и среды его функционирования (внешней и внутренней среды, конкурентоспособности).
2. Диагноз (выявление сильных и слабых сторон деятельности организации, возможностей и угроз).
3. Прогноз (тенденции изменения внутренней и внешней среды).

На основе оценки полученных результатов будет сформировано видение развития вуза, постановка стратегических целей и приоритетов.

Поскольку вузы Украины функционируют в условиях глобализации, при формулировке стратегического видения вуза особый интерес представляет анализ факторов макросреды, которая включает: экономические, политические, нормативно-правовые, технологические, социально-культурные, демографические и т.д. Рассмотрим важность анализа макросреды на примере 2-х факторов.

Нормативно-правовые. Принятие нового закона Украины «О высшем образовании» значительно облегчило бы формирование видения вуза и постановку задач его развития в стратегической перспективе.

Демографические. На вузы неуклонно надвигаются демографические проблемы. Однако на расширяющуюся с каждым годом «демографическую дыру» можно взглянуть и с иных позиций: проигрывая в количестве можно и нужно выигрывать в качестве, поскольку качество определяет цену услуги, в то же время само качество определяется уровнем вложенных технологий. Следовательно, объективно уменьшающееся количество студентов позволит использовать высвобождающиеся вузовские резервы на разработку и внедрение новых образовательных технологий, применение элементов диверсификации в предоставлении образовательных услуг за счет открытия новых современных и востребованных специализаций в рамках существующих специальностей, что в свою очередь сделает вуз более привлекательным и более конкурентоспособным.

Любой вуз в своем развитии испытывает влияние факторов промежуточной среды (непосредственное окружение), включающих [2]:

а) «поставщиков», к которым прежде всего следует отнести интеллектуальные ресурсы выпускников школ (абитуриенты), а также выпускников вуза (аспиранты, докторанты, второе высшее образование, переподготовка и т.д.);

б) «потребители», под которыми понимается уровень и характер востребованности выпускников производственными, научными, образовательными и др. организациями и учреждениями;

в) «конкуренты» – фактор, обусловленный уровнем и характером образовательной среды региона;

г) «контактные аудитории» – среда, обусловленная взаимоотношениями вуза с различными общественными организациями, а также включающая и международные контакты.

Каждый из перечисленных факторов, даже при неблагоприятных факторах макросреды, обладает несомненными конкурентными преимуществами, которые вузу необходимо увидеть и отразить в стратегии развития.

Абсолютно понятно, что успешность реализации стратегии развития вуза напрямую зависит его внутреннего потенциала, т.е. его внутренней среды. Она базируется на материально-технической базе, уровне квалификации профессорско-преподавательского состава, характере и стиле руководства, уровне развития информационной среды вуза, уровне технологий обучения и возможностей технической поддержки этих технологий, качества предоставляемых услуг, готовности и способности коллектива к восприятию инновационных технологий обучения и т.д. [3].

**Выводы.** Таким образом, если меняющиеся условия макросреды вузу следует воспринимать как руководство к действию, объективную реальность



непосредственного окружения при умелом форсировании обстоятельств адаптировать к своим потребностям, то питательную внутреннюю среду, способствующую совершенствованию образовательных технологий, улучшению качества образования и научных исследований, развитию творческих способностей, вуз обязан формировать сам.

Итак, стратегия (стратегическое видение), разработанная на основе использования указанных подходов, позволит уменьшить неопределенность системы «университет – рынок» через постановку стратегических целей и формирование адекватных реакций на внешние воздействия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев, Ю.С. Экономика и организация управления вузом: учебник / Ю.С. Васильев, В.В. Глухов, М.П. Федоров. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2004. 608 с.
2. Васильченко, И. Маркетинговые исследования рынка образовательных услуг в регионе / И. Васильченко, Е. Бурлюкина, В. Секерин // Маркетинг. 2007. № 1. С. 15–21.
3. Кузнецова, И.В. Выбор оптимальной стратегии вуза в рыночной ситуации / И.В. Кузнецова // Маркетинг. 2009. № 7. С. 25–31.
4. Овчаров, Е.Ю. Высшее образование сегодня / Е.Ю. Овчаров // Высшее образование в России. 2010. № 7/8. С. 14–21.

I.I. Kirichenko

*Donetsk State University of management (Ukraine)*

#### FORMING OF VISION AND STRATEGY DEVELOPMENT OF INSTITUTION OF HIGHER LEARNING

*In article preconditions and stages of formation of vision and strategy of development of university in modern conditions are defined.*

**Keywords:** *education, innovations, strategy, environment, competitiveness.*

# ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ЭЛЕКТРОХИМИЯ

УДК 542.8:544.14 542.8:539.19

Ф.Ф. Ниязи, профессор, Н.В. Кувардин, доцент,  
Е.А. Фатьянова, доцент, В.И. Симаков, аспирант  
Юго-Западный государственный университет, Курск

## ИЗУЧЕНИЕ ВЫСОКОРАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ АСКОРБИНОВУЮ КИСЛОТУ, КОФЕИН, ПАРАЦЕТАМОЛ, МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

*Данная статья посвящена изучению методом электронной спектроскопии особенностей растворов аскорбиновой кислоты, парацетамола и кофеина, содержащих сверхмалые дозы указанных веществ.*

**Ключевые слова:** *сверхмалые дозы, концентрация, раствор, аскорбиновая кислота, парацетамол, кофеин, разведение, электронные спектры.*

Одним из интересных научных направлений в фармакологии является изучение свойств сильно разбавленных растворов лекарственных веществ. Некоторые сверхмалые концентрации таких растворов обладают рядом особенностей и закономерностей, называемых эффектами сверхмалых доз [1–4]. Такие эффекты проявляются в возникновении биологической активности лекарственных соединений в сверхмалых концентрациях. Нами в предыдущих работах было установлено, что наряду с возникновением биологической активности такие растворы могут иметь физико-химические характеристики, отличные от физико-химических характеристик исходных растворов или растворителя. Так, нами были исследованы методом электронной спектроскопии растворы аскорбиновой кислоты, парацетамола и кофеина в широком концентрационном интервале от  $10^{-1}$  моль/л до  $10^{-23}$  моль/л. УФ-спектры снимались на спектрофотометре Cary 100, UV-Visible Spectrophotometer в интервале 200–350 нм.

Наибольшее поглощение водного раствора кофеина (концентрации  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$  моль/л) происходит в коротковолновой части изучаемой области от 200 до 300 нм.

Наибольшее поглощение всех образцов растворов аскорбиновой кислоты происходит в коротковолновой области рабочего диапазона волн (220–240 нм). Оптическая плотность в длинноволновой части изучаемого интервала волн для всех образцов принимает отрицательное значение.

Поглощение растворов со сверхнизким содержанием аскорбиновой кислоты ( $10^{-21}$ – $10^{-25}$  моль/л) характеризуется отрицательными значениями оптической плотности, а на спектрах отсутствует выражение максимумов поглощения. Растворы с концентрацией аскорбиновой кислоты  $10^{-15}$  и  $10^{-19}$  моль/л имеют одинаковые по форме спектры, отличающиеся от спектров других разведений. На них отсутствуют выраженные максимумы поглощения. На спектрах выделяют четыре участка. Снижение концентрации аскорбиновой кислоты не сопровождается непрерывным уменьшением величины оптической плотности. Для растворов с концентрациями  $10^{-9}$ ,  $10^{-15}$ ,  $10^{-19}$ ,  $10^{-25}$  моль/л аскорбиновой кислоты наблюдается аномальный рост поглощения по сравнению с более концентрированными растворами. Это позволяет говорить о возникновении в этих растворах структур аскорбиновой кислоты с водой, отличающихся относительно высоким поглощением. Ввиду совпадения длин волн и величин оптической плотности для растворов с концентрациями  $10^{-9}$ ,  $10^{-15}$ ,  $10^{-19}$ ,  $10^{-25}$  моль/л аскорбиновой кислоты можно предполагать общность в строении данных структур.

Можно выделить следующие особенности поглощения высоко разбавленных растворов парацетамола в УФ-области. На спектрах поглощения в УФ-области (220–350 нм) растворов с наибольшими концентрациями парацетамола ( $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$  моль/л) отсутствуют выраженные максимумы поглощения. На спектрах поглощения остальных образцов отмечены несколько скачков поглощения. Наибольшее поглощение соответствует максимумам разных длин волн. Однако наибольшее поглощение всех образцов происходит в коротковолновой области рабочего диапазона волн (220–245 нм). Максимум поглощения раствора с содержанием парацетамола  $10^{-19}$  моль/л сдвигается на длину волны 290 нм. Оптическая плотность для образцов  $10^{-7}$ ,  $10^{-11}$ – $10^{-23}$  в длинноволновой части изучаемого интервала волн принимает отрицательное значение. С уменьшением концентрации минимумы поглощения сдвигаются гипсохромно с 280 нм на 230 нм. Поглощение раствора с концентрацией парацетамола  $10^{-19}$  моль/л характеризуется отрицательными значениями оптической плотности. На спектрах образцов с концентрациями парацетамола  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-9}$  моль/л отсутствуют отрицательные значения оптической плотности. Снижение концентрации парацетамола не сопровождается непрерывным уменьшением величины оптической плотности. Для растворов с концентрациями  $10^{-9}$ ,  $10^{-13}$ ,  $10^{-15}$ ,  $10^{-21}$  моль/л наблюдается рост поглощения по сравнению с более концентрированными растворами. Это позволяет говорить о возникновении структурных изменений в этих растворах.

С разбавлением растворов кофеина наблюдается сужение области поглощения и количества пиков поглощения, так, в УФ-спектре только два пика на длинах 205 и 273 нм, в спектрах остальных разведений – только один на длине 207 нм, который можно считать характеристическим. Снижение концентрации кофеина не сопровождается непрерывным уменьшением ве-

личины оптической плотности. Для растворов с концентрациями  $10^{-9}$ ,  $10^{-15}$ ,  $10^{-17}$ ,  $10^{-23}$  моль/л наблюдается аномальный рост поглощения по сравнению с более концентрированными растворами. Этот факт позволяет предполагать возможность существования в этих растворах структур кофеина с водой, отличающихся относительно высоким поглощением.

При изучении электронных спектров водных растворов трёхкомпонентной смеси (аскорбиновая кислота + кофеин + парацетамол в соотношении 1:1:1) были выявлены особенности, отличающиеся от вышеприведенных.

Спектры растворов с содержанием растворённых веществ  $10^{-1}$  моль/л и  $10^{-3}$  моль/л раствора представлены широкими полосами поглощения, расположенными в интервалах длин 200–320 нм и 200–280 нм соответственно.

На спектре водного раствора «аскорбиновая кислота + кофеин + парацетамол» ( $10^{-5}$  моль/л) не выявлены максимумы поглощения присутствующих на спектрах  $10^{-5}$  моль/л растворов кофеина (205, 272 нм), парацетамола (207 нм), аскорбиновой кислоты (267 нм).

При последовательном разведении возможно образование в растворах разных концентраций одинаковых структур. В пользу данного предположения говорит совпадение по форме спектров растворов «аскорбиновая кислота + кофеин + парацетамол» с концентрациями растворённых веществ  $10^{-5}$  и  $10^{-11}$  моль/л.

При последовательном разведении растворов, содержащих трёхкомпонентную смесь веществ (аскорбиновая кислота + кофеин + парацетамол в соотношении 1:1:1), не наблюдается последовательного уменьшения оптической плотности, у растворов с концентрациями  $10^{-9}$ ,  $10^{-11}$ ,  $10^{-13}$  М наблюдается аномальный рост оптической плотности. Повышение поглощения при уменьшении концентрации веществ даёт возможность предполагать образование в сильно разбавленных растворах новых структур и, как следствие, проявление у растворов в этих концентрациях эффекта сверхмалых доз.

*Статья выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалов, А.И. Физико-химическая загадка сверхмалых доз / А.И. Коновалов // Химия и жизнь. 2009. Т. 2. С. 5–9.
2. Кузнецов, П.Е. К вопросу о физической природе действия сверхнизких концентраций / П.Е. Кузнецов, В.А. Злобин, Г.В. Назаров // Механизмы действия сверх малых доз: тез. докл. III Междунар. симпозиума. М., 2002. С. 229.
3. Черников, Ф.Р. Метод оценки качества гомеопатических средств и его физико-химические основы / Ф.Р. Черников // Материалы съезда гомеопатов России. Новосибирск, 1999. С. 73.

4. Пальмина, Н.П. Механизм действия сверхмалых доз / Н.П. Пальмина // Химия и жизнь. 2009. № 2. С.10.

F.F. Niyazy, N.V. Kuvardin, E.A. Fatianova, V.I. Simakov  
*Southwest State University, Kursk*

#### **STUDYING OF THE HIGH DILUTE SOLUTIONS CONTAINING ASCORBIC ACID, CAFFEINE, PARACETAMOL THE METHOD OF ELECTRONIC SPECTROSCOPY**

*Given article is devoted studying by a method of electronic spectroscopy of features of solutions of ascorbic acid, paracetamol and caffeine of the specified substances containing midget dose.*

**Keywords:** *supersmall doses, concentration, solution, ascorbic acid, paracetamol, cofein, dilution, electronic spectra.*

УДК 544.77.022.822

Е.Е. Быковская, Е.Г. Лях, И. Лепина, студенты,  
А.А. Кролевец, канд. хим. наук, доцент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В работе приведены литературные данные по использованию различных методов микрокапсулирования в пищевой промышленности.*

**Ключевые слова:** *микрокапсулирование, пищевая промышленность.*

Микрокапсулирование как принцип создания систем направленной доставки и защиты веществ широко применяют в производстве различных продуктов и препаратов. Это – фармацевтические средства программированного и пролонгированного действия, обеспечивающие защиту от воздействия желудочного сока при применении различных лечебных препаратов; средства агрокультуры (пестициды, феромоны); химические продукты различных целевых назначений (красители для «безуглеродной» копировальной бумаги, тонеры, антипирены для полимерных композиций, анаэробные герметики и др.); пищевые и кормовые биоактивные добавки; компоненты косметических средств и др.

Заклученные, как правило, в полимерную оболочку микрочастицы твердых и жидких веществ придают известным химическим и фармацевтическим продуктам, биологически активным объектам совершенно новые качества. Научный и практический интерес к проблеме микрокапсулирования остается высоким, о чем свидетельствует обширная литература по этой теме; множество патентов; регулярные международные симпозиумы, организуемые *Международным обществом по микрокапсулированию*. На основе принципа микрокапсулирования решаются технические задачи, направленные на создание микрокапсулированных и гелеобразных форм продуктов и препаратов применительно к различным областям научно-технической деятельности.

Микрокапсулирование – процесс заключения в оболочку микроскопических частиц твердых, жидких или газообразных веществ. В случае микрокапсулирования жидких частиц полученный продукт можно назвать микроэмульсией. С помощью микрокапсулирования можно уменьшать реакционную способность веществ, удлинять сроки хранения неустойчивых и быстро портящихся веществ, смешивать несмешивающиеся и реагирующие друг с другом соединения, снижать токсичность продуктов, обеспечивать замедленное высвобождение активного вещества в нужный момент времени, придавать продуктам новые физические свойства – уменьшать летучесть, изменять плотность продуктов, маскировать цвет, вкус, запах и т. д.

Преимущества микрокапсулированных форм активных веществ:

- эффективная трансдермальная доставка активных веществ в глубокие слои кожи за счёт микроскопических размеров микрокапсул (1 мкм);
- эффективная защита и сохранность биологически активных веществ в составе производимого продукта;
- возможность введения в рецептуру несовместимых в обычных условиях субстанций (например, масел и жидкостей);
- возможность управления фармакокинетикой;
- создаёт удобства, связанные со способностью мягкой оболочки микрокапсулы легко растворяться при механическом воздействии непосредственно в процессе использования.

В результате микрокапсулирования получают продукт в виде отдельных микрокапсул размером от долей микрона до сотен микрон. Капсулируемое вещество, называемое содержимым микрокапсул, активным или основным веществом, образует ядро микрокапсул, а капсулирующий материал составляет материал оболочек. Оболочки выполняют функцию разобщения частиц одного или нескольких веществ друг от друга и от внешней среды до момента использования.

Основной компонент микрокапсул – капсулируемое вещество – может находиться в любом агрегатном состоянии – жидком, твердом или газооб-

разном. Существующие методы обеспечивают возможность микрокапсулирования как лиофильных, так лиофобных материалов.

К настоящему времени осуществлено микрокапсулирование металлов, различных химических веществ (гидридов, солей кислот, оснований, многих классов органических соединений – как мономерных, так и высокомолекулярных), представляющих собой катализаторы, стабилизаторы, пластификаторы, масла, жидкое и твердое топливо, растворители, красители, инсектициды, пестициды, удобрения, лекарственные препараты, ароматизирующие вещества, пищевые добавки и волокна, а также ферментов и микроорганизмов.

В состав содержимого микрокапсул может входить инертный наполнитель, являющийся средой, в которой диспергировалось вещество в процессе микрокапсулирования, или необходимый для последующего функционирования активного вещества.

Содержание капсулируемого вещества в микрокапсулах обычно составляет 50–90%, но может доходить и до 95–98% от массы капсул. Эта величина может колебаться в зависимости от условий получения, соотношения количеств материала оболочек и капсулируемого вещества и от других параметров процесса – температуры, степени диспергирования, вязкости среды, наличия поверхностно-активных веществ и т.п.

В качестве материала оболочек могут использоваться любые вещества, обладающие пленкообразующими свойствами в условиях микрокапсулирования. К ним относятся высокомолекулярные соединения и низкомолекулярные плавкие или растворимые продукты синтетического или природного происхождения. Большинство из применяющихся соединений являются инертными в обычных условиях и многие из них пригодны для пищевых продуктов и медицинских препаратов. Типичными материалами оболочек являются органические полимеры – белки (желатин, альбумин), полисахариды (декстраны и камеди, например гуммиарабик), воск, парафин, производные целлюлозы (метил-, этил-, ацетил-, ацетилфталил-, нитро- и карбоксиэтилзамещенные), поливиниловый спирт, поливинилацетат, поливинилхлорид, полиэтилен и другие полиолефины, полиакриламид, полисилоксаны, полималеинаты, эпоксидные смолы, полисульфиды, поликарбонаты, полиуретаны, полиэфиры, полиамиды, различные сополимеры, а также неорганические материалы – металлы, углерод, силикаты, карбиды и др. Выбор материала оболочек зависит от назначения, свойств и способа высвобождения капсулируемого вещества, а также от выбранного метода микрокапсулирования.

Эти же факторы определяют и строение микрокапсул. Основные типы микрокапсул схематически изображены на рисунке.

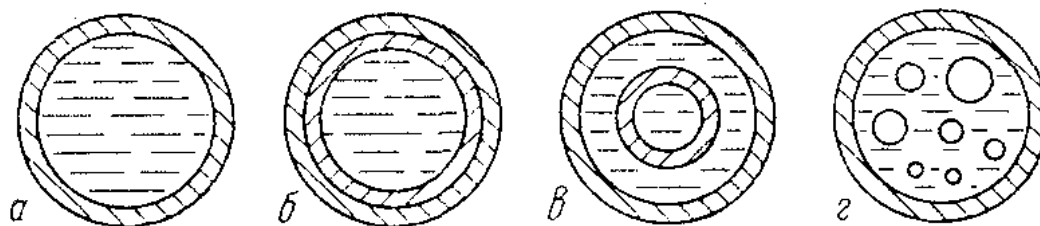


Рис. Строение микрокапсул: *a* – с одной оболочкой;  
*б* – с двойной оболочкой; *в* – капсула в капсуле с различным содержимым  
в оболочках; *г* – дисперсия (эмульсия) в микрокапсуле или микрокапсулы  
в жидкой среде в общей оболочке

Микрокапсулы жидких и газообразных продуктов имеют сферическую форму. Форма продуктов с твердым содержимым обычно повторяет очертания капсулируемого вещества. Если материал оболочек по каким-либо причинам не может быть нанесен непосредственно на основное вещество, производят промежуточное микрокапсулирование этого вещества удобным методом в другой материал. Образующаяся оболочка имеет двухслойную или многослойную структуру. При необходимости заключения несовместимых веществ в общую оболочку возможно изготовление «капсул в капсуле», когда внутри наружной оболочки в среде одного из веществ помещена одна или несколько микрокапсул другого вещества. Дополнительные компоненты можно также вводить непосредственно в материал оболочек. Например, катализатор полимеризации капсулируемого мономера может быть нанесен на наружную часть оболочки капсулы с мономером в процессе отверждения оболочки.

Размер микрокапсул зависит главным образом от метода микрокапсулирования. Существующими методами можно получить капсулы не только микронных размеров, но и размером в несколько миллиметров. Самые мелкие капсулы диаметром от долей микрона до нескольких микронов получают методом аэрозольного распыления. В жидких средах можно получить капсулы размером от микронов до миллиметров.

Содержимое микрокапсул может высвобождаться путем механического разрушения оболочек под действием давления, при трении, ультразвуковом воздействии, плавлении, размыванием изнутри парами или газообразными веществами, выделяющимися при изменении внешних условий, при взаимодействии вещества оболочки со средой при растворении в ней, а также в результате диффузии содержимого при набухании стенок капсул в окружающей жидкости [2].

Методы микрокапсулирования могут быть разделены на три основные группы. Первая группа – физико-химические методы, которые включают коацервацию, осаждение нерастворителем, образование новой фазы при из-



менении температуры, упаривание летучего растворителя, отверждение расплавов в жидких средах, экстракционное замещение, высушивание распылением, физическую адсорбцию.

Ко второй группе относятся химические методы: образование новой фазы путем сшивания полимеров, поликонденсация и полимеризация.

Наконец, третья группа – это физические методы: напыление в псевдоожигенном слое, экструзия и конденсация паров.

Такая классификация, в основу которой положена природа процессов, протекающих при микрокапсулировании, достаточно условна. На практике часто используется сочетание различных методов. Кроме перечисленных методов следует еще упомянуть о методе аэрозольного микрокапсулирования, который может быть отнесен и ко второй, и к третьей группе, поскольку в его основе могут лежать как химические процессы, так и явления физической коалесценции частиц [2].

*Физико-химические методы микрокапсулирования* основаны на разделении фаз, позволяют заключить в оболочку вещество в любом агрегатном состоянии и получить микрокапсулы разными по размеру и свойствам пленок. В физико-химических методах используется явление коацервации.

Коацервация – образование в растворе высокомолекулярных соединений капель, обогащенных растворенным веществом. В результате коацервации образуется двухфазная система за счет расслаивания. Одна фаза представляет собой раствор высокомолекулярного соединения в растворителе, другая – раствор растворителя в высокомолекулярном веществе. Раствор, более богатый высокомолекулярным веществом, часто выделяется в виде капелек коацервата – коацерватных капель, что связано с переходом от полного смешения к ограниченной растворимости. Снижению растворимости способствует изменение таких параметров системы, как температура, pH, концентрация и др.

Коацервация при взаимодействии раствора полимера и низкомолекулярного вещества называется простой. В ее основе лежит физико-химический механизм слипания, «сгребания в кучу» растворенных молекул и отделения от них воды при помощи водоотнимающих средств. Коацервация при взаимодействии двух полимеров называется сложной, причем образование сложных коацерватов сопровождается взаимодействием между (+) и (–) зарядами молекул.

Способ коацервации заключается в следующем. Сначала в дисперсионной среде (раствор полимера) путем диспергирования получают ядра будущих микрокапсул. Непрерывной фазой при этом является, как правило, водный раствор полимера (желатина, карбоксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта и т.д.), но иногда может быть и неводный раствор. При создании условий, при которых уменьшается растворимость полимера, происходит выделение из раствора коацерватных капель этого полимера, которые

осаждаются вокруг ядер, образуя начальный жидкий слой, так называемую эмбриональную оболочку. Далее происходит постепенное затвердевание оболочки, достигаемое с помощью различных физико-химических приемов. Твердые оболочки позволяют отделить микрокапсулы от дисперсионной среды и предотвращают проникновение вещества ядра наружу [4].

*Химические методы микрокапсулирования* включают сшивание высокомолекулярных веществ полифункциональными агентами или полимеризацию и поликонденсацию на поверхности капсулируемых частиц. При микрокапсулировании твердых частиц этими методами обычно предварительно прививают инициатор полимеризации на поверхность капсулируемого вещества. При капсулировании жидких веществ методом поликонденсации один из мономеров растворяют в фазе капсулируемого вещества. Однако получаемые таким образом оболочки, в частности на основе полиамидов, обладают еще слишком высокой проницаемостью для молекул с молекулярной массой 100–150 (мочевина, креатинин, цистеин), для которых период установления равновесия с окружающей жидкостью составляет несколько секунд. Для получения менее проницаемых оболочек в состав мономеров вводят сшивающие агенты. Однако и без такой модификации метод находит широкое применение для микрокапсулирования достаточно высокомолекулярных соединений [2].

*Физические методы микрокапсулирования* многочисленны. К ним относятся методы дражирования, распыления, напыления в псевдосжиженном слое, диспергирования в несмешивающихся жидкостях, экструзионные методы, электростатический метод и др. Суть всех этих методов заключается в механическом нанесении оболочки на твердые или жидкие частицы веществ. Использование того или иного метода находится в зависимости от того, является ли «ядро» (содержимое микрокапсулы) твердым или жидким веществом.

*Метод дражирования* применим для микрокапсулирования твердых веществ. Последние в виде однородной кристаллической массы во вращающемся дражировочном котле опрыскиваются из форсунки раствором пленкообразователя. Образующиеся пленки высыхают нагретым воздухом, подаваемые в котел. Полученный продукт называется микродраже.

*Метод распыления* применим для микрокапсулирования твердых веществ, которые перед этим должны быть переведены в состояние тонких суспензий. Размер получаемых микрокапсул 30–50 мкм.

*Метод диспергирования* в несмешивающихся жидкостях применяется для микрокапсулирования жидких веществ. Размер получаемых микрокапсул 100–150 мкм. Тут может быть использован капельный метод. Нагретую эмульсию масляного раствора вещества, стабилизированную желатином, диспергируют в охлажденном жидком парафине с помощью мешалки. В результате охлаждения мельчайшие капельки покрываются быстро застудне-

вающей желатиновой оболочкой. Застывшие шарики отделяют от жидкого парафина, промывают органическим растворителем и сушат.

*Метод «напыления»* в псевдосжиженном слое. Метод применим для твердых веществ. Твердые ядра сжижают потоком воздуха и «напыляют» на них раствор пленкообразующего вещества с помощью форсунки. Затвердевание жидких оболочек происходит в результате испарения растворителя.

*Метод центрифугирования.* Под воздействием центробежной силы частицы веществ (твердых или жидких), проходя через пленку раствора пленкообразователя, покрываются ею, образуя микрокапсулу. В качестве пленкообразователей применяются растворы веществ со значительным поверхностным натяжением (желатин, натрия альгинат, поливиниловый спирт и др.).

Важной характеристикой методов микрокапсулирования является размер получаемых микрокапсул. По этому признаку наиболее отчетливо разделяются методы, в которых пленкообразующий материал оболочек в процессе образования микрокапсул представляет собой расплав, и методы, основанные на разделении фаз в жидких (газообразных) средах. Первая группа методов обеспечивает получение капсул средних и больших (до нескольких миллиметров) размеров, вторая – микрокапсул размером от нескольких до сотен микрон. Наиболее мелкие микрокапсулы могут быть получены методами коацервации (от 1 мкм до 1 мм), электростатической коагуляцией (от долей мкм до 20 мкм), полимеризации в эмульсиях и суспензиях (от 1 мкм до нескольких мм) или высушивания при распылении дисперсионной (эмульсионной) системы (до 500 мкм). Капсулы больших размеров (от 100 мкм до нескольких миллиметров) получают с использованием центрифуг, экструдированных устройств и в псевдоожиженном слое. Следует отметить, что последние методы обеспечивают наименьшее содержание пылевидной фракции, но при этом содержание основного вещества в микрокапсулах обычно бывает меньше, чем в продуктах, получаемых полимеризационными (поликонденсационными) или другими жидкофазными методами [4].

Потребности в усилении вкусоароматических свойств смесей все растут. В связи с этим технологи пищевой промышленности ищут все новые пути применения специй и их производных. Одним из инновационных решений этой проблемы является применение микрокапсулирования.

Микрокапсулирование – процесс заключения в оболочку микроскопических частиц твердых, жидких или газообразных веществ. Микрокапсулы – частицы (с жидкими или газообразными веществами, как правило, сферической формы, с твердыми – неправильной формы), содержащие по массе 80–90% жидкости или твердого вещества и 10–20% полимерной оболочки. Впервые микрокапсулы были получены еще в начале 30-х годов прошлого столетия распылительной сушкой с последующим покрытием частиц смолой акации. На сегодняшний день микрокапсулирование – один из передовых

«инструментов», который позволяет использовать компоненты, ранее вызывавшие трудности в применении, а также вводить целый ряд новых свойств пищевых продуктов. В микрокапсулу могут быть заключены как различные ингредиенты вне зависимости от их агрегатного состояния (ароматизаторы, кислоты и основания, подсластители и заменители сахара, красители, консерванты, антиокислители, активные агенты, антиоксиданты, вещества с нежелаемым ароматом, одоранты, питательные вещества), так и ферменты, живые клетки и т.д.

Как материалы для образования капсул используются вещества со значительным поверхностным натяжением: гуммиарабик, желатин, альгинаты, крахмалы, производные крахмала, белки, резиноиды, липиды или любая их комбинация.

Неудивительно, что данная технология приобретает все большую популярность среди компаний, производителей ингредиентов пищевой промышленности, и широко развивается, так как микрокапсулированные вещества защищены от влажности, действия высоких температур или других неблагоприятных условий.

Технология получения микрокапсул основывается на физических, физикохимических и химических методах, таких как: распылительная сушка, напыление в псевдосжиженном слое, диспергирование не смешивающихся жидкостей, коацервация, поликонденсация и т.д. Суть всех этих методов заключается в нанесении оболочки на частицы веществ.

Новейшие разработки в области инкапсулирования позволяют контролировать высвобождение ингредиентов. Оно может быть определено активным центром, стадией процесса или изменением pH, температуры, иррадиацией или осмотическим ударом. В пищевой промышленности самый распространенный метод – высвобождение активным растворителем.

Итак, контролируемое высвобождение компонентов пищи, пролонгирование срока годности продовольственных продуктов, увеличение стабильности, маскирование ароматов или вкусов и получение новых интересных свойств продуктов – вот только некоторые из перспектив использования микрокапсулированных ингредиентов. На сегодняшний день потенциал более сложных методов микрокапсулирования в производстве пищевых продуктов полностью не используется. Несмотря на это, производители продуктов питания уже ощутили увеличивающуюся экономическую практичность данной технологии. В условиях постоянно развивающихся технологий производители обращаются к инкапсуляции как к способу достижения разнообразия вкусов и ароматов, увеличения ценности продукта, а также для удовлетворения развивающихся тенденций производства и предпочтений потребителей [1].

Гуммиарабик является одним из хорошо известных природных соединений, которое издавна используют как пищевую добавку. История его при-

менения насчитывает более 4000 лет и восходит к античному периоду. Популярность гуммиарабика связана с его уникальными свойствами.

Согласно определению Объединенного Экспертного Комитета ФАО / ВОЗ по Пищевым Добавкам (JACFA), гуммиарабик (*Agrium*) представляет собой высушенный на воздухе экссудат, полученный при надрезе стволов или ветвей *Acacia Senegal L. Willdenow* или *Acacia seyal*, а также других родственных разновидностей акации (Fam. Leguminosae). INS – номер гуммиарабика 414.

Гуммиарабик является уникальным полисахаридом, который имеет превосходные эмульгирующие свойства и, несмотря на относительно высокую молекулярную массу (460 000), образует растворы удивительно низкой вязкости. Такое поведение нетипично для полисахаридов вообще и определяется особенностями структуры молекулы. Исследования показали, что гуммиарабик состоит из мономеров D-галактозы, связанных  $\beta$ -(1,3)-гликозидной связью с многочисленными разветвлениями, которые состоят из  $\alpha$ - или  $\beta$ -галактозы и других сахаров или уроновых кислот. Химический состав *Agrium* зависит от вида растения, его возраста, климатических условий произрастания и т.д.

Для использования в пищевой и фармацевтической промышленности экссудат (смола акации) после размола подвергают дополнительной очистке путем растворения в воде, ультрафильтрации и пастеризации, а затем высушивают методом распылительной сушки. Полученный продукт нетоксичен, легко растворим в воде, бесцветен, не обладает выраженным вкусом и запахом и, что очень важно, не искажает вкус и запах пищевой системы.

Имеются многочисленные опытные подтверждения того, что недостаточное употребление диетической клетчатки в пище увеличивает риск заболеваний пищеварительного тракта, сердечно-сосудистой системы, развития диабета, ожирения, гипертонии и др.

И наоборот, клиническая практика доказывает, что потребление диетической клетчатки защищает от таких заболеваний. Кроме того, согласно эпидемиологическим данным, медицинским свидетельствам и исследованиям по физиологии, потребление диетической клетчатки улучшает желудочно-кишечную функцию, гомеостаз глюкозы и содержание серозно-липидного экссудата.

Хорошо известно свойство растворимой клетчатки понижать уровень глюкозы в крови, её положительное воздействие на организм диабетиков. Пищевые продукты с низким содержанием холестерина, богатые растворимой клетчаткой, полезны как для людей с высоким содержанием холестерина в крови, так и для здоровых людей.

Добавление гуммиарабика увеличивает вязкость массы пищевого продукта и таким образом приводит в норму выделение желудочного сока и тормозит выделение пищеварительных ферментов. Это замедляет пищева-

рение, способствует снижению уровня глюкозы в крови и концентрации липидов.

Гуммиарабик – 100% растворимый в воде полисахарид, стойкий к гидролизу пищеварительными ферментами человека и обеспечивающий более чем на 85% его потребности в клетчатке. Следовательно, применение гуммиарабика позволяет использовать все преимущества растворимой клетчатки без изменения структурообразующих свойств напитков и продуктов.

Гуммиарабик нашел широкое применение в различных областях пищевой промышленности как эффективный стабилизатор дисперсных систем (эмульсий «масло-вода», пен и т.д.), регулятор структуры и консистенции пищи, пленкообразователь, материал для микрокапсулирования и др. Функциональные свойства гуммиарабика обусловлены особенностями его химической структуры.

Смола акации широко применяется для приготовления и стабилизации эмульсий эфирных масел (апельсиновых, лимонных, вишневых, кола и т.д.), которые используются при производстве безалкогольных напитков.

Agrium используют как превосходный инкапсулирующий материал для производства сухих ароматических добавок путем распылительной сушки. Это обусловлено его хорошими эмульгирующими свойствами, низкой вязкостью, тонким ароматом и способностью защищать ароматические добавки от окисления как в технологическом процессе, так и при их дальнейшем хранении.

Одним из недостатков существующей технологии производства жевательной резинки является значительная потеря аромата из основы при добавлении жидких ароматических веществ. Инкапсуляция ароматических веществ с использованием рафинированных Agrium и введение их в жевательную резинку позволяет снизить потери ароматических веществ почти на 50%, повысить способность продукта удерживать аромат, а также высвободить его, улучшая при этом воздействие аромата на вкусовые рецепторы и делая послевкусие более долгим.

Производство жевательной резинки без сахара по существующей технологии, только с использованием основы, подсластителей и ароматизаторов требует изменения рецептуры для компенсации неудовлетворительного вкуса и других характеристик. В данном случае гуммиарабик рекомендуется использовать как эмульгатор и как связующий компонент для равномерного перемешивания основы с подсластителем (сорбит, маннитол и т.д.).

Agrium используют в жевательных конфетах и пастилках для предотвращения кристаллизации сахара, а также как связующий компонент. Гуммиарабик может использоваться в любой концентрации и в комбинации с другими загустителями типа крахмала, желатина, агара или пектина. В зависимости от концентрации смолы, типа используемого сахара и остаточной влажности в кондитерских изделиях может быть изменена текстура в преде-

лах от мягких жевательных конфет до пастилок твердой консистенции.

Традиционные винные и фруктовые жевательные конфеты изначально производились исключительно с применением гуммиарабика, который по сравнению с другими гидроколлоидами позволял получить более прозрачную, устойчивую форму и текстуру, уменьшить адгезию при жевании, защитить ароматические вещества от окисления, а также повысить температуру плавления готового продукта.

Дражирование – процесс, при котором слои покрытия наносят на твердый центр. Такая технология открывает широкие возможности для применения гуммиарабика: от покрытия орехов и изюма до дражирования сахаром, шоколадом, йогуртом и т.д., нанесения заключительного покрытия на готовый продукт. Причем любой из этих процессов может быть улучшен в большей или меньшей степени при помощи Agrigum (гуммиарабика).

Гуммиарабик выполняет множество функций как составная часть раствора для дражирования:

- создание защитного слоя для предотвращения перемещения жировой фракции во внешние слои шоколада, а также для улучшения связи между твердым центром и шоколадом;
- контроль активности воды;
- роль связующего компонента;
- компонент, предотвращающий кристаллизацию сахара;
- как наполнитель для заполнения образующихся в продукте полостей;
- глазирование готового изделия для улучшения его внешнего вида и скольжения;
- предотвращение прилипания продукта к упаковке.

Гуммиарабик применяется в хлебобулочной промышленности из-за его влагоудерживающей способности. Смола акации хорошо растворима в холодной воде и образует прозрачные растворы. Кроме того, Agrigum имеет отличные адгезионные свойства, что используется в глазурах и украшениях кондитерских изделий и улучшает однородность продукта в случае добавления как стабилизатора эмульсий.

При приготовлении глазури для булочек гуммиарабик улучшает адгезию с рассыпчатыми и липкими ингредиентами выпечки. Глазурь, наносимая на продукт в горячем виде, твердо закрепляется на ней после охлаждения. В дополнение к использованию в качестве глазирующего агента Agrigum является также эффективным связующим компонентом при производстве выпечки и зерновых продуктов (кукурузные хлопья, мюсли и т.д.). Высокая однородность и низкая вязкость гуммиарабика используются при нанесении его 30–50% концентрированных растворов (распылением или с помощью кисти) на глазурь бисквитов или пирожных перед выпечкой. После испарения раствора гуммиарабика глазурь приобретает больший глянец и привлекательность [3].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солодовник, В.Д. Микрокапсулирование / В.Д. Солодовник. М.: Химия, 1980. 216 с., ил.
2. Сарафанова, Л.А. Пищевые ингредиенты: энциклопедия / Л.А. Сарафанова. СПб., 2004.
3. Булдаков, А.С. Пищевые добавки / А.С. Булдаков. СПб., 1996, 240 с.
4. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. М.: Химия, 1980. 464 с.

Е.Е. Bykovskaja, E.G. Lyakh, I. Lepina, A.A. Krolevets  
*Southwest State University, Kursk*

### USE OF MICROCAPSULATION METHODS IN THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY

*In work the literary data on use of various methods microcapsulation in the food is cited the industries.*

**Keywords:** *microcapsulation, the food-processing industry.*

УДК 544.77.022.822

Е.Е. Быковская, студентка, А.А. Кролевец, канд. хим. наук, доцент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

### ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*В работе приведены литературные данные по использованию методов микрокапсулирования в фармацевтической промышленности.*

**Ключевые слова:** *микрокапсулирование, фармацевтическая промышленность.*

В медицине капсулирование используется как одно из эффективных средств контролируемой доставки лекарственных препаратов в организм человека, обладающее целым рядом достоинств в сравнении с традиционными формами лекарственных препаратов [1]. Одним из видов капсулирования является микрокапсулирование [2]. С помощью технологии микрокапсулирования можно создавать структуры, обладающие полезными свойствами, в различных областях: материаловедении, фармацевтике, биотехнологии, клеточной терапии [3].

Микрокапсулированием называется процесс заключения небольших количеств вещества в оболочку пленкообразующего материала (микрокап-



сулу) [3]. Содержимое микрокапсул может находиться в твердом, жидком или газообразном состоянии и представлять собой индивидуальное вещество или смесь; размер микрокапсул – от долей микромиллиметра до нескольких миллиметров; содержание капсулируемого вещества обычно составляет 70–85% от массы капсулы (иногда 95–99%). Оболочка микрокапсул может быть одно- или многослойной (толщина – от долей мкм до несколько десятков мкм), а в зависимости от свойств образующего ее вещества – эластичной или жесткой [2]. В качестве материалов для оболочки капсул используют высокомолекулярное соединение животного и растительного происхождения, например белки (желатин, альбумин, казеин), декстраны, производные целлюлозы (метил-, этил-, ацетил-, нитро- и карбоксиметилцеллюлозу), природные смолы (камеди, шеллак), синтетические полимеры и олигомеры-полиолефины, поливиниловый спирт, поливинилацетат, ПВХ, полиакриламид, эпоксидные и полиэфирные смолы, полиамиды, полиорганосилоксаны, а также парафины и стеарины [1].

Технологические приемы микрокапсулирования основаны на процессах пленкообразования на границах раздела *жидкость – жидкость*, *жидкость – твердое тело*, *газ(пар) – жидкость*, *газ(пар) – твердое тело*. Пленкообразование при микрокапсулировании (размер капсул от несколько мкм до нескольких мм) можно разделить на три вида: 1) из растворов пленкообразующего вещества, 2) из расплавов пленкообразующего вещества, 3) в результате полимеризации или поликонденсации низкомолекулярный веществ на поверхности капсулируемого вещества [2].

Высвобождение капсулируемого вещества из оболочек может происходить при их механическом разрушении (раздавливании, истирании, ультразвуковом воздействии, разрыве изнутри парами или газообразными веществами, выделяющимися при изменении внешних условий), растворении оболочек или в результате диффузии капсулируемого вещества через стенку микрокапсулы [4].

Микрокапсулирование позволяет длительно хранить реакционноспособные, неустойчивые или быстро портящиеся вещества, осуществлять регулируемое введение реагентов в химические реакции, безопасно работать с токсичными веществами и придавать жидким веществам вид сыпучих продуктов и т.д. [2].

В технологии микрокапсулирования наибольший интерес представляют такие свойства полимеров, как растворимость, температура плавления, механические свойства, физическое состояние, а также проницаемость по отношению к газам, парам и жидкостям [3].

Важной характеристикой полимерных оболочек является их проницаемость по отношению к компонентам внешней среды (кислороду воздуха, парам воды, водным растворам, органическим растворителям и другим, от которых оболочка предназначена защитить капсулированное вещество) и к

молекулам содержимого микрокапсул. Если капсулируемое вещество является легколетучей жидкостью, проницаемость оболочки по отношению к парам этой жидкости будет определять сохранность жидкости в течение требуемого периода, в случае же легкой окисляемости содержимого микрокапсул сохранность капсулированного вещества будет зависеть от степени проницаемости оболочек для кислорода и т. д. [2].

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) используют в процессах микрокапсулирования главным образом для повышения устойчивости дисперсных систем, преимущественно таких, в которых на стадиях диспергирования капсулируемого вещества образуется эмульсия. В системах, в которых одной из фаз является вода, роль поверхностно-активных веществ достаточно хорошо изучена [4].

Методы микрокапсулирования могут быть разделены на три основные группы. Первая группа – физико-химические методы, которые включают коацервацию, осаждение нерастворителем, образование новой фазы при изменении температуры, упаривание летучего растворителя, отверждение расплавов в жидких средах, экстракционное замещение, высушивание распылением, физическую адсорбцию [5]. Ко второй группе относятся химические методы: образование новой фазы путем сшивания полимеров, поликонденсация и полимеризация. Наконец, третья группа – это физические методы: напыление в псевдооживленном слое, экструзия и конденсация паров. Такая классификация, в основу которой положена природа процессов, протекающих при микрокапсулировании, достаточно условна. На практике часто используется сочетание различных методов [2].

Кроме перечисленных методов следует еще упомянуть метод аэрозольного микрокапсулирования, который может быть отнесен и ко второй, и к третьей группе, поскольку в его основе могут лежать как химические процессы, так и явления физической коалесценции частиц [5].

При определении наиболее пригодного метода для каждого конкретного случая исходят из заданных свойств конечного продукта, стоимости процесса и многих других факторов. Однако главным образом выбор метода определяется свойствами исходного капсулируемого вещества [3].

Чаще всего применяют микрокапсулы размером от 100 до 500 мкм. Частицы размером меньше 1 мкм называют нанокapsулами.

Частицы с жидким и газообразным веществом имеют шарообразную форму, с твердыми частичками – неправильной формы [6].

Возможности микрокапсулирования:

а) предохранение неустойчивых лекарственных препаратов от воздействия внешней среды (витамины, антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки и др.);

б) маскировка вкуса горьких и тошнотворных лекарств;

в) высвобождение лекарственных веществ в нужном участке желудоч-

но-кишечного тракта (кишечно-растворимые микрокапсулы);

г) пролонгированное действие. Смесь микрокапсул, отличающихся размером, толщиной и природой оболочки, помещенная в одну капсулу, обеспечивает поддержание определенного уровня лекарства в организме и эффективное терапевтическое действие в течение длительного времени;

д) совмещение в одном вместилище несовместимых между собой в чистом виде лекарств (использование разделительных покрытий);

е) «превращение» жидкостей и газов в псевдотвердое состояние, т.е. в сыпучую массу, состоящую из микрокапсул с твердой оболочкой, заполненных жидкими или газообразными лекарственными веществами [1, 2, 3, 5].

Самая важная особенность микрокапсул – их небольшой размер, позволяющий построить огромную рабочую поверхность. Главное их применение – это контролируемое освобождение лечебных веществ в определенном месте и времени [7]. На параметры освобождения лекарств влияет размер и степень упаковки микрокапсулы, молекулярная масса, структура стены, размер и форма матрицы. Таким образом, можно контролировать быстроту и степень проникновения веществ из внутренности микрокапсулы.

В фармацевтических или косметических средствах методы микрокапсулирования обеспечивают оптимальные показатели устойчивости, высвобождения и концентрирования биологически активных веществ, точную дозировку веществ, маскирование неприятного запаха, вкуса, цвета. Существенное значение имеет обеспечение длительного высвобождения заключенного в носителе вещества и возможность инкапсулирования как гидрофильных, так и лиофильных активных ингредиентов [3].

Наиболее широкое применение микрокапсулирование нашло в фармацевтической промышленности. С его помощью стабилизируют неустойчивые препараты (витамины, антибиотики, вакцины, сыворотки, ферменты), маскируют вкус горьких и тошнотворных лекарственных веществ (касторовое масло, рыбий жир, экстракт алоэ, кофеин), превращают жидкости в сыпучие продукты, регулируют скорость высвобождения или обеспечивают высвобождение фармацевтических препаратов в нужном участке желудочно-кишечного тракта, изолируют несовместимые препараты, улучшают сыпучесть, создают новые типы продуктов диагностического назначения [2, 3, 4].

Большинство фармацевтических препаратов производят в микрокапсулированном виде с целью увеличения продолжительности терапевтического действия при пероральном введении с одновременным снижением максимального уровня концентрации препарата в организме [8]. Этим способом удастся сократить, по крайней мере, вдвое число приемов препарата и ликвидировать раздражающее действие на ткани, вызываемое прилипанием таблеток к стенкам желудка. Гастролабильные препараты заключают в оболочки, устойчивые в кислых средах и разрушающиеся в слабощелочных и нейтральных средах кишечника [2, 3].

Область применения микрокапсулированных лекарств не ограничивается указанными лекарственными формами. В настоящее время возможно использование микрокапсул в инъекциях, глазных каплях, мазях, пластырях и других лекарственных формах [4].

Микрокапсулирование открывает интересные перспективы использования ряда лекарственных веществ по сравнению с их использованием в виде обычных лекарственных форм. Так, например, нитроглицерин в таблетках широко применяется как спазмолитическое средство при стенокардии, главным образом для купирования острых приступов спазмов коронарных сосудов. Однако для предупреждения приступов он малопригоден из-за кратковременности действия. В то же время микрокапсулированный нитроглицерин, обладающий способностью длительно высвобождаться в организме, весьма эффективен при использовании с целью предупреждения приступов стенокардии при хронической коронарной недостаточности [2, 3, 5].

Применение микрокапсул не ограничивается целью только медикаментозной терапии. Перспективным направлением в области технологии является получение микрокапсул с растворами белков, микрокапсулированных ферментов, антидотов. Исследуется применение микрокапсулированных ферментов – уредазы, уриказы, трипсина. Так, микрокапсулы с уреазой при внутрибрюшинном введении вызывают увеличение концентрации аммиака в крови, после чего мочевины начинает диффундировать из крови во внутрибрюшинную полость и затем в микрокапсулы, подвергаясь новому превращению в аммиак. Микрокапсулирование позволяет также предохранять ферменты от инактивации в результате образования антител-иммуноглобулинов при инъекционном введении [9].

Большой интерес представляет применение микрокапсул с полиуретановой оболочкой, содержащих водные суспензии антидотов: активированного угля, ионно-обменных смол и других соединений, характеризующихся способностью к связыванию и инактивации токсических веществ, образующихся и циркулирующих в крови в процессе метаболизма. Очистка крови от указанных веществ осуществляется специальными аппаратами, содержащими сосуды с микрокапсулами, при экстракорпоральной циркуляции крови. При этом кровь освобождается также от аммиака. Подобная система может быть эффективно использована при лечении ряда заболеваний почек [2, 3].

Итак, особый интерес для фармацевтической промышленности представляет возможность использования технологии микрокапсулирования для влияния на свойства заключенного в полимерную оболочку вещества с целью получения лекарственных препаратов с заданными свойствами. В настоящее время осуществлено микрокапсулирование препаратов различных фармакологических групп. Несмотря на это, данная область науки до сих пор остается перспективной. В литературе насчитывается несколько тысяч патентов, и это количество ежегодно увеличивается. В связи с тем что мик-

рокапсулирование тесно связано с химией высокомолекулярных соединений, с появлением новых полимерных материалов появляются возможности получения микрокапсул с абсолютно новыми свойствами. Применение метода микрокапсулирования позволяет получать многочисленные новые продукты как предвестники фармацевтиков, антибиотиков, витаминов, компонентов пищи и кормов, ароматических и вкусовых средин, косметики, детергентов, биополимеров и пищевых веществ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственная фармакопея СССР: Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1990. 400 с.
2. Солодовник, В.Д. Микрокапсулирование / В.Д.Солодовник. М.: Химия, 1980. 216 с.
3. Pat. 20110223314 United States, International Class B05D 7/00 20060101 B05D007/00. Efficient Microencapsulation. ZHANG; Xiaoxiao; (Honolulu, HI) ; Garmire; David; (Honolulu, HI) ; Ohta; Aaron; (Honolulu, HI). Serial No.: 045244. Filed: March 10, 2011.
4. Swapan Kumar. Ghost Functional Coatings: by Polymer Microencapsulation // Willey-VCH Verlag GmbH & CoKGaA Weinheim, 2006. 378 p.
5. Афанасьев, А.Г. Прикладные и коллоидные аспекты применения микрокапсул / А.Г. Афанасьев // Современные технологии в отрасли бытового обслуживания населения. М.: Изд-во Моск. технолог. ин-та, 1991.
6. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. М.: Химия, 1980. 464 с.
7. Dai C., Wang B., Zhao H. Microencapsulation peptide and protein drugs delivery system. Colloids and Surfaces B; Biointerfaces; 41: 117–120.
8. Мицелообразование и свойства адсорбционных слоев ионогенных ПАВ при концентрациях, значительно меньших ККМ / А. Николов, Г. Мартынов, Д. Екирова, В. Каишев // Коллоидный журнал. 1980. №4. С. 672–679.
9. Simon Benita Microencapsulation: Methods & industrial application Taylor & Francis. 2006. 758 p.
10. Пат. 2122464 Российская Федерация, МКИ B01J13/06, B01J13/20. Способ получения микрокапсул / Латышев В.Н., Наумов А.Г., Боровков Н.Ю., Чиркин С.А. Заявитель и патентообладатель Ивановский государственный университет. Заявл. 11.09.1996, опубл. 11.09.1996.
11. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия // Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. М.: Высш. шк., 2004. 445 с.
12. Халецкий, А.М. Фармацевтическая химия / А.М. Халецкий, В.О. Кульбах, Н.Г. Молодцова [и др.]. М.: Медицина, 1966. 382 с.
13. Ряженков, В.В. Фармакология / В.В. Ряженков. М.: Медицина, 1984. 352 с.

14. Luz Sánchez-Silva, Ángela Alcázar, Antonio de Lucas, Manuel Carmo-  
na, Juan F. Rodríguez Functionalization of microcapsules for the removal of heavy  
metal ion // Journal of Chemical Tehnology and Biotechnology. 2011. №3. P.  
437–446.

15. Saurabh Jyoti Sarma, Kannan Pakshirajan, Biswanath Mahanty Chito-  
san-coated alginate–polyvinyl alcohol beads for encapsulation of silicone oil con-  
taining pyrene: a novel method for biodegradation of polycyclic aromatic hydro-  
carbons // Journal of Chemical Tehnology and Biotechnology. 2011 №2. P. 266–  
272.

16. Разработка микрокапсулированных и гелеобразных продуктов и  
материалов для различных отраслей промышленности / М.С. Вилесова  
[и др.] // Российский химический журнал. 2001. № 5–6. С. 125–135.

17. Разработка микро- и наносистем доставки лекарственных средств /  
Н.И. Ларионова [и др.] // Российский химический журнал. 2008. № 1. С. 48–57.

Е.Е. Bykovskaja, A.A. Krolevets  
*Southwest State University, Kursk*

#### APPLICATION MICROCAPSULATION IN PHARMACEUTICAL INDUSTRY

*In work the literary data on use of methods microcapsulation in phar-  
maceutical industry is cited.*

**Keywords:** *microcapsulation, the pharmaceutical industries.*

УДК 547.873

Л.М. Миронович, д-р хим. наук, Н.В. Фролова, студентка,  
Э.М. Туктаров, студент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

#### РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ 4-АМИНО-6-ТРЕТ-БУТИЛ- 5-ОКСО-3-Н-1,2,4-ТРИАЗИНА

*Проведено ацилирование 4-амино-6-трет-бутил-5-оксо-3-метилтио-  
1,2,4-триазина по аминогруппе хлористымбензоилом и N,N-диметил-  
карбамоилбромидом. Доказано, что действие N,N-диметилкарбамоил-  
бромида не приводит к ацилированию аминогруппы, а дает продукт  
гидролиза.*

**Ключевые слова:** *1,2,4-триазин, конденсация, ацилирование, гид-  
ролиз.*

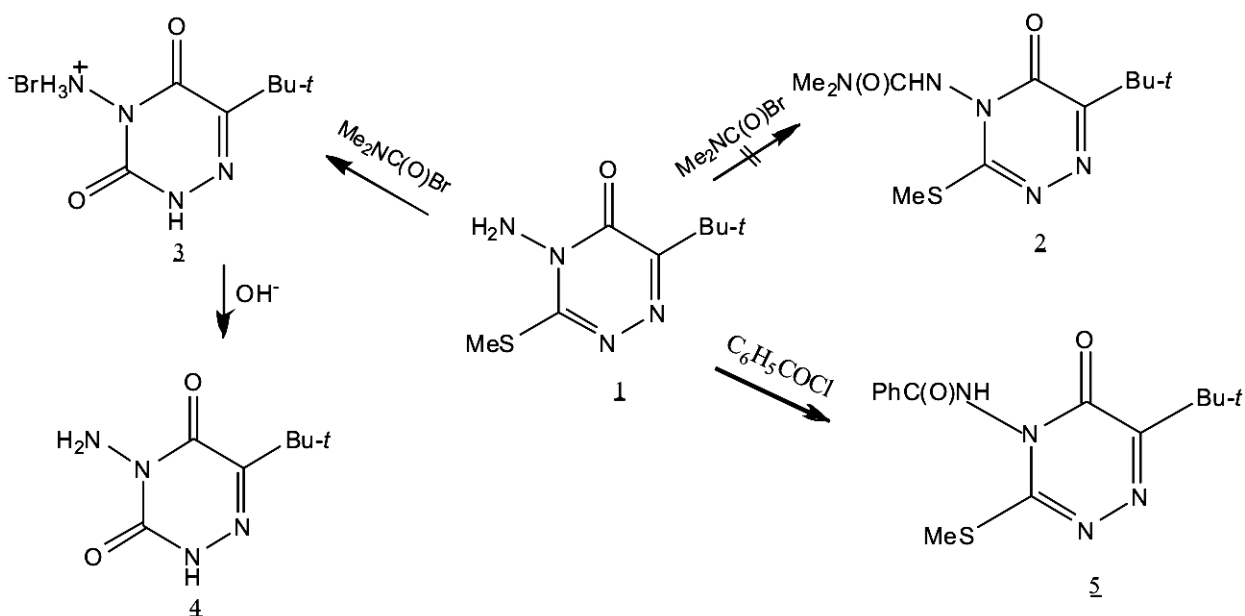
Получение новых производных на основе 1,2,4-триазинов представляет как теоретический, так и практический интерес вследствие широкого спектра биологической активности соединений ряда 1,2,4-триазинов. Среди них особое место занимают производные 4-амино-1,2,4-триазинов, среди которых найдены гербициды (метрибузин и метамитрон применяют в промышленном масштабе), дефолианты, десиканты, а также лекарственные препараты, обладающие противомикробной, противовирусной активностями, кокцидозным действием и др.[1]. Химия замещенных 4-амино-1,2,4-триазинов исследована относительно полно как по аминогруппе, так и по другим функциональным группам. В последнее время широко развивается направление получения конденсированных систем на основе 1,2,4-триазинов. Замыкание цикла проходит как по аминогруппе и заместителю в положении 3 гетероцикла, так и по атому азота в положении 2 кольца, не затрагивая аминогруппу. Для синтеза биологически активных соединений определенным интерес представляет ацилирование аминогруппы производными карбаминовой кислоты, например N,N-диметилкарбамоилбромидом. При этом в соединении появляется группа  $\text{Me}_2\text{NC(O)-NH-}$ , подобная остаткам биологически активных мочевины. Ацилирование N,N-диметилкарбамоилбромидом 4-амино-1,2,4-триазинов в литературе не описано. Ранее нами проведено ацилирование N,N-диметилкарбамоилбромидом 5-оксо-3-тиоксо-6-R-2H,4H-1,2,4-триазинов по атому азота в положении 4 гетероцикла с получением 4(N,N-диметилкарбамоил)-5-оксо-3-тиоксо-6-R-2H-1,2,4-триазина, который проявил хорошую гербицидную активность на уровне метрибузина и оказался по отношению к нему синергистом [2]. Предположительно продукт ацилирования тоже должен обладать гербицидной активностью.

Целью нашего исследования явилось исследование реакционной способности аминогруппы в положении 4 гетероцикла в реакциях ацилирования.

В качестве объекта исследования выбран 4-амино-6-*трет*-бутил-5-оксо-3-метилмеркапто-1,2,4-триазин (1). 4-Амино-6-*трет*-бутил-3-метилмеркапто-5-оксо-1,2,4-триазин (I) получали путем окисления пинаколины в водной щелочи перманганатом калия до калиевой соли триметилпировиноградной кислоты, которую из реакционной смеси не выделяли и использовали для замыкания цикла с тиокарбгидразидом в водной щелочи при кипячении. Продукт конденсации (4-амино-6-*трет*-бутил-5-оксо-3-тиоксо-2H-1,2,4-триазина, температура плавления 212–214°C) метилировали йодистым метилом в водно-спиртовом растворе щелочи согласно методике и выделили кристаллическое соединение с температурой плавления 125.5–126.5°C, спектральные характеристики которого соответствовали описанным.

Ранее нами проведено ацилирование 6-*трет*-бутил-5-оксо-3-тиоксо-2H,4H-1,2,4-триазина N,N-диметилкарбамоилбромидом в ДМФА по атому азота в положение 4 гетероцикла с получением 6-*трет*-бутил-4(N,N-диметилкарбамоил)-5-оксо-3-тиоксо-2H-1,2,4-триазина [2]. Наличие амино-

группы в исследуемом соединении позволило провести ацилирование N,N-диметилкарбамоилбромидом. При ацилировании соединения 1 N,N-диметилкарбамоилбромидом в среде ДМФА выделена бромисто-водородная соль 6-*трет*-бутил-3,5-диоксо-2Н-1,2,4-триазина. Фактически происходит гидролиз по метилмеркаптогруппе в условиях эксперимента, что обусловлено, по-видимому, образованием бромистого водорода, который, с одной стороны, протонирует аминогруппу и препятствует прохождению ацилирования по ней, а с другой стороны, является катализатором гидролиза метилмеркаптогруппы до оксогруппы. В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  исчезает синглет протонов при 2.4 м.д., имеющийся в спектре исходного триазина 1 (Me-S) и сохраняется синглет протонов при 5.8 м.д., но интенсивность соответствует 3H, а не 2H, как в исходном соединении 1. При 12.5 м.д. расположен синглет протона, отнесенный к группе  $\text{N}_{(2)}\text{H}$ . Синглет *трет*-бутильного заместителя имеет обычное значение. В ИК-спектре соединения 3 имеются две интенсивные полосы поглощения при  $1650\text{ см}^{-1}$  и  $1710\text{ см}^{-1}$ , относящиеся соответственно к карбонильным колебаниям групп  $\text{C}_{(5)}=\text{O}$  и  $\text{C}_{(3)}=\text{O}$  (в ИК спектре соединения 1 имеется одна характеристическая полоса поглощения карбонильной группы  $\text{C}_{(5)}=\text{O}$  при  $1660\text{ см}^{-1}$ ). Проба Бельштейна показывает присутствие брома в соединении. Обработка соединения 3 раствором едкого натрия приводит к получению 4-амино-3,5-диоксо-2Н-1,2,4-триазина (4), спектральные характеристики и свойства которого соответствуют описанным в литературе [1].



Ацилирование по аминогруппе соединения 1 происходит при кипячении его с хлористым бензоилом в среде пиридина. Выделен – N-(6-*трет*-бутил-3-метилмеркапто-5-оксо-1,2,4-триазин-3-ил)бензамид (5). Выделение конечного продукта затруднено смолообразованием. Кристаллы выпадают из смолы при долгом стоянии.



В спектре ЯМР<sup>1</sup>H соединения 5 исчезает синглет протонов при 5.8 м.д., отнесенный, согласно литературным данным, в спектре соединения I к аминогруппе. Появляется мультиплет протонов при 7.7–8.1 м.д., отнесенный к протонам фенильной группы. Остальные сигналы протонов соответствуют литературным данным [1]. В ИК-спектре соединения 5 имеются две интенсивные характеристические группы поглощения при 1730 см<sup>-1</sup> (валентное колебание карбонильной группы бензамида) и при 1658 см<sup>-1</sup> (валентное колебание карбонильной группы гетероцикла).

---

1. Миронович, Л.М. 1,2,4-Триазины / Л.М. Миронович, В.К. Промоненков // Итоги науки и техники. Сер. «Органическая химия». 1990. Т. 22. С. 3–267.

2. Миронович, Л.М. Взаимодействие N,N-диметилкарбамоилбромида с 1,2,4-триазидами / Л.М. Миронович, В.К. Промоненков // Химия гетероцикл. соединений. 1989. № 7. С. 969–971.

L.M. Mironovich, N.V. Frolov, E.M. Tuktarov  
*Southwest State University, Kursk*

### **REACTIONARY ABILITY 4-AMINO-6-*TERT*-BUTYL-5-OXO-3-METHYLTHIO-1,2,4-TRIAZINE**

*Carried out the acylation of 4-amino-6-tert-butyl-5-oxo-3-methylthio-1,2,4-triazine on the aminogroups benzoyl chloride and N, N-dimethylcarbamoyl bromides. It is proved that the action of N, N-dimethylcarbamoyl bromide does not lead to acylated amino groups, and gives the hydrolysis product.*

**Keywords:** 1,2,4-triazine, condensation, acylation, hydrolysis.

УДК 547.8

А.А. Кролевец, канд. хим. наук, доцент, Д.В. Щербинин,  
С.В. Даничев, А. Николаенко, студенты  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

### **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ $\epsilon$ -КАПРОЛАКТАМА**

*В работе рассмотрены литературные данные по методам синтеза, свойствам и нахождению в природе производных капролактама.*

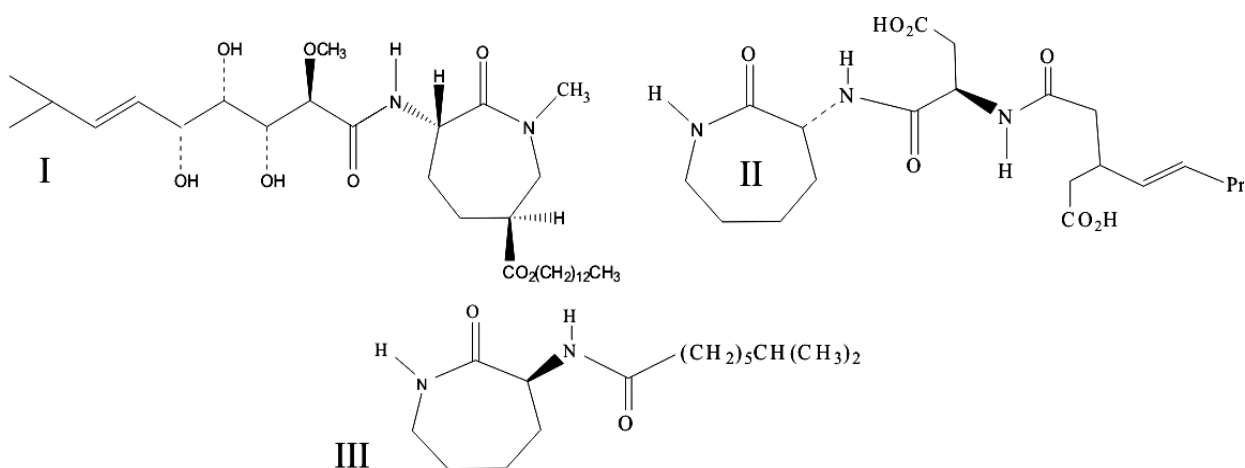
**Ключевые слова:** лактамы, капролактамы, лактимы, ацетали.

$\epsilon$ -Капролактамы были известны с 19-го столетия. С. Габриэль и Т. Маас синтезировали капролактамы в 1899 году циклизацией  $\epsilon$ -аминокапроновой ки-

слоты. О. Уоллак синтезировал  $\epsilon$ -капролактамы перегруппировкой Бекманна из циклогексанон оксима. Коммерческий интерес увеличился в 1938 г., когда Р. Шлак получил первую скрученную полимерную нить конденсацией капролактама. С тех пор капролактамы имеют большое значение. Мировое производство в 1994 г. достигло приблизительно  $2,2 \times 10^6$  т [1].

Полимеризация капролактама – важный химический процесс, однако и производные данного соединения находят самое широкое применение в различных областях народного хозяйства. Так, N-( $\alpha$ -алкоксиалкил)-капролактамы обладают инсекто- и акаро-репеллентной активностью, применяются в средствах защиты от укусов кровососущих членистоногих [2]. Комплексные соединения  $\epsilon$ -капролактама и меди применяются в сельском хозяйстве как фунгициды широкого спектра действия [3]. N-аллил- $\epsilon$ -капролактамы проявляет бактерицидную активность и может использоваться против фитопатогенных бактерий [4]. В медицине в качестве усилителя проницаемости кожи используется N-додецилкапролактамы-2 [5]. Поэтому синтез новых производных капролактамов имеет большой практический интерес.

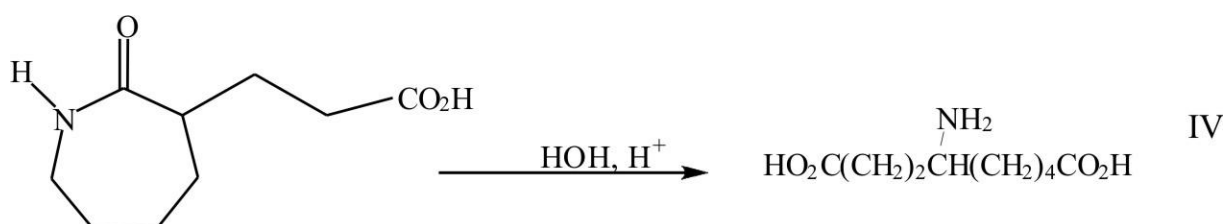
В природе производные  $\epsilon$ -капролактама тоже встречаются. Это алкалоиды животного происхождения (бенгамид) и не токсичные продуценты микроорганизмов (цирцинатин). Бенгамид (схема I) был выделен из фиджийской губки и проявляет различные биологические активности в том числе и как глистогонное средство [6]. Цирцинатин (схема II) – из патогенных грибов *Periconia circinata*. [7] Капролактин А (схема III) – из глубоководных океанских бактерий [8].



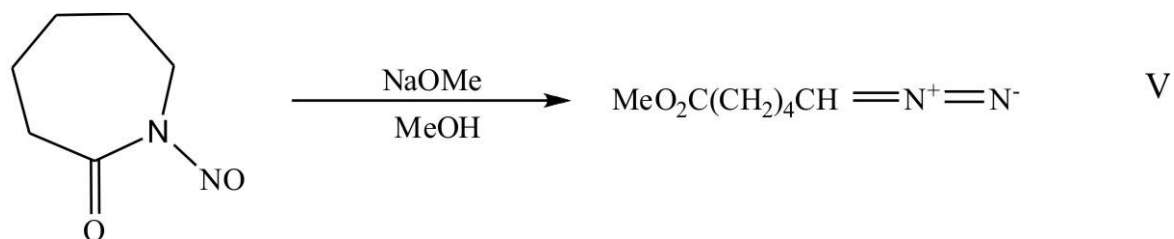
По своим химическим свойствам  $\epsilon$ -капролактамы – типичный лактам. Химические превращения для него могут происходить с раскрытием цикла и без раскрытия. К первому типу относятся: щелочной и кислотный гидролиз, алкоголиз, полимеризация. Ко второму типу относятся алкилирование, ацилирование, галогенирование.

Гидролиз  $\epsilon$ -капролактама приводит к получению 6-аминокапроновой кислоты и не имеет большого практического значения. Но производные, на-

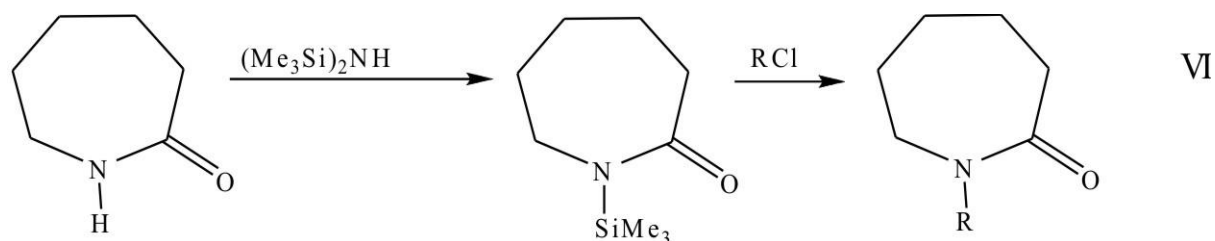
против, могут гидролизываться с образованием необычных аминокислот. Так N-гексодецилкапролактамы были гидролизываны 48%-ным раствором бромоводорода с образованием гексодециламинокапроновой кислоты с хорошим выходом. С помощью гидролиза возможно получить диаминокарбоновые кислоты (схема IV). В большинстве случаев условия этих реакций зависят от размера цикла и заместителей [9].



Раскрытие циклов N-нитрозолактамов, катализируемое щелочными агентами, приводит к получению эфиров ω- диазокислот [10] (схема V).



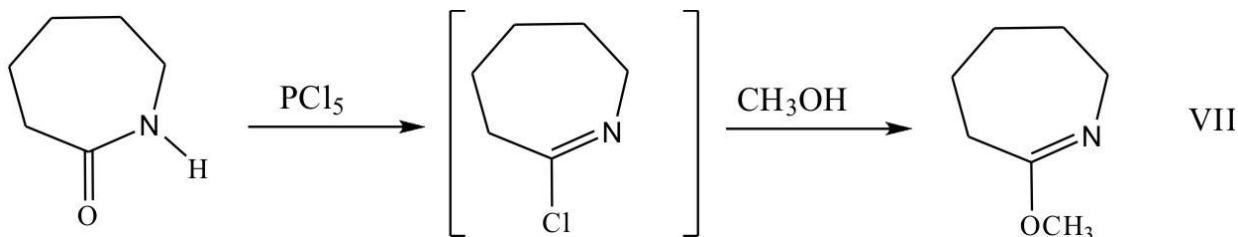
N-замещенные лактамы обладают широким спектром биологической активности и являются важными продуктами органического синтеза. Их производные обычно получают взаимодействием натриевых или калиевых солей лактамов с соответствующими галогенпроизводными. В качестве металлирующих агентов чаще всего применяются щелочные металлы или их гидриды [11]. В патентной литературе описаны примеры использования для этих целей гидроксида натрия или калия. Также возможно использование N-тримерилсилильных производных. Они применяются главным образом с достаточно активными галогенпроизводными (бензилбромид, эфиры бромуксусной кислоты) (схема VI).



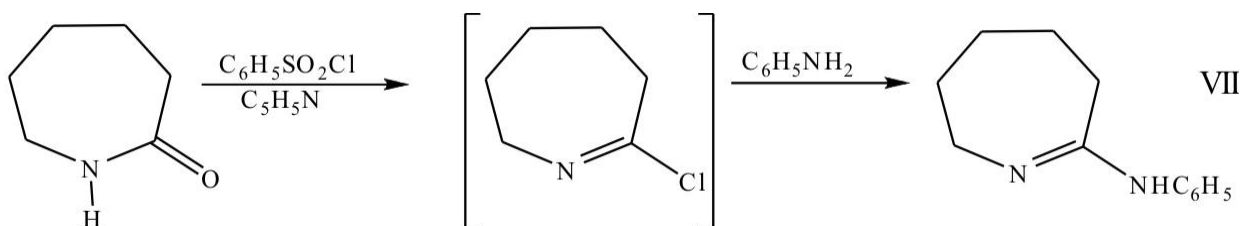
Следует отметить, что N-замещенные лактамы алкилируются по соседнему с карбоксильной группой атому углерода.

Также одним из перспективных направлений в синтезе производных капролактама является получение O-алкилпроизводных (лактимных эфиров и ацеталей). Эфиры – реакционноспособные соединения, могут использо-

ваться для синтеза многих веществ. Важным способом получения лактимных эфиров является превращение лактамов в соответствующие хлоримиды с последующей обработкой спиртами. Так, взаимодействием капролактама с пятихлористым фосфором с последующей обработкой реакционной смеси метанолом был синтезирован О-метилкапролактим (схема VII).

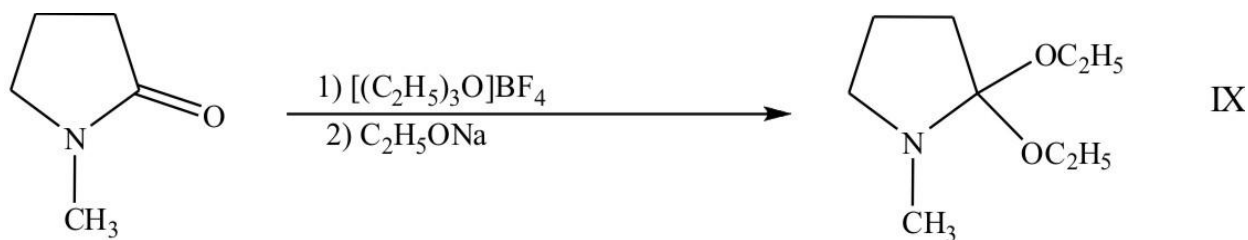


Тот же промежуточный продукт образуется и при использовании бензолсульфохлорида при обработке капролактама бензолсульфохлоридом в присутствии пиридина и дальнейшем взаимодействии с аминами с образованием циклических амидов (схема VIII).



Исследования показали, что и в первом, и во втором случае, а также при использовании фосгена в качестве промежуточного продукта образуется хлоримид. Возможность получения О-эфиров взаимодействием капролактама с диалкилсульфатом была изучена Бенсоном и Кэйрнсом. Они пришли к выводу, что конечный результат зависит от соотношения веществ. Так, в случае медленного прибавления эквимольного количества диалкилсульфата преобладают О-эфиры, а в случае избытка – N-алкилпроизводные.

Синтез ацеталей лактамов впервые осуществил Меервейн алкилированием N-замещенных лактамов триэтилоксонийфторборатом с последующим разложением полученного фторборатного комплекса алкоголятом натрия (схема IX).



Другой метод синтеза ацеталей лактамов заключается во взаимодействии N-замещенных лактамов с фосгеном с образованием соответствующих

амидохлоридов, из которых ацетали получают при обработке алкоголятом натрия или триэтиламино в спирте. Ацетали лактамов, так же как лактимные эфиры, довольно легко вступают в реакции нуклеофильного замещения. В частности, эти соединения при взаимодействии с водой относительно легко гидролизуются с образованием соответствующих лактамов.

Переход от лактимных эфиров к О-алкилпроизводным лактамов, имеющим заместитель у циклического азота, открывает перспективы для получения конденсированных гетероциклических соединений с фиксированным положением заместителей [13].

Таким образом, использование лактамов в органическом синтезе привело к важным результатам как в синтетическом, так и теоретическом плане. На их основе было синтезировано большое число гетероциклических соединений, которые интересны и в биологическом, и в химическом отношении.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Josef Ritz, Hugo Fuchs, Heinz Kieczka, William C. Moran "Caprolactam" Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH, 2007.
2. Пат. 2017732 Российская Федерация. N-( $\alpha$ -алкоксиалкил)капролактамы, обладающие инсекто- и акаро-репеллентной активностью. Заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт химических средств защиты растений; научно-исследовательский институт профилактической токсикологии и дезинфекции. Заявл 09.06.1992, опубл. 15.08.1994.
3. Металлосодержащие комплексы лактамов, имидазолов, бензимидазолов и их биологическая активность / С.С. Кукаленко [и др.] // Успехи химии. 1985 № 7. С. 1152–1154.
4. Синтез и бактерицидные свойства N-аллилкапролактамов / Н.Г. Вепхишвили [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. 1991 № 3. С. 35–36.
5. Васильев, А.Е. Трансдермальные терапевтические системы доставки лекарственных веществ (обзор) / А.Е. Васильев, И.И. Краснюк // Химико-фармацевтический журнал. 2001 № 11. С. 29–42.
6. Quinoa E., Adamczeski M., Crews P. and Bakus G.J. Bengamides, heterocyclic anthelmintics from a Jaspidae marine sponge // J. Org. Chem. 1986 № 51. С. 4494–4497.
7. V. Macko, M.B. Stimmel, H. Pecters, T.J. Wolpert, L.D. Dunkle, R. Banteli // Experientia. 1990. № 46.
8. B.S. Davidson and R.W. Schumacher Isolation and synthesis of caprolactams A and B, new caprolactams from a marine bacterium // Tetrahedron. 1993. № 49. P. 6569–6574.
9. George R. Proctor, James Redpath. Chemistry of Heterocyclic Compounds, Volume 56. New York: John Wiley & Sons, 1996. P. 607.

10. Бартона, Д. Общая органическая химия / Д. Бартона, У. Оллиса. М.: Химия, 1983. Т. 4. С. 729.

11. Глозман, О.М. Синтез и спазмолитическая активность 4-фенил-пиролидон-2-ацетамида / О.М. Глозман, И.С. Морозов, Л.А. Жмуренко // Хим.-фарм. журн. 1980 № 11. С. 43–48.

12. Албанов А.И., Ларин М.Ф., Пестунович В.А., Воронков М.Г. // ЖОХ. 1981. № 2.

13. Глушков, Р.Г. Химия О-алкилпроизводных лактамов / Р.Г. Глушков, В.Г. Гранин // Успехи химии. 1969 № 11. С. 1989–2015.

A.A. Krolevets, D.V. Scherbinin, S.V. Danichev, A. Nikolaenko  
*Southwest State University, Kursk*

### **SYNTHESIS AND PROPERTIES OF DERIVATIVES $\epsilon$ -CAPROLACTAM**

*In work the literary data on synthesis methods, properties and a finding in the nature of derivatives of a caprolactam is considered.*

**Keywords:** *lactams, caprolactam, lactimes, acetals.*

УДК 544.77.022.822

Е.Е. Быковская, студентка, А.А. Кролевец, канд. хим. наук, доцент  
*Юго-Западный государственный университет, Курск*

### **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ В ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРАХ НА ПРИМЕРЕ РИВАНОЛА**

*Даная статья посвящена изучению процесса микрокапсулирования, а также способу получения микрокапсул.*

**Ключевые слова:** *микрокапсулирование, микрокапсулы, риванол.*

Процесс микрокапсулирования находит наибольшее применение в фармацевтической промышленности за счет того, что лекарственные препараты, заключенные в полимерную оболочку, обладают рядом полезных свойств.

Преимущества микрокапсулированной формы лекарственных веществ:

а) предохранение неустойчивых лекарственных препаратов от воздействия внешней среды (витамины, антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки и др.);

б) маскировка вкуса горьких и тошнотворных лекарств;

в) высвобождение лекарственных веществ в нужном участке желудочно-кишечного тракта (кишечно-растворимые микрокапсулы);

г) пролонгированное действие. Смесь микрокапсул, отличающихся размером, толщиной и природой оболочки, помещенная в одну капсулу, обеспечивает поддержание определенного уровня лекарства в организме и эффективное терапевтическое действие в течение длительного времени;

д) совмещение в одном месте несовместимых между собой в чистом виде лекарств (использование разделительных покрытий) [1, 2, 3, 5].

Микрокапсулированием называется процесс заключения небольших количеств вещества в оболочку пленкообразующего материала (микрокапсулу) [3]. Содержимое микрокапсул может находиться в твердом, жидком или газообразном состоянии и представлять собой индивидуальное вещество или смесь; размер микрокапсул – от долей микрометра до нескольких миллиметров; содержание капсулируемого вещества обычно составляет 70–85% от массы капсулы (иногда 95–99%). Оболочка микрокапсул может быть одно- или многослойной (толщина – от долей мкм до десятков мкм), а в зависимости от свойств образующего ее вещества – эластичной или жесткой [2].

Методы микрокапсулирования могут быть разделены на три основные группы. Первая группа – физико-химические методы, которые включают коацервацию, осаждение нерастворителем, образование новой фазы при изменении температуры, упаривание летучего растворителя, отверждение расплавов в жидких средах, экстракционное замещение, высушивание распылением, физическую адсорбцию [5]. Ко второй группе относятся химические методы: образование новой фазы путем сшивания полимеров, поликонденсация и полимеризация. Наконец, третья группа – это физические методы: напыление в псевдооживленном слое, экструзия и конденсация паров. Такая классификация, в основу которой положена природа процессов, протекающих при микрокапсулировании, достаточно условна. На практике часто используется сочетание различных методов [2].

При определении наиболее пригодного метода для каждого конкретного случая исходят из заданных свойств конечного продукта, стоимости процесса и многих других факторов. Однако главным образом выбор метода определяется свойствами исходного капсулируемого вещества [3].

В данной статье приведен способ получения микрокапсул риванола в водорастворимых полимерах (поливиниловый спирт, поливинилпирролидон) с использованием метода осаждения нерастворителем.

Риванол (этакридина лактат) – 2-этокси-6,9-диаминоакридина лактат – желтый кристаллический порошок горького вкуса, мало растворимый в холодной воде и этиловом спирте, легко – в горячей воде.

Растворы этакридина темнеют под влиянием света, поэтому рекомендуется пользоваться свежеприготовленными растворами [6].

Получение микрокапсул осуществляли по следующей методике. В стакан объемом 250 мл помещают 36 г 5%-ного водного раствора полимера (поливиниловый спирт, поливинилпирролидон), ставят на магнитную ме-

шалку и включают перемешивание. 0,6 г риванола растворяют в 4 мл этанола при нагревании. Полученный раствор охлаждают и по каплям переносят в раствор полимера. После образования риванолом самостоятельной твердой фазы приливают первый осадитель (ацетон, содержащий 0,2% ОС-20 в качестве ПАВ) в количестве 100 мл, а затем второй – 30 мл ацетона. Полученную суспензию микрокапсул отфильтровывают на фильтре Шотта и промывают ацетоном.

Полученные микрокапсулы были сфотографированы на атомно-силовом сканирующем электронном микроскопе, совмещенном с конфокальным OmegaScore AIST-NT (рис. 1, 2).

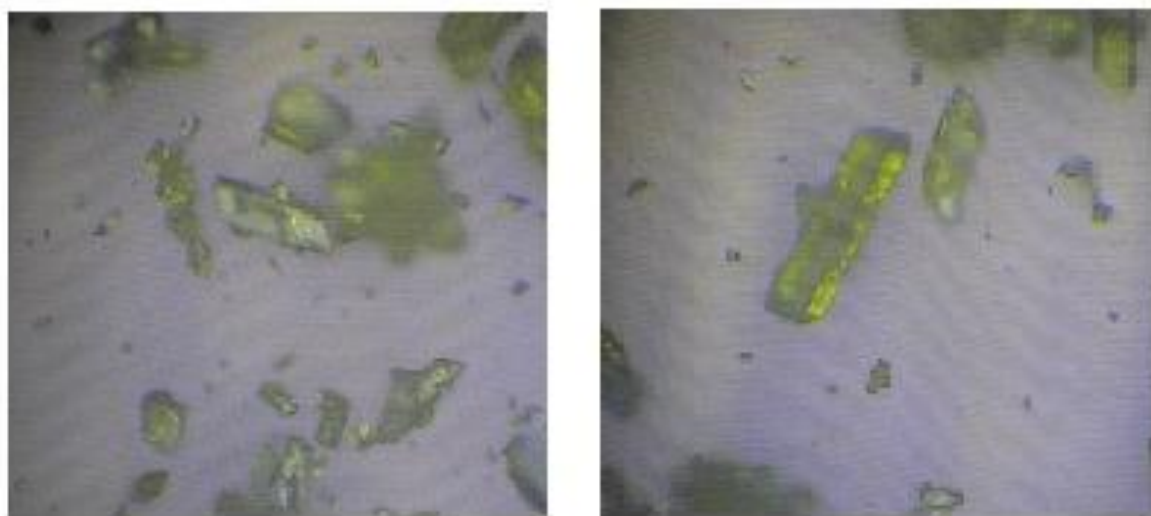


Рис. 1. Кристаллы риванола ( $\times 505$ )

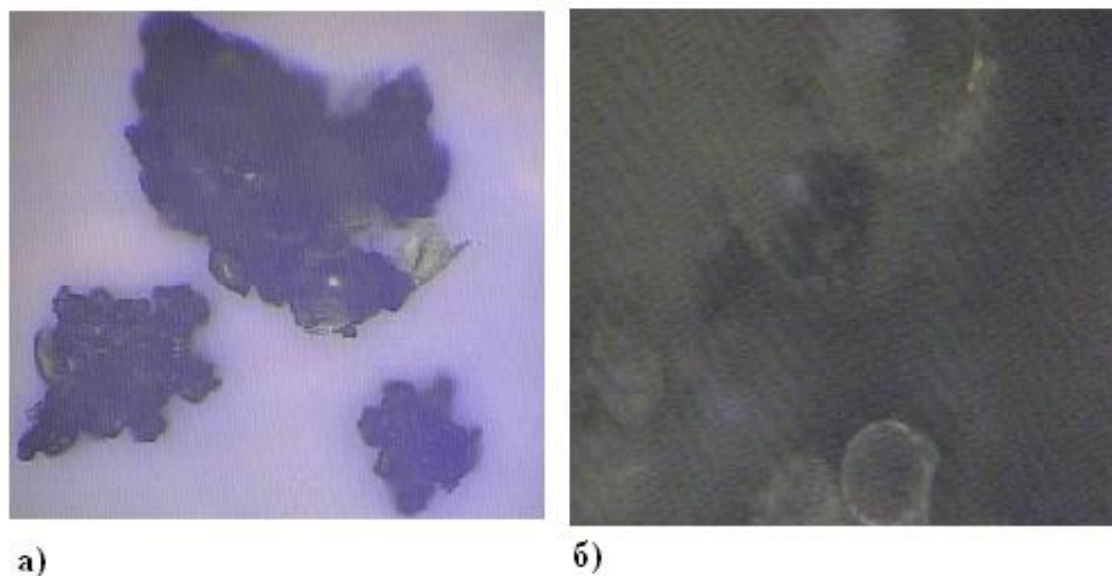


Рис. 2. Микрокапсулы риванола: а – поливинилпирролидоне ( $\times 260$ );  
б – в поливиниловом спирте ( $\times 1770$ )



Содержание действующего вещества в микрокапсулах определяли методом тонкослойной хроматографии с денситометрией, данные обработаны с помощью видеоденситометра «Sorbfil» и программы «Sorbfil 1.8».

Количество риванола в микрокапсулах составило:

а) в микрокапсулах, оболочкой которых является поливиниловый спирт, 65,5%;

б) в микрокапсулах, оболочкой которых является поливинилпирролидон, 60,5%.

Известно, что растворы риванола неустойчивы при хранении и в течение 3–7 дней меняют цвет с желтого до темно-коричневого. При хранении раствора полученных микрокапсул цвет раствора не изменился в течение двух месяцев. Это свидетельствует о том, что с помощью придания лекарственному препарату микрокапсулированной формы можно влиять на стабильность неустойчивых соединений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственная фармакопея СССР. Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1990. 400 с.

2. Солодовник, В.Д. Микрокапсулирование / В.Д. Солодовник. М.: Химия, 1980. 216 с.

3. Pat. 20110223314 United States, International Class B05D 7/00 20060101 B05D007/00. Efficient Microencapsulation. ZHANG; Xiaoxiao; (Honolulu, HI); Garmire; David; (Honolulu, HI); Ohta; Aaron; (Honolulu, HI). Serial No.: 045244. Filed. 10.03.2011.

4. Афанасьев, А.Г. Прикладные и коллоидные аспекты применения микрокапсул / А.Г. Афанасьев // Современные технологии в отрасли бытового обслуживания населения. М.: Изд-во Моск. технолог. ин-та, 1991.

5. Машковский, М.Д. Лекарственные средства. Т. 2 / М.Д. Машковский. М.:ООО «Изд-во Новая Волна», 2002. 608 с.

6. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. М.: Химия, 1980. 464 с.

E.E. Bykovskaya, A.A. Krolevets  
*Southwest State University, Kursk*

#### A METHOD OF PRODUCING MICROKAPSULES IN WATER-SOLUBLE POLYMERS FOR EXAMPLE RIVANOL

*Given article is devoted to studying the process of microencapsulation, as well as the method of preparation of microcapsules.*

**Keywords:** *microencapsulation, microcapsule, rivanol.*

УДК 543.42

Г.В. Бурых, канд. хим. наук, доцент  
Юго-Западный государственный университет, Курск

С.В. Шевцова  
Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области, Курск

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА, КАДМИЯ, ЦИНКА И МЕДИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Данная статья посвящена исследованию содержания токсичных элементов в некоторых пищевых продуктах инверсионно-вольтамперометрическим методом.*

**Ключевые слова:** инверсионно-вольтамперометрический метод, токсичные элементы, определение содержания, пищевые продукты.

Метод инверсионно-вольтамперометрических (ИВ) измерений основан на способности элементов электрохимически осаждаться на индикаторном электроде из анализируемого раствора при задаваемом потенциале предельного диффузионного тока, затем растворяться в процессе анодной поляризации при определенном потенциале, характерном для каждого элемента.

Для проведения исследований по содержанию токсичных элементов использовался инверсионно-вольтамперометрический анализатор «ТА-07», снабженный компьютерной обработкой вольтамперограмм и вычислений результатов в автоматическом режиме.

Исследования на содержание токсичных элементов проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51301-99 [1].

Для анализа проб пищевых продуктов и продовольственного сырья одновременно используют две параллельные и одну холостую (контрольную) пробу.

Способ подготовки проб пищевых продуктов и продовольственного сырья заключается в проведении минерализации путем сочетания «мокрого» и «сухого» озоления. «Мокрая» минерализация проб с помощью азотной кислоты и пероксида водорода позволяет эффективно окислить органическую матрицу и, кроме того, удалить хлорид-ионы из раствора, чтобы предотвратить улетучивание в дальнейшем хлоридов металлов при «сухой» минерализации.

Из полученного минерализата для ИВ-измерения отбирают аликвоту соответствующего объема.

Перед выполнением измерений с использованием ртутно-пленочного электрода проводят проверку электрохимической ячейки на чистоту путем

регистрации вольтамперограмм в данной электрохимической ячейке с используемым фоновым раствором после многократного ополаскивания стаканчиков бидистиллированной водой и фоновым электролитом.

Проводят ИВ-измерение пробы для каждой из параллельных анализируемых проб и холостой (контрольной) пробы в одинаковых условиях. Условия проведения эксперимента по определению токсичных элементов инверсионно-вольтамперометрическим методом приведены в таблице 1.

Регистрацию аналитических сигналов всех четырех элементов (цинк, кадмий, свинец, медь) проводят одновременно, если они не выходят за пределы экрана компьютера. В противном случае проводят регистрацию аналитических сигналов и определение массовых концентраций элементов с наименьшими значениями аналитических сигналов, после чего чувствительность прибора уменьшают и повторяют операции для остальных элементов.

Измеряют высоты анодных пиков определяемых элементов в анализируемом растворе.

Таблица 1

Условия проведения экспериментов по определению токсичных элементов инверсионно-вольтамперометрическим методом

Напряжение для электроаккумуляции, В	Потенциал начала регистрации, В	Напряжение развертки, В	Измерения потенциала, мВ/с	Чувствительность прибора, А/мм	Время электролиза, с
1,4	1,2	0,05	50–100	$4 \cdot 10^{-9}$ – $8 \cdot 10^{-7}$	10–180

Проводят предварительное накопление и регистрацию вольтамперограмм анализируемой пробы с введенными добавками АС цинка, кадмия, свинца и меди три-четыре раза в тех же условиях, что и анализируемой пробы.

Измеряют высоты анодных пиков элементов в пробе с добавкой АС каждого определяемого элемента.

Эксперимент по определению свинца, кадмия, цинка, меди инверсионно-вольтамперометрическим методом проводился в следующих пробах пищевой продукции: масло сливочное (ООО «Молочный дом» г.Курск) и пельмени «Особые» (ООО «Производственная Компания «Мириталь», Московская область).

По окончании измерений были получены вольтамперограммы содержания в каждой из анализируемой проб свинца, кадмия, цинка, меди в виде графического изображения.

На рисунках 1, 2 представлены вольтамперограммы содержания токсичных элементов (свинца, кадмия, меди, цинка) в исследуемых образцах пищевых продуктов.

В соответствии с показаниями инверсионно-вольтамперометрического анализатора «ТА-07» получены концентрации исследуемых элементов, которые сведены в таблицу 2.

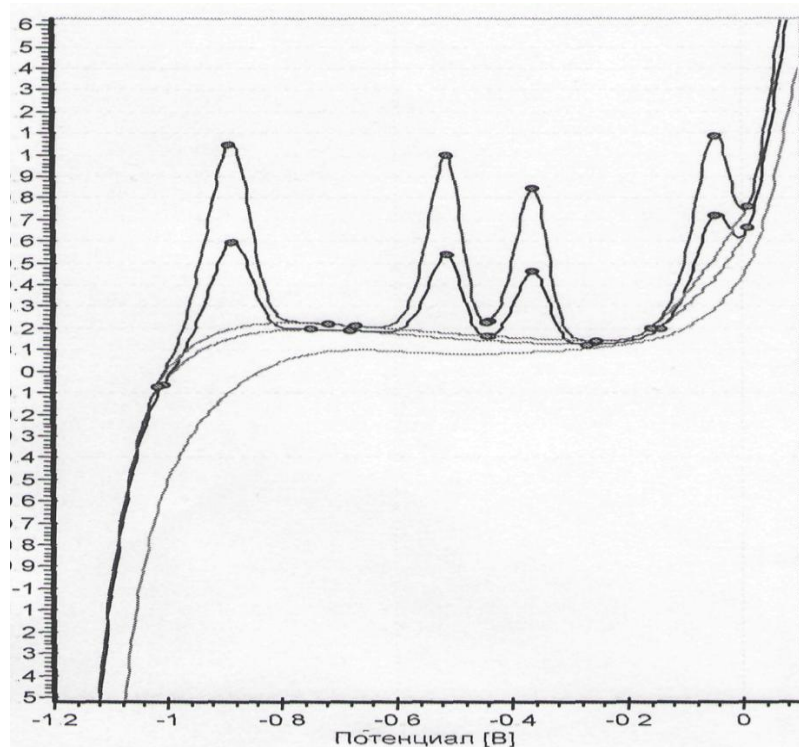


Рис. 1. Вольтамперограмма содержания токсичных элементов (свинца, кадмия, меди, цинка) в образце сливочного масла

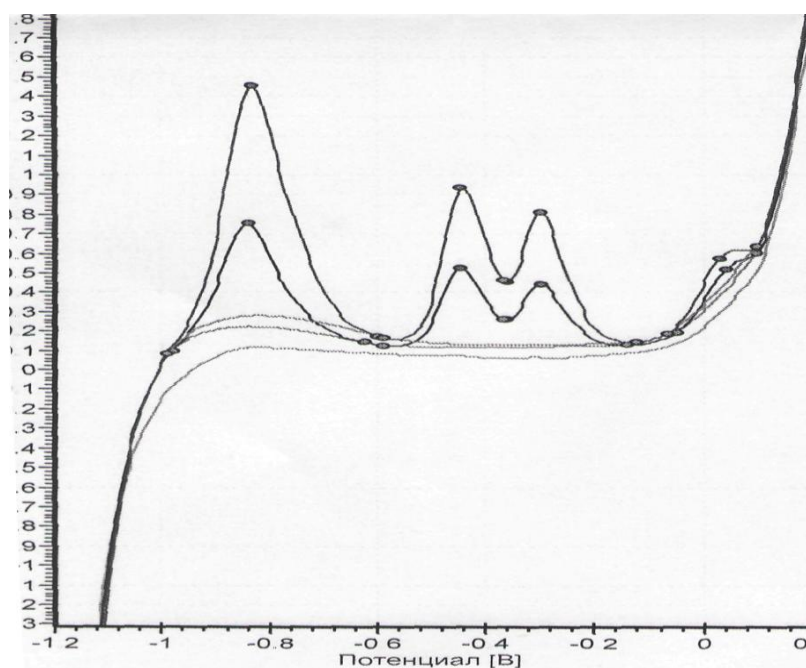


Рис. 2. Вольтамперограмма содержания токсичных элементов (свинца, кадмия, меди, цинка) в образце пельменей «Особые»

Таблица 2

Результаты исследования по определению токсичных элементов  
инверсионно-вольтамперометрическим методом

Образец	Обнаруженные концентрации, мг/кг			
	свинца	кадмия	цинка	меди
Масло сливочное	0,0005	0,0001	0,0005	0,0002
Пельмени «Особые»	0,0009	0,0001	0,0009	0,0002

В результате проведенных исследований по определению токсичных элементов в образцах пищевой продукции были получены конкретные значения массовых концентраций по каждому из элементов, проведена оценка полученных результатов с предельно допустимыми концентрациями, установленными в СанПиН 2.3.2.1078-01 [2]. По содержанию цинка и меди не установлены значения предельно допустимых концентраций. Таким образом, при экспериментальных исследованиях обнаружены содержания ненормируемых элементов, наличие которых является следствием неустраняемых процессов загрязнения продовольственного сырья в процессе переработки и на этапах изготовления пищевых продуктов.

1. ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). М.: Изд-во стандартов, 1999. 21 с.

2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Роспотребнадзор, 2008. 144 с.

G.W. Bourih  
*Southwestern State University, Kursk*

S. W. Shevtsova  
*Center of hygiene and epidemiology in the Kursk region, Kursk*

# **DETERMINATION OF LEAD, CADMIUM, ZINC AND COPPER IN THE FOOD BY INVERSION-VOLTAMMETER METRIC METHOD**

*This article is devoted to the study of content of toxic elements in certain food products by the method of the inverse-voltammeter.*

**Keywords:** *inverse-voltammeter metric method, toxic elements, definition of the contents of, food products.*

*Научное издание*

# ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Сборник научных статей  
по материалам III Международной  
научно-практической конференции

22 декабря 2011 г.

Редактор *О.А. Петрова*  
Компьютерная верстка и макет *О.А. Леоновой*

Подписано в печать 27.11.11. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 20,8. Уч.-изд. л. 20,1. Тираж 140 экз. Заказ .  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.  
Отпечатано в ЮЗГУ.



