

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ассоциация «Объединенный университет им. В.И. Вернадского»  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тамбовский государственный технический университет»  
Научно-образовательный центр ТГТУ-ТамбовНИИХИ  
(ОАО «Корпорация «Росхимзащита»)  
Научно-образовательный центр ТГТУ-ИСМАН РАН (Черноголовка)

**ХII НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ТГТУ**  
**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ,**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

*Сборник трудов*

*25 – 26 апреля 2007 года*



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2007

УДК 378:061.3  
ББК Я54  
Ф947

**Редакционная коллегия:**

С.И. Дворецкий – *председатель*, В.Е. Галыгин – *зам. председателя*, Ю.В. Воробьев, О.С. Дмитриев, А.Б. Килимник, Г.М. Куликов,  
В.В. Леденев, Ю.Л. Муромцев, С.В. Пономарев, Н.П. Пучков,  
В.Н. Чернышов, Н.Н. Мочалин, М.А. Евсейчева

Ф947    Фундаментальные и прикладные исследования, инновационные технологии, профессиональное образование: сб. трудов XII науч. конф. ТГТУ / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2007. – 224 с. – 100 экз. – ISBN 5-8265-0584-2 (978-5-8265-0584-7).

Представлены статьи по научным исследованиям преподавателей, научных сотрудников, докторантов и аспирантов, выполненным в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и образовательной системы Российской Федерации.

Предназначен для преподавателей, научных сотрудников, докторантов и аспирантов, промышленников и предпринимателей, банкиров и финансистов.

УДК 378:061.3  
ББК Я54

ISBN 5-8265-0584-2  
(978-5-8265-0584-7)

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2007

Научное издание

ХII НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ТГТУ

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ,  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Сборник трудов

Редактор О.М. Ярцева

Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынова

Подписано в печать 28.03.2007.

Формат 60×84/16. 13,02 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 239

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

*С.И. Дворецкий, В.Ф. Калинин, В.Е. Галыгин*

### НАУЧНЫЕ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ТГТУ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Тамбовский государственный технический университет является ведущим в Тамбовской области вузом, способным в комплексе решать задачи промышленного, агропромышленного, энергетического, строительного, природоохранного и других сегментов региональной экономики и оказывать целенаправленные воздействия на политику социально-экономического развития региона через подготовку инженерных кадров, участие в работе профильных комитетов исполнительных органов власти, институциональные преобразования и через внедрение собственных оригинальных научных разработок в реальный сектор экономики и сферу услуг Тамбовской области.

Разработки ученых университета отмечены двумя премиями Правительства Российской Федерации в области образования и двумя Государственными премиями за выдающиеся работы в области науки и техники (для молодых ученых). Сотрудниками ТГТУ совместно с заводскими специалистами ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» запущен первый в России опытно-промышленный реактор по производству углеродных наноматериалов производительностью ~ 3 т/год, защищенный четырьмя патентами РФ. В Научно-образовательном центре «ТГТУ – ОАО «Корпорация «Росхимзащита» на основе совместно проводимых исследований по созданию регенеративных продуктов на матрице разработано новое поколение систем жизнеобеспечения и средств защиты людей в чрезвычайных ситуациях, превосходящих зарубежные аналоги. Во втором туре конкурса инновационных вузов 2007 г. ТГТУ вошел в список 71 вуза – финалистов конкурса инновационных образовательных программ.

#### **Основные научные направления, развиваемые в ТГТУ:**

- Информационно-телекоммуникационные системы (технологии распределенных вычислений и систем; технологии производства программного обеспечения; программные комплексы дистанционного обучения).
- Индустрия наносистем и материалов (технологии углеродных наноматериалов, полимеров и композитов; новые химические технологии – твердофазные, электрохимические и мембранные).
- Живые системы (технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности населения; технологии производства, переработки с/х сырья и получения продуктов питания).
- Рациональное природопользование (управление природопромышленными системами; технологии мониторинга).
- Энергетика и энергосбережение (технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии; технологии управления тепловыми потоками в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ); проектирование энергосберегающего оборудования).

Плановые задания 2006 г. по тематике и объему учебно-научно-производственного комплекса ТГТУ выполнены в полном объеме. Объем научных исследований и услуг научно-технического и производственного характера составил 57 864,2 тыс. р., в том числе за счет средств Заказчика по хозяйственным договорам – 28 459,1 тыс. р., за счет средств Федерального бюджета – 26 788,0 тыс. р., за счет средств местных бюджетов – 662,6 тыс. р., за счет средств зарубежных контрактов – 885,9 тыс. р., за счет собственных средств – 1068,6 тыс. р. При этом объем хоздоговорных НИР уменьшился на 9,6 % по сравнению с объемом 2005 г., а объем госбюджетных НИР увеличился на 75 %.

В 2006 г. выполнялось 217 тем, в том числе 193 хоздоговорных и 24 госбюджетных. Число НИР, выполняемых по Федеральным целевым программам за счет средств федерального бюджета, составило 35 тем, в том числе по программам: ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» – 5 тем, аналитическая ведомственная целевая программа «Развитие научного потенциала высшей школы» – 5 тем, «Развитие образования» – 1 тема, НТП Минэкономки РФ – 1 тема, гранты РФФИ и РГНФ – 11 проектов; по заданию Минобрнауки РФ – 2 темы. По международным контрактам выполнялось 2 темы.

Материально-техническая база университета в денежном выражении составляет 457 998,2 тыс. р., в том числе машин и оборудования – 151 722,09 тыс. р. или 33,1 % от общей стоимости основных фондов. В течение 2006 г. МТБ университета увеличилась на 9354,2 тыс. р. или 6,6 %.

Объем охранный тематики в секторе научных исследований и разработок ТГТУ в 2006 г. составил 53,5 % (5929,5 тыс. р.) от общего объема НИР, выполненных в области естественных и технических наук. На уровне изобретений выполнено 51,1 % тем, подано 28 заявок на изобретения, в том числе 10 на регистрацию программных продуктов, получено 27 патентов и 10 свидетельств на регистрацию программных продуктов.

Сотрудниками университета в 2006 г. защищено 9 докторских и 52 кандидатских диссертаций. Опубликовано 35 монографий, 190 учебников и учебных пособий, 876 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях. В 2006 г. было издано 4 номера журнала «Вестник ТГТУ», 4 номера журнала «Вопросы современной науки и практики», 22 сборника научных трудов, в том числе 7 сборников трудов молодых ученых, аспирантов и студентов.

В ТГТУ проведены 19 научных и научно-технических мероприятий международного, всероссийского и регионального уровней. Ученые университета приняли участие в работе 123 научных, научно-технических и практических симпозиумах, конгрессах, конференциях и семинарах.

В 2006 г. в НИРС приняло участие 3312 студентов, что составляет 50 % от общего числа студентов, обучающихся на дневном отделении. В выполнении хоздоговорных и госбюджетных НИР приняли участие 512 студентов (7,7 %), в том числе с оплатой – 209 студентов (3,2 %). Студенты-исследователи приняли участие в работе 24 научных конференций (сделано 512 докладов) и 26 всероссийских конкурсах. Тридцать три студента ТГТУ являются именными стипендиатами, в том числе Президента РФ, Правительства РФ, областных стипендий им. Лачина, Колмогорова, Державина и др.

## 1. Распределение работников высшей научной квалификации университета по отраслям наук в 2006 г.

Отрасль науки	Численность	
	докторов наук	кандидатов наук
Всего, в том числе:	81	436
физико-математические	2	10
химические	2	9
технические	53	266
экономические	8	47
филологические	5	40
педагогические	5	32
исторические	5	21
другие	1	11

ТГТУ стал системообразующим вузом ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского», включающей Мичуринский государственный агроуниверситет, Воронежскую государственную технологическую академию и ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов. В ассоциации осуществляется масштабное развитие научной, методической и материальной базы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области разработки и внедрения экологически безопасных ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов питания в рамках приоритетного национального проекта «Развитие АПК».

В инновационной образовательной программе ТГТУ реализуется инструмент отношений нового типа между образованием, наукой, государством и бизнесом: государственно-частное партнерство, где задача образования и науки – это новые разработки, миссия государства – комфортные условия, а роль бизнеса – материализация разработок. Программа реализуется в форме проектов, представляющих собой комплекс взаимоувязанных по ресурсам, исполнителям и срокам мероприятий, направленный на получение экономического эффекта, имеющего значение как для экономики региона в целом, так и для решения наиболее актуальных задач в социальной сфере и, в первую очередь, задач, связанных с повышением качества жизни населения. В рамках каждого проекта реализуется цикл работ от фундаментальных исследований, прикладных разработок, создания перспективного инновационного продукта до освоения промышленного производства новой высокотехнологичной продукции и начала ее успешной реализации на рынке.

Инновационная образовательная программа ТГТУ системно согласована со Стратегией социально-экономического развития Тамбовской области до 2015 г. На основе проведенного анализа нами выявлены ключевые сегменты региональной экономики и выработаны образовательные и научные программы подготовки кадров для региональной инновационной экономики устойчивого развития. Структурообразующими функциональными элементами инновационной образовательной программы ТГТУ являются следующие блоки мероприятий:

Блок А – разработка и реализация образовательной, информационной и международной программ, направленных на создание и развитие инновационных образовательных технологий и интеграцию в международное образовательное сообщество.

Блок Б – разработка и реализация технологической, энергетической и агроэкологической программ, посвященных подготовке инженерных и научных кадров по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Блок В – разработка и реализация институциональной программы, нацеленной на создание Инновационного консорциума непрерывного образования, науки и высоких технологий на базе ТГТУ.

1Б. Технологическая программа «Новые химические технологии в производстве стратегических и перспективных композиционных материалов, в том числе наноматериалов» (рис. 1). Руководитель Программы – проректор по научной работе ТГТУ С.И. Дворецкий.

Цель реализации Технологической программы – развитие научной, методической и материальной базы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалов», разработка новых химических технологий (самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, каталитического пиролиза, экологически чистых электрохимических процессов, электромембранного разделения) в производстве стратегических и перспективных композиционных материалов с контролируемой структурой и свойствами, углеродных наноструктурированных материалов, регенеративных продуктов с повышенным ресурсом действия и нового поколения систем жизнеобеспечения.

### Задачи, реализуемые в рамках Технологической программы:

1. Формирование инновационной образовательной системы, обеспечивающей реализацию непрерывного образовательного цикла (подготовки, переподготовки, аттестации специалистов) по:

- новым направлениям, таким, как нанотехнологии, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, каталитический пиролиз, экологически чистые электрохимические процессы, технологии электромембранного разделения;
- новым специальностям, таким, как технологии получения и использования наноструктурированных материалов и покрытий; метрологическое обеспечение нанотехнологий (наноизмерения); нанотехнологии в машино- и приборостроении; технологии создания нанопористых и композиционных сорбирующих материалов; твердофазные химические технологии получения разнообразных металлических и неметаллических сплавов, сополимеров несовместимых мономеров, полимерных и керамических изделий; технологии создания и обработки композиционных материалов, полимеров и эластомеров, техно-

логии создания мембран и каталитических систем; технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов, технологии снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф;



**Рис. 1. Структура Технологической программы**

- новым учебным дисциплинам, таким, как технологии и оборудование производства наноструктурированных материалов; математическое моделирование и оптимизация аппаратурно-технологического оформления производства наноматериалов; технологии и оборудование для нанесения тонкопленочных наноструктурированных покрытий; технологии и инструментальные средства наноизмерений; теоретические основы технологии высокодисперсных и пористых тел; физико-химические основы процессов сорбционной техники; химия и технология адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода; конструирование и технологии автономных дыхательных аппаратов; математическое моделирование и оптимизация аппаратурно-технологического оформления производства регенеративных продуктов; моделирование и управление процессами и системами регенерации воздуха; экологически чистые и ресурсосберегающие технологические процессы твердофазной технологии; теоретические основы структурообразования и высокотемпературного деформирования органических и неорганических материалов; твердофазные химические технологии полимеров и композитов; математическое моделирование СВС-процессов и твердофазной экструзии.

2. Формирование научно-исследовательской и научно-производственной технологической базы, обеспечивающей подготовку, переподготовку и сертификацию специалистов на основе непосредственного участия обучающихся в выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по основным научным направлениям.

2Б. Энергетическая программа «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии» (рис. 2). Руководитель Программы – первый проректор ТГТУ В.Ф. Калинин.



**Рис. 2. Структура энергетической программы**

Цель реализации Энергетической программы – развитие научной, методической и материальной базы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов по приоритетному направлению «Энергетика и энергосбережение» для промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Энергетическая программа реализуется в форме научно-образовательной системы, включающей:

- создание при Тамбовском государственном техническом университете учебно-демонстрационного центра по производству и использованию в коммунальной и промышленной энергетике региона и России в целом денсифицированного биотоплива из отходов сельского хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности с целью обоснованного перевода теплоэнергетических предприятий с угля, жидкого топлива и природного газа на биотопливо;

- развитие некоммерческого партнерства в виде инновационно-образовательный центра в составе ТГТУ – ОАО «Тамбовский завод «Октябрь» – ОАО ТНИИР «Эфир» – ОАО завод «Ревтруд» и другие для проведения учебных, учебно-экспериментальных, учебно-исследовательских, учебно-технологических, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по новым технологиям в области энергосбережения и развития электронной промышленности, включающие имеющиеся и вновь создаваемые в ТГТУ научно-образовательные лаборатории: «Энергосберегающее управление тепловыми аппаратами и машинами с электроприводами», учебно-научный центр коллективного пользования по автоматизированному проектированию интеллектуальных контроллеров для управления динамическими режимами энергоемких объектов;

- разработку комплекса научно-методического и организационно-методического обеспечения (программы обучения, учебные планы, программы учебно-исследовательских работ, стажировок и практик, компьютерные тренажеры и электронные учебники, программно-алгоритмическое обеспечение для реализации обучения и научных исследований в режиме удаленного доступа и т.д.) непрерывного образовательного цикла (подготовки, переподготовки, аттестации специалистов) в области новых технологий энергосбережения и радиоэлектроники.

ЗБ. Агроэкологическая программа «Технологии экологически безопасного ресурсосберегающего производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов питания» (рис. 3). Руководитель Программы – исполнительный директор ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» канд. техн. наук, доцент А.В. Майстренко.

Цель реализации Агроэкологической программы – развитие научной, методической и материальной базы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области разработки и внедрения экологически безопасных ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов питания в рамках приоритетного национального проекта «Развитие АПК».

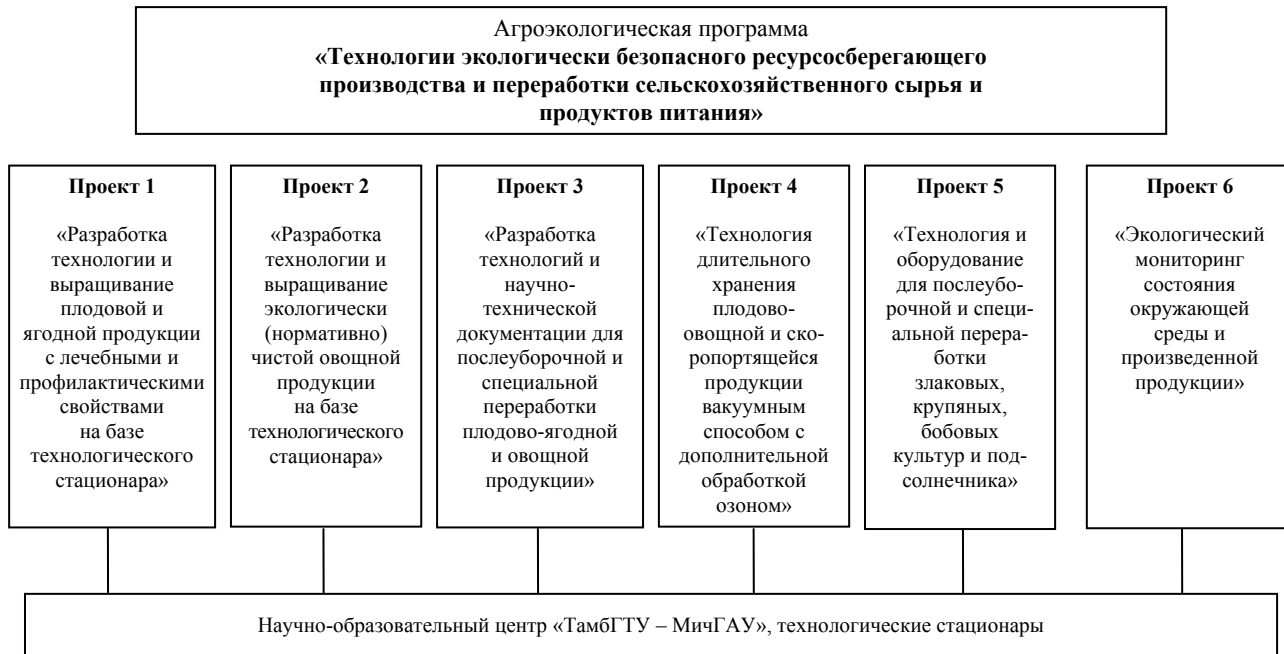
Реализация Агроэкологической программы позволит использовать в технологических процессах сельскохозяйственного производства новейшие разработки в области экологически безопасных ресурсосберегающих технологий, систематизировать рынок органических продуктов функционального назначения, существенно расширить применение новых технологий для производства, переработки и хранения плодоовощного сырья и продукции, в перспективе удовлетворить потребности населения в продуктах с повышенным содержанием БАВ и обладающих лечебными и профилактическими свойствами.

Создание и использование в образовательном и научно-производственном процессах новых учебно-научных лабораторий и стационаров будут способствовать формированию нового сегмента рынка образовательных услуг и распространению

новейших технологий производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, что обеспечит потребности населения в экологически чистой плодоовощной продукции.

Инновационная образовательная программа ТГТУ посвящена проблеме устойчивого социально-экономического развития регионов России на основе использования инновационных подходов в образовании, науке и предпринимательстве с участием государства, бизнеса и финансовых структур.

Реализация данной Программы позволит обеспечить достижение целей и решение поставленных задач, в том числе повышение качества подготовки специалистов и их конкурентоспособности за счет новых компетенций. ТГТУ сможет произвести своевременную модернизацию учебно-лабораторного оборудования, породить «точки роста» в виде уникальных научно-исследовательских лабораторий и технопарков по прорывным направлениям науки, техники и технологий, перейти к качественно новому уровню повышения квалификации преподавателей и сотрудников. Таким образом, инновационная образовательная программа ТГТУ в принципе изменяет состояние университета и его позиционирование на федеральном уровне.



**Рис. 3. Структура агроэкологической программы**



В.И. Фомин

**О МАЛОМ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕМ ВОЗМУЩЕНИИ  
ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ  
УРАВНЕНИЙ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Ниже предлагается обзор результатов по тематике из названия данной статьи, полученных автором после работ [1, 2], вошедших в кандидатскую диссертацию [3] и работы [4].

Рассмотрим, например, вырождающееся уравнение

$$\varphi(t)x'(t) = Ax(t) + f(t), \quad 0 < t < \infty, \quad (1)$$

где  $x(t)$  – искомая функция со значениями в банаховом пространстве  $E$ ;  $A \in N(E)$ ;  $N(E)$  – множество замкнутых неограниченных линейных операторов, действующих из  $E$  в  $E$ , с плотными в  $E$  областями определения;  $f(t) \in C([0, \infty); E)$ ;  $\varphi(t) \in C((0, \infty); (0, \infty))$ ;  $\varphi(+0) = 0$ .

То обстоятельство, что в (1) исключается значение  $t = 0$ , объясняется следующими причинами:

- а) решение уравнения (1) может быть неограниченным при  $t \rightarrow +0$ ;
- б) в случае ограниченности решения уравнения (1) при  $t \rightarrow +0$  его производная может быть неограниченной при  $t \rightarrow +0$ .

Например, в скалярном случае решение  $x(t) = 1 + \frac{1}{t}$  уравнения  $tx'(t) = -x(t) + 1$  не ограничено при  $t \rightarrow +0$ ; решение  $x(t) = \sqrt{t}$  уравнения  $\sqrt{t}x'(t) = x(t) - \sqrt{t} + 0,5$  ограничено при  $t \rightarrow +0$ , но его производная  $x'(t) = \frac{1}{2\sqrt{t}}$  не ограничена при  $t \rightarrow +0$ .

Метод малых стабилизирующих возмущений состоит в следующем.

1. Рассматривается стабилизирующее, т.е. устраняющее вырожденность, возмущение уравнения (1) малым положительным параметром  $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0]$ ,  $\varepsilon_0 = \text{const}$ ,  $\varepsilon_0 > 0$ . Возмущенное уравнение можно рассматривать уже для  $0 \leq t < \infty$  и ставить для него задачу Коши:

$$\varphi(t + \varepsilon)x'_\varepsilon(t) = Ax_\varepsilon(t) + f(t), \quad 0 \leq t < \infty, \quad (2)$$

$$x_\varepsilon(0) = x_{\varepsilon,0}. \quad (3)$$

2. Выясняются условия, при которых задача (2), (3) разрешима и находится ее решение. Для этого задача (2), (3) с помощью замены переменной сводится к классической задаче Коши для линейного дифференциального уравнения первого порядка.

3. Находятся условия, при которых существует

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} x_\varepsilon(t) = x_0(t), \quad 0 < t < \infty.$$

4. Выясняются условия, при которых предельная функция  $x_0(t)$  является решением уравнения (1).

Следует отметить, что, хотя уравнение (2) при  $\varepsilon \rightarrow 0$  переходит в уравнение (1), природа поведения решений уравнения (2) при  $\varepsilon \rightarrow 0$  может быть различной.

Например, в скалярном случае решение

$$x_\varepsilon(t) = -\frac{1}{a} + \left(\frac{t + \varepsilon}{\varepsilon}\right)^a \left(x_{\varepsilon,0} + \frac{1}{a}\right) \quad (4)$$

возмущенного уравнения  $(t + \varepsilon)x'_\varepsilon(t) = ax_\varepsilon(t) + 1$ ,  $0 \leq t < \infty$ , с начальным условием  $x_\varepsilon(0) = x_{\varepsilon,0}$ ,  $x_{\varepsilon,0} \neq -\frac{1}{a}$ , в случае  $a < 0$  сходится при  $\varepsilon \rightarrow 0$  к стационарному решению  $x_0(t) = -\frac{1}{a}$  предельного ( $\varepsilon = 0$ ) уравнения  $tx'(t) = ax(t) + 1$ ,  $0 < t < \infty$ ; в случае  $a > 0$  решение (4) при каждом фиксированном  $t > 0$  неограничено при  $\varepsilon \rightarrow 0$ .

Поставленная выше задача решена для  $\varphi(t) = t^\alpha$ ,  $\alpha \in R$ ,  $\alpha \geq 1$ , в [5]; для  $\varphi(t)$ , удовлетворяющей условию  $\lim_{t \rightarrow 0} [\varphi(t)/t^\alpha] = k$ , где  $\alpha \in R$ ,  $\alpha \geq 1$ ,  $k = \text{const}$ ,  $k > 0$ , в [8]; для  $\varphi(t)$ , отвечающей требованию  $\lim_{t \rightarrow 0} \int_0^1 (1/\varphi(\tau)) d\tau = 0$ , в [11].

Далее рассматривается вырождающееся уравнение вида

$$t^2 x''(t) + tAx'(t) + Bx(t) = f(t), \quad 0 < t < \infty,$$

где  $f(t) \in C([0, \infty); E)$ ; и соответствующая задача Коши для возмущенного уравнения:

$$(t + \varepsilon)^2 x_\varepsilon''(t) + (t + \varepsilon)Ax_\varepsilon'(t) + Bx_\varepsilon(t) = f(t), \quad 0 \leq t < \infty,$$

$$x_\varepsilon(0) = x_{\varepsilon,0}, \quad x_\varepsilon'(0) = x'_{\varepsilon,0},$$

сводящаяся с помощью замены переменной к классической задаче Коши для линейного дифференциального уравнения второго порядка.

Решение классической задачи Коши для линейного дифференциального уравнения второго порядка построено для случая ограниченных операторных коэффициентов в [7, 9]; для случая неограниченных операторных коэффициентов в [10].

Поставленная выше задача решена в [6], [12] для случая  $A, B \in L(E)$ , где  $L(E)$  – банахова алгебра ограниченных линейных операторов, действующих из  $E$  в  $E$ ; в [13] для случая  $A, B \in N(E)$  (соответствующая статья находится в печати).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин, В.И. Сингулярное дифференциальное уравнение с малым параметром в случае переменного ограниченного операторного коэффициента / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 1989. – Т. 25, № 8. – С. 1350 – 1354.
2. Фомин, В.И. Малые возмущения сингулярного дифференциального уравнения с постоянным неограниченным операторным коэффициентом / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 1989. – Т. 25, № 9. – С. 1629–1630.
3. Фомин, В.И. Малые возмущения сингулярных дифференциальных уравнений в банаховом пространстве : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / В.И. Фомин. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1989.
4. Крейн, С.Г. Малые возмущения сингулярных дифференциальных уравнений с неограниченными операторными коэффициентами / С.Г. Крейн, В.И. Фомин // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 314, № 1. – С. 77 – 79.
5. Фомин, В.И. Метод малых регулярных возмущений при исследовании сингулярных дифференциальных уравнений в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 1999. – Т. 35, № 12. – С. 1712.
6. Фомин, В.И. Малые стабилизирующие возмущения векторного уравнения Эйлера второго порядка с ограниченными операторными коэффициентами / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2000. – Т. 36, № 11. – С. 1568–1569.
7. Фомин, В.И. О решении задачи Коши для линейного дифференциального уравнения второго порядка в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2002. – Т. 38, № 8. – С. 1140–1141.
8. Фомин, В.И. О малом стабилизирующем возмущении сингулярного дифференциального уравнения с постоянным оператором и вырождающимся коэффициентом общего вида / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 183 – 190.
9. Фомин, В.И. Об общем решении линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка с постоянными ограниченными операторными коэффициентами в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2005. – Т. 41, № 5. – С. 656 – 660.
10. Фомин, В.И. О решении задачи Коши для линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными неограниченными операторными коэффициентами в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2005. – Т. 41, № 8. – С. 1130 – 1133.
11. Фомин, В.И. О слабо вырождающемся линейном дифференциальном уравнении первого порядка в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2005. – Т. 41, № 10. – С. 1433 – 1435.
12. Фомин, В.И. Об уравнении Эйлера второго порядка с ограниченными операторными коэффициентами в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Дифференциальные уравнения. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 483 – 488.
13. Фомин, В.И. О векторном уравнении Эйлера второго порядка в банаховом пространстве / В.И. Фомин // Современные методы теории краевых задач : Воронеж. весенняя мат. школа. – Воронеж, 2003. – С. 142.

*ТГТУ, кафедра «Прикладная математика и механика»*

*Г.С. Баронин<sup>1</sup>, А.М. Столин<sup>2</sup>, Д.О. Завражин<sup>1</sup>,  
Ю.В. Канищева<sup>1</sup>, А.Ю. Крутов<sup>1</sup>*

#### **СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АБС И СВМПЭ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЖИДКО- И ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ\***

Настоящая работа посвящена структурно-механическим исследованиям композитов на основе АБС-сополимера и сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), полученных твердофазной экструзией (ТФЭ) в сравнении с материалом, переработанным методами жидкофазной экструзии (ЖФЭ) (традиционный метод).

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках аналитической ведомственной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код РНП. 2. 2. 1. 1. 5355.

Твердофазная технология – это новый и перспективный технологический метод переработки широкого класса материалов, в том числе – полимеров. Твердофазная технология относится к энергосберегающим технологиям XXI в. и позволяет решить общую фундаментальную задачу по созданию новых композиционных материалов и изделий с улучшенными физико-механическими свойствами и широким классом применения в промышленности.

В настоящей работе рассматриваются важные вопросы установления взаимосвязи между показателями твердофазной технологии материала, физико-механическими характеристиками материала, прошедшего обработку давлением в режиме ТФЭ и особенностями структуры полимера.

Модифицирующими добавками АБС-сополимера и СВМПЭ являются TiB<sub>2</sub> и TiC производства Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, г. Черноголовка, дивинилстирольный сополимер ДСТ, углеродный наноматериал УНМ производства ИТЦ машиностроения, г. Тамбов. Исследования структурно-релаксационных свойств полимерных композитов проводили методом термомеханической спектроскопии (ТМС) Института проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, и методом линейной дилатометрии. Прочностные показатели композитов после ЖФЭ и ТФЭ в условиях срезающих напряжений определяли при скорости приложения нагрузки на разрывной машине, равной 50 мм/мин.

Величину деформационной теплостойкости и уровня остаточных напряжений в материале после ТФЭ оценивали в режиме изометрического нагрева на установке с аналогово-цифровым преобразователем АЦП-270 и ПЭВМ.

Полученные экспериментальные результаты по твердофазной технологии объясняются структурными изменениями полимера, прошедшего обработку давлением в твердой фазе на основе данных ТМС. Проведенные исследования ТМС АБС – композитов показали, что после ТФЭ полимера происходит полная трансформация изотропной структуры в анизотропную с изменением степени кристалличности, массово-молекулярного распределения, увеличением кристаллического блока и распадом межузловых цепей полимера. Увеличение доли кристаллического блока с 0,20 в исходном АБС до 0,77 в полимере после обработки в режиме ТФЭ за счет распавшихся цепей свидетельствует о процессах ориентационной кристаллизации при обработке полимера давлением в твердой фазе (табл. 1).

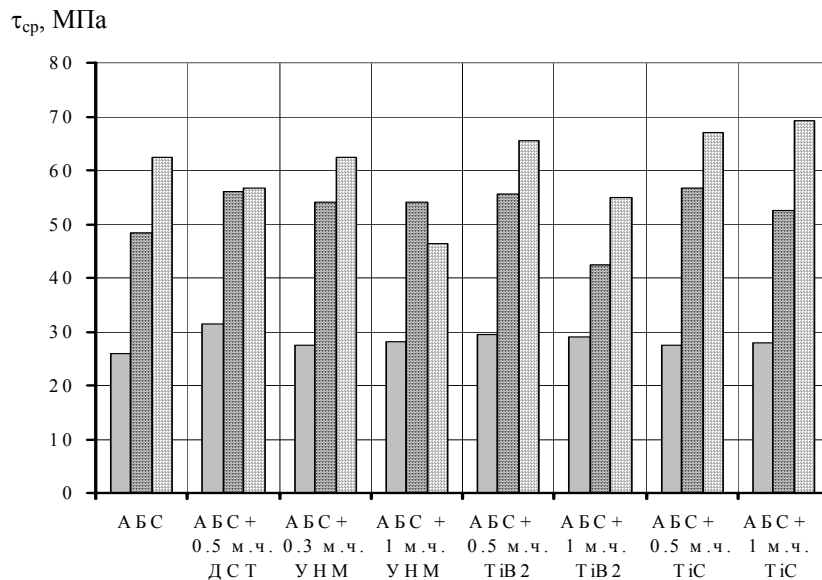
Данные дилатометрических исследований позволяют определить не только температуры фазовых переходов ( $T_{пл}$ ,  $T'_{пл}$ ,  $T''_{пл}$ ), но и температуры структурных переходов ( $T_1$ ,  $T_2$ ), в том числе ближайшую к  $T_{пл}$ , которая является оптимальной температурой переработки термопластов в твердой фазе.

**1. Молекулярно-релаксационные и количественные характеристики сополимера АБС после ЖФЭ и ТФЭ.  
Направление испытания  $\downarrow\downarrow$  ориентации векторов экстрезии**

Характеристики АБС	АБС после ЖФЭ	АБС после ТФЭ	
		Скорость выдавливания, мм/мин	
		2	100
<b>Аморфный блок-матрица</b>			
$T_c, ^\circ\text{C}$	-83	-60	0
$\alpha_1 \cdot 10^5, \text{град}^{-1}$	4,36	3,21	3,81
$\alpha_2 \cdot 10^5, \text{град}^{-1}$	18,6	12,2	15,4
$V_f$	0,081	0,052	0,066
$M_{сн} \cdot 10^{-3}$	64,5	143,2	297,9
$M_{св} \cdot 10^{-3}$	113,6	214,1	390,0
$K$	1,76	1,50	1,31
$\phi_a$	0,69	0,23	0,47
<b>Кристаллический блок-1 (узел разветвления)</b>			
$T_{пл}, ^\circ\text{C}$	119	–	–
$\alpha_{кл} \cdot 10^5, \text{град}^{-1}$	34,1	–	–
$M_k \cdot 10^{-3}$	35,5	–	–
$\phi_k$	0,11	0,0	0,0
<b>Кристаллический блок-2 (узел разветвления) Кластерный блок-узел разветвления</b>			
$T_{кл}, ^\circ\text{C}$	144	63	75
$\alpha_{кл} \cdot 10^5, \text{град}^{-1}$	43,9	219,8	228,6
$M_k \cdot 10^{-3}$	63,1	70,8	35,4
$\phi_k$	0,20	0,77	0,53
<b>Усредненная по блокам масса АБС</b>			
$M_n \cdot 10^{-3}$	58,9	80,1	60,4
$M_w \cdot 10^{-3}$	94,9	103,8	202,0
$K$	1,6	1,3	3,4

Как показывают дилатометрические исследования для чистого СВМПЭ и композитов с 0,5; 1; 1,5 м.ч. TiC, температура плавления их не меняется в данном диапазоне концентраций и составляет около 130 °С.

Для композита с 2 м.ч. TiC в СВМПЭ наблюдается резкое снижение температуры плавления материала, которая составляет 115 °С. При сравнительной оценке влияния модификатора TiC на температуру предплавления СВМПЭ  $T_1$  установлено, что малые добавки (0,5 – 1 м.ч.) несколько увеличивают температуру  $T_1$  на 8 – 15 °С. Для композита СВМПЭ + 2 м.ч. TiC температура  $T_1$  равна температуре предплавления исходного СВМПЭ. Последние экспериментальные факты свидетельствуют об экстремальном характере изменения структуры СВМПЭ при введении небольших количеств TiC. Отмеченные структурные изменения приводят к резкому повышению физико-механических показателей композитов, прошедших ТФЭ (рис. 1).

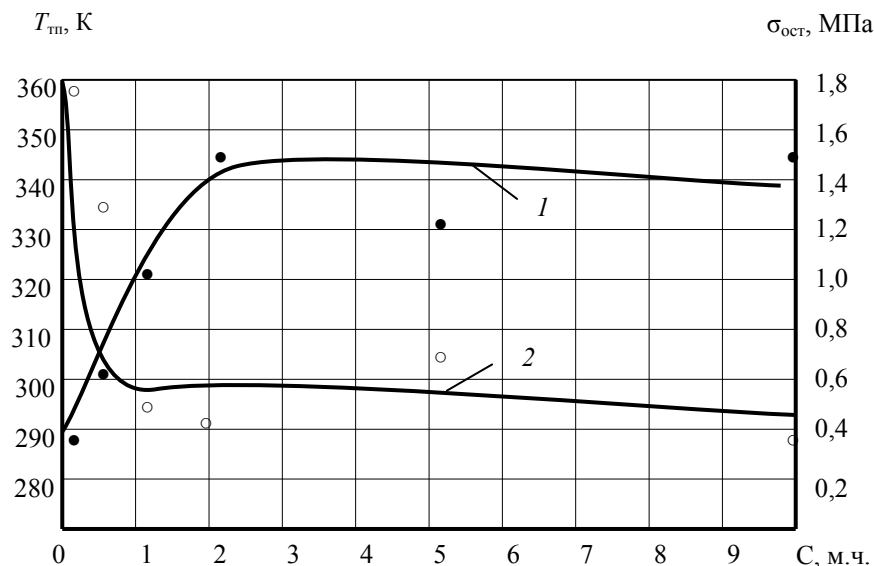


**Рис. 1. Диаграммы изменения разрушающего напряжения среза материалов на основе АБС-сополимера, полученных ЖФЭ (■) и ТФЭ при  $T_{\text{экс}} = 295 \text{ K}$  (▨) и  $359 \text{ K}$  (▩).  
Температура испытания –  $298 \text{ K}$**

Из рис. 1 следует, что наибольшее повышение прочности в условиях среза наблюдается после обработки АБС при повышенной температуре вблизи к  $T_{\text{пл}}$  ( $T_{\text{экс}} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$ ), по сравнению с ТФЭ при комнатной температуре ( $T_{\text{экс}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Последний факт свидетельствует о том, что процессы трансформации структуры и ориентационной кристаллизации полимера при ТФЭ протекают наиболее эффективно и на большую глубину при повышенных температурах.

На рис. 2, 3 представлены концентрационные зависимости величины деформационной теплостойкости и уровня остаточных напряжений в композитах на основе АБС и СВМПЭ, прошедших ТФЭ.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что обработка полимерных композитов в твердой фазе формирует структуру полимера с повышенной деформационной теплостойкостью и низким уровнем внутренних остаточных напряжений в материале. При этом отмечен экстремальный характер зависимости указанных эксплуатационных характеристик композита в области небольших количеств (до 2 м.ч.) модификатора TiC и TiB<sub>2</sub> в полимерной матрице.



**Рис. 2. Зависимость величины деформационной теплостойкости  $T_{\text{тп}}$  (1) и уровня остаточных напряжений  $\sigma_{\text{ост}}$  (2) образцов композиций АБС + TiB<sub>2</sub> от содержания TiB<sub>2</sub> в полимерной матрице, полученных ТФЭ при  $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$  и  $T_{\text{экс}} = 295 \text{ K}$**

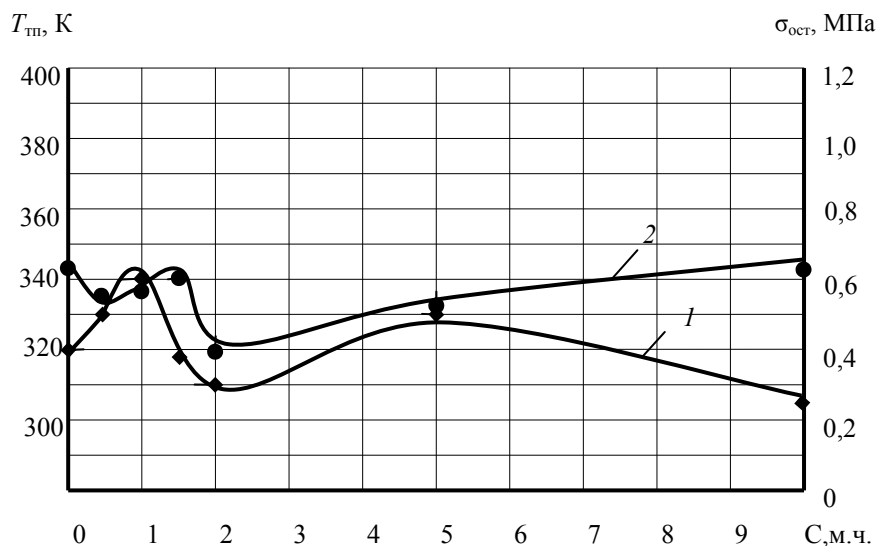


Рис. 3. Зависимость величины деформационной теплостойкости  $T_{тп}$  (1) и уровня остаточных напряжений  $\sigma_{ост}$  (2) образцов композиций

СВМПЭ + TiC от содержания TiC в полимерной матрице, полученных ТФЭ при  $\lambda = 2,52$  и  $T_{экс} = 295$  К

<sup>1</sup> ТГТУ, кафедра «Теория машин, механизмов и детали машин», г. Тамбов

<sup>2</sup> Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, г. Черноголовка

**Ю.В. Воробьев, А.Д. Ковергин, П.А. Галкин**

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОЙКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ, АППАРАТОВ И ТАРЫ**

При первичной очистке сельскохозяйственного сырья от загрязнений, а также при мойке оборудования животноводческих молочнотоварных ферм используются значительные объемы воды и других материально-технических средств. Снижение этих расходов, а также повышение эффективности моечного оборудования начинается с разработки соответствующей математической модели, которая должна обеспечивать оптимизацию конструкции и протекающих в ней процессов. Для анализа процесса удаления загрязнений шприцеванием предварительно представим взаимодействие деформируемого полупространства с шаровидной частицей водяной струи по схеме, показанной на рис. 1.

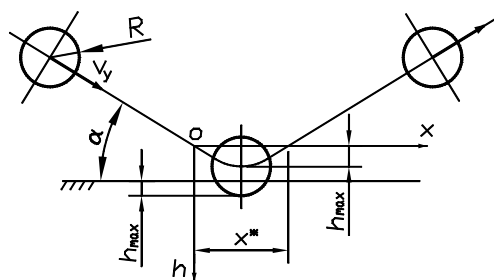


Рис. 1. Расчетная схема взаимодействия капли жидкости с деформируемым полупространством

Предположим, что ударное взаимодействие шаровидной частицы воды (капли) с деформируемым полупространством эквивалентно соответствующему взаимодействию твердой шаровидной частицы [1].

В качестве характеристики процесса мойки введем коэффициент эффективности  $K_3$ , представляющий отношение масс жидкости  $m_ж$  и удаленного слоя загрязнений  $m_c$

$$K_3 = \frac{m_c}{m_ж} = \frac{V\rho_c}{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_ж z}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем удаленного слоя загрязнений;  $\rho_c$  – плотность удаленного слоя загрязнений;  $R$  – радиус частицы в струе жидкости;  $\rho_ж$  – плотность жидкости;  $z$  – число капель жидкости, вызвавших удаление загрязнений.

После соответствующих преобразований для ударных и фрикционных взаимодействий можно представить зависимость (1) в более подробном виде для:

– упругого контакта

$$K_{э.у} = K_t \rho_c \rho_{ж}^{\frac{t}{5}} (\operatorname{ctg} \alpha - f) (v_y \sin \alpha)^{2+\frac{2}{5}t} \left( \frac{kf}{\sigma_0} \right)^t \left( \frac{4}{3\pi\theta} \right)^{\frac{4}{5}t-1}; \quad (2)$$

– пластического контакта

$$K_{э.п} = \frac{1,75 \rho_c \rho_{ж}^{\frac{3}{4}}}{e_0^2} \frac{1+kf}{1-kf} \left( \frac{v_y \sin \alpha}{\sqrt{c\sigma_T}} \right)^{\frac{7}{2}} (\operatorname{ctg} \alpha - f), \quad (3)$$

где  $\alpha$  – угол атаки;  $f$  – коэффициент трения между деформируемым слоем загрязнений и гидравлическим индентором;  $v_y$  – скорость соударения частицы жидкости с деформируемым слоем загрязнений;  $k$  – коэффициент восстановления (по Ньюто-ну);  $t$  – показатель кривой фрикционной усталости;  $\sigma_0$  – предел прочности для материала деформируемого слоя загрязнений;  $\theta$  – упругая постоянная материала для деформируемого слоя загрязнений;  $e_0$  – относительная деформация;  $c$  – коэффициент, учитывающий форму частицы жидкости;  $k'$  – коэффициент восстановления для пластического контакта;  $\sigma_T$  – предел текуче-

сти для удаляемого материала;  $K_t = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{\Gamma\left(\frac{t+5}{4}\right)}{\Gamma\left(\frac{t+7}{4}\right)}$ .

Зависимость (2) и (3) можно использовать в первом приближении для качественного анализа. Практическое применение их возможно после трудоемких аналитических и экспериментальных исследований. Поэтому целесообразно использовать математические модели [2], состоящие из дискретных нелинейных уравнений.

Разместим предлагаемую математическую модель проектирования для моечного оборудования в информационном пространстве  $G$ , которое ограничивается требованиями заказчика. В общем виде ее можно представить [2] системой уравнений

$$F(x) = 0; \quad f(x_1, \dots, x_m) = 0, \quad i = 1, \dots, m, \quad (4)$$

где  $x_i$  – переменные параметры проектирования;  $m$  – число параметров.

Решение системы (4) можно для нашего случая [2] представить равносильным минимизации функции

Число параметров  $m$  при проектировании моечных устройств изменяется в диапазоне от 60 до 80. Оптимизация конст-

$$\Psi(f_1(x_1, \dots, x_m), \dots, f_m(x_1, \dots, x_m)). \quad (5)$$

рукции при таком числе уравнений становится невозможной [2]. Поэтому для решения системы (5) целесообразно уменьшить число уравнений  $m$  до некоторого числа  $k = 2, \dots, 3$ , придавая им вид критериальных или целевых функций. Остальным уравнениям придадим вид вспомогательных или поддерживающих функций. Тогда решение системы (5) становится реальным при использовании численных методов и экспериментальных данных. Для получения экспериментальных данных на кафедре ТММ и ДМ ТГТУ разработана и смонтирована установка, которая может быть использована для испытаний различных тепло-гидравлических струйных режимов при создании и совершенствовании оборудования в промышленности и сельском хозяйстве.



**Рис. 2. Схема построения модели при проектировании моечного оборудования для предварительной обработки сельскохозяйственной продукции**

После обработки экспериментальных данных построение математической модели осуществляется по следующей схеме (рис. 2).

Математическая модель в соответствии со схемой содержит информацию, которая объединяется массивом  $G$  для выполнения исходных требований [3] к создаваемой конструкции: обеспечение чистоты поверхности объекта; минимизация расхода воды и энергии; малые массогабаритные показатели; сохранность сырья, оборудования и тары; надежность и простота обслуживания.

Тогда функцию (2) можно записать в следующем виде

$$\Psi(f_1(x_1, \dots, x_m), \dots, f_r(x_1, \dots, x_m)); \quad r < m, \quad (6)$$

где  $r$  – число критериальных уравнений.

В условиях первичной обработки сельскохозяйственного сырья требования к массогабаритным показателям и надежности не играют существенной роли при эксплуатации конструкций. Решающее значение приобретают требования к качеству сырья и экологии. Эти требования выполняются решением полученной системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} (pQ)^n N^q &= \text{const}; \\ N &\leq N_0; \\ p &= \gamma p_0 \end{aligned} \right\} \in G, \quad (7)$$

где  $p, Q$  – давление и объемный расход воды, соответственно;  $N$  – число взаимодействий между активными элементами мойки, которыми могут быть поверхности сырья, аппаратов, водяных капель, струй;  $N_0$  – число взаимодействий, обеспечивающее заданную чистоту поверхности;  $p_0$  – допускаемое давление воды;  $\gamma$  – коэффициент запаса;  $n$  и  $q$  – показатели степени.

Решение системы уравнений (7) основано на использовании численных методов [2] и нелинейном программировании дискретных зависимостей. При этом многоцелевая оптимизация и дискретизация [4] поддерживается экспериментальными данными. Полученное уточнение границ информационного пространства  $G$  расширяет возможности для создания эффективного моечного оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карагельский, И.В. Основы расчета на трение и износ / И.В. Карагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977.
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. – М. : Наука, 1975.
3. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов и др. ; под ред. В.А. Панфилова. – М. : Высшая школа, 2001. – Кн. 1.
4. Прагер, В. Основы теории оптимального проектирования конструкций / В. Прагер ; пер. с англ. под ред. Г.С. Шапиро. – М. : Мир, 1977.

*ГТТУ, кафедра «Теория механизмов машин и детали машин»*

**В.И. Галаев**

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ

Поведение упруговязких материалов при их обработке зависит от продолжительности, скорости нагружения и других факторов. Так, например, при строгании повышение скорости подачи кожевенного полуфабриката снижает качество его обработки, что не является следствием лишь изменения геометрических условий резания полуфабриката.

Колебания рабочих органов машин, предназначенных для обработки упруговязкого материала, оказывают на него динамическое воздействие и изменяют физико-механические характеристики материала. Эти характеристики зависят от амплитуды и частоты воздействия, т.е. режима нагружения, и отличаются от характеристик, полученных в статических условиях. Поэтому их значения условны, если они не связываются с характером усилий, вызывающих напряженно-деформированное состояние материала.

Поэтому при определении физико-механических характеристик материала необходимо указывать кинематические и динамические параметры вибрационного режима его нагружения. При быстром процессе нагружения материала должны учитываться скорости его деформаций и напряжений, так как при этом деформирование качественно отличается от деформирования при малых скоростях, а поэтому и физико-механические характеристики будут иными [1].

Рассматривается метод определения упруговязких характеристик материала, основанный на исследовании динамических свойств механической системы, находящейся под воздействием гармонического возмущения, одним из элементов которой является образец материала, работающий на сжатие. Использование амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик этой системы, которые могут быть установлены экспериментально, дает возможность для определения по ним величин реализуемых жесткости и вязкости материала.

При описании процесса деформирования сжатия образца материала принимается реологическая модель с линейно-упруговязкими элементами, описываемая дифференциальной зависимостью [2]:

$$\sigma = E(\omega, A) \varepsilon + \mu(\omega, A) \dot{\varepsilon}, \quad (1)$$

где  $E(\omega, A)$ ,  $\mu(\omega, A)$  – соответственно, модуль упругости и коэффициент вязкости, зависящие от частоты вибрационного процесса  $\omega$  и амплитуды  $A$  изменения деформации образца материала;  $\varepsilon$  – его относительная деформация сжатия;  $\sigma$  – напряжение в образце;  $\dot{\varepsilon}$  – скорость изменения деформации образца.

Представление о материале как об упруговязкой среде позволяет, используя теорию упруговязких деформируемых сред, отразить математически связь между напряжениями и деформациями. Зависимость (1) используется в практических приложениях при инженерных расчетах, а механическая модель дает качественно верную картину деформации упруговязких материалов.

Основными элементами расчетной динамической модели для определения упруговязких характеристик материала являются упругие элементы, обеспечивающие поджатие образца материала, который находится на вибростоле. Вибростол получает заданное движение от электродинамического вибратора. Образец материала взаимодействует с массой, обеспечивающей передачу на него вибрационной нагрузки.

Выбор формы образца, его размеров, а также режима нагружения диктуется соображениями обеспечения условий, имитирующих реальные условия его нагружения при обработке, и требованиями к проведению механических испытаний, которые заключаются в отборе образцов, комплектовке и контроле их качества.

Влияние сил демпфирования на величину амплитуды вынужденных колебаний проявляется в наибольшей степени вблизи резонансных режимов; они могут быть установлены более точно именно на этих режимах в сравнении с их определением на других, нерезонансных режимах. В связи с этим определялась предварительно резонансная частота исследуемой системы. Следует отметить, что в рассматриваемом случае определить коэффициент вязкости по ширине пика амплитудно-частотной характеристики системы при амплитуде колебаний, составляющей определенную часть от резонансной, не представляется возможным, так как получение соответствующей зависимости предполагает, что коэффициенты жесткости и вязкости упругой колебательной системы не зависят от частоты и амплитуды колебаний [2].

Аналитические и экспериментальные исследования рассматриваемой механической системы позволяют установить динамические упругие и демпфирующие свойства образца материала, реализуемые при его нагружении.

Целесообразность подобных исследований обусловлена задачами проектирования рабочих органов машин, назначением которых является обработка упруговязких материалов. При решении указанных задач должны учитываться свойства материала, что позволит реализовать режимы нагружения, обеспечивающие стабильность качества обработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колтунов, М.А. Ползучесть и релаксация / М.А. Колтунов. – М. : Высшая школа, 1976. – 277 с.
2. Коловский, М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем / М.З. Коловский. – М. : Наука, 1966. – 318 с.

*ТГТУ, кафедра «Теоретическая механика»*

*В.М. Дмитриев<sup>1</sup>, Г.С. Баронин<sup>2</sup>, М.С. Попов<sup>2</sup>,  
С.А. Иванов<sup>2</sup>, Д.Е. Кобзев<sup>2</sup>*

#### **ВЛИЯНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ СВОЙСТВ АБС-КОМПОЗИТОВ НА ПАРАМЕТРЫ ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ\***

Интенсивное развитие производства полимеров, разработка новых полимерных материалов (ПМ) на их основе, получение композиционных материалов в строительстве и т.д. требуют совершенствования и

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках аналитической ведомственной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код РНП. 2. 2. 1. 1. 5355.

оптимизации технологии их производства и переработки. Знание тепло- массопереносных характеристик позволяет не только рационально организовать производственный процесс ТФЭ (твердофазной экструзии), но и контролировать в ходе технологического процесса ТФЭ изменение других параметров перерабатываемых материалов. Обширный и постоянно растущий ассортимент ПМ обуславливает развитие методов определения тепло- массопереносных характеристик, предъявляя особые требования к повышению оперативности и информативности [1 – 4].

ПМ на протяжении всего технологического процесса изготовления контактируют с рядом низкомолекулярных соединений, которые необходимо удалять для обеспечения требуемого качества готовой продукции. Наиболее распространенным из них является вода. Особый интерес к проблеме взаимодействия полимеров и ПМ с водой вызван практической значимостью вопроса, так как вода постоянно присутствует при реальных условиях изготовления и эксплуатации изделий. В условиях жесткого ограничения энергетических ресурсов с учетом значительного времени процесса сушки эффективность технологических процессов и аппаратов для их проведения решается с применением систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих сравнивать варианты решения.

На диффузию в полимерах значительное влияние оказывают как свойства полимера (химическая природа, молекулярно-массовое распределение, образование поперечных связей, состояние материала, степень кристалличности, наполнители, красители, специальные ингредиенты), так и свойства диффузанта (молекулярная масса, форма молекул, характер взаимодействия его молекул с молекулами полимера) [3 – 6].

Весьма часто ПМ при переработке или добавлении ингредиентов приобретают микропористую структуру, и характер диффузионных явлений изменяется вследствие наложения на наблюдаемый диффузионный процесс дополнительного переноса по порам [1, 3]. В этом случае ПМ можно отнести к классу коллоидных капиллярно-пористых материалов. Массоперенос в капиллярно-пористых системах – сложный совокупный процесс, миграция жидкости при котором может осуществляться за счет разности капиллярных потенциалов, пленочного течения, термокапиллярного течения, поверхностной диффузии в микро и переходных порах, фильтрационного переноса под действием градиента общего давления и т.д., а движение пара контролируется молекулярной диффузией пара, кнудсеновской диффузией, стефановским потоком, термодиффузией, тепловым скольжением, бародиффузией и др. [2].

Характер диффузионных процессов в коллоидных капиллярно-пористых материалах существенно зависит от того, являются ли поры замкнутыми или образуют сквозные каналы. Материалы с замкнутыми порами отличаются большой вели-



чиной внутридиффузионного сопротивления. Скорость процесса лимитируется диффузией по матрице полимера. В высокопористых ПМ со сквозными порами процесс переноса происходит по суммарному механизму, характерному для пористых веществ [2, 4].

Диффузионные процессы в полимерных системах, как правило, характеризуются отсутствием взаимного влияния процессов ТМП и несущественной ролью термодиффузии [2].

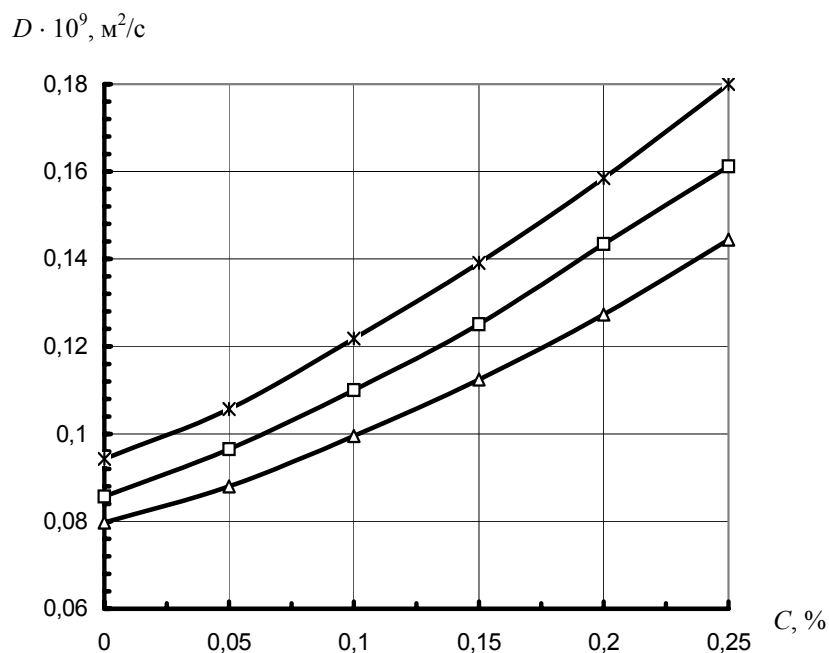
Оптимальный выбор способа проведения и аппаратного оформления процесса сушки невозможен без физического анализа ТМП и гидродинамики исследуемых процессов в реальных условиях работы аппаратов, математического описания и решения поставленных задач аналитическими или численными методами [2]. Для дисперсных материалов основополагающей информацией являются сведения о кинетике сушки и нагрева отдельных частиц в условиях, максимально приближенных к условиям работы конкретного аппарата. Такую информацию можно получить из существующих модельных представлений или опытных сведений [8].

Полимерные дисперсные материалы, особенно гранулированные, относятся к анизотропным веществам. Способы гранулирования существенно влияют на структуру гранулы ПМ: проявляются эффекты поверхностной одноосной ориентации макромолекул; разная скорость охлаждения отдельных частей гранулы приводит к различной локальной степени кристалличности; микроструктура гранулы может изменяться по сечению гранулы [4, 5]. Таким образом, экспериментальные данные, в которых учитываются в совокупности все возможные эффекты анизотропии и индивидуальная форма частиц реальных материалов, являются более предпочтительными [8].

Наиболее подходящим методом определения температурно-влажностной зависимости коэффициента диффузии для гранулированных полимерных материалов является зональный метод, относящийся к методам нестационарного режима, позволяющий решать как прямые, так и обратные задачи диффузии [2].

В работе исследованы композиционные полимерные материалы на основе АБС-сополимера и экспериментально получены температурно-влажностные зависимости коэффициента диффузии воды для композитов с легирующими ингредиентами.

Представленные данные свидетельствуют о существенной температурно-влажностной зависимости коэффициента диффузии воды для полимерных материалов, влиянии новых ингредиентов на коэффициент диффузии и доказывают необходимость дифференцированного учета потока диффузанта в реальных процессах сушки при изменяющихся условиях взаимосвязанного тепло-массопереноса. Полученные экспериментальные данные о существенном изменении диффузионных свойств полимерных материалов при добавлении даже малых количеств легирующих ингредиентов должны учитываться как при обработке технологических параметров ТФЭ, так и при оценке эксплуатационных свойств полимерных композитов, прошедших обработку давлением в твердой фазе.



**Рис. 1. Температурно-влажностные зависимости коэффициента диффузии для композитов на основе АБС-сополимера с различным количеством легирующего ингредиента:**  
 × – чистый АБС-сополимер; □ – АБС-сополимер + 2 м.ч. TiB<sub>2</sub>;  
 Δ – АБС-сополимер + 10 м.ч. TiB<sub>2</sub>

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев, В.А. Технология полимеров / В.А. Воробьев, Р.А. Андрианов. – М. : Высшая школа, 1971. – 360 с.
2. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой / С.П. Рудобашта. – М. : Химия, 1980. – 248 с.
3. Роджерс, К. Растворимость и диффузия : пер. с англ. / К. Роджерс // Проблемы физики и химии твердого состояния органических соединений. – М. : Мир, 1968. – С. 229 – 328.
4. Чалых, А.Е. Диффузия в полимерных системах / А.Е. Чалых. – М. : Химия, 1987. – 312 с.
5. Crank, J. The Mathematics of Diffusion / J. Crank. – Oxford : Clarendon Press, 1975. – 414 s.

6. Crank, J. Diffusion in Polimers / J. Crank, G.S. Park. – London – New York : Akad. Press, 1968. – 452 s.  
 7. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд ; пер. с англ. под ред. В.И. Соколова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1982. – 591 с.  
 8. Фролов, В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов / В.Ф. Фролов. – Л. : Химия, 1987. – 208 с.

<sup>1</sup> ТГТУ, кафедра «Природопользование и защита окружающей среды»  
<sup>2</sup> ТГТУ, кафедра «Теория машин, механизмов и детали машин»

*А.В. Медведев*

**ОБ ОДНОМ СЛУЧАЕ В ДВИЖЕНИИ  
 НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО ГИРОСКОПА  
 В НЕКОНТАКТНОМ ПОДВЕСЕ**

В данной работе рассматривается задача об устойчивости одного стационарного режима, возникающего в движении неконтактного гироскопа. Ротор, имеющий форму шара, находится в вакуумированной полости в некотором силовом центральном поле, равнодействующая которого приложена в геометрическом центре  $O_1$ , и удерживает эту точку вблизи неподвижной точки пространства  $O$ , называемой центром неконтактного подвеса. Обозначим через  $O_2$  центр масс ротора, предполагая при этом, что он не совпадает с  $O_1$ . Предположим также, что центральный эллипсоид инерции ротора есть эллипсоид вращения, вектор дебаланса  $\vec{E} = \overrightarrow{O_2O_1}$  лежит в экваториальной плоскости эллипсоида инерции, сила тяготения отсутствует [1]. Введем правый ортогональный трехгранник  $X_1X_2X_3$  с началом в точке  $O$  и осями, неизменно ориентированными в пространстве. С ротором жестко свяжем систему координат  $y_1y_2y_3$ , оси которой являются главными центральными осями инерции. Ось  $y_3$  – ось динамической симметрии. Направление оси  $y_1$  выбираем таким образом, чтобы она содержала вектор  $\vec{E}$ . Согласно определению трехгранника  $y$ , проекции вектора дебаланса на оси  $y_1y_2y_3$  имеют вид

$$E_{y_1} = E, E_{y_2} = 0, E_{y_3} = 0, E = |\vec{E}|. \quad (1)$$

Примем, как и в [2], что равнодействующая силового поля линейно зависит от смещения  $\overrightarrow{OO_1}$  и задается соотношением

$$\vec{F} = -Q_0 \overrightarrow{OO_1} = -Q_0 (\vec{R} + \vec{E}). \quad (2)$$

Здесь  $Q_0$  – жесткость подвеса,  $\vec{R} = \overrightarrow{OO_2}$  – вектор смещения центра масс  $O_2$  относительно  $O$ . Положение центра масс  $O_2$  относительно трехгранника  $X_1X_2X_3$  зададим цилиндрическими координатами  $\rho, z$  и  $\alpha$ .  $\rho = |\overrightarrow{OO'_2}|$ , где  $O'_2$  – проекция  $O_2$  на плоскость  $OX_1X_2$ ,  $\alpha$  – угол между  $OX_1$  и  $\overrightarrow{OO'_2}$ ,  $z$  – аппликата  $O_2$ . Обозначим координаты единичных векторов  $\vec{e}_\rho$  и  $\vec{e}_z$  в осях трехгранника  $y$  через  $\|\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3\|$  и  $\|\beta_1, \beta_2, \beta_3\|$ , соответственно. Дифференциальные уравнения движения центра масс запишем в виде:

$$M [\ddot{\rho} - \rho(\dot{\alpha})^2] = -\frac{\partial U}{\partial \rho};$$

$$M [\rho\ddot{\alpha} + 2\dot{\rho}\dot{\alpha}] = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial U}{\partial \alpha}; \quad (3)$$

$$M \ddot{z} = -\frac{\partial U}{\partial z}.$$

Здесь  $M$  – масса ротора, точка сверху означает дифференцирование по времени  $t$ ,  $U$  – потенциал, соответствующий  $\vec{F}$ . В силу (2)

$$U = \frac{1}{2} Q_0 |\vec{R} + \vec{E}|^2 = \frac{1}{2} Q_0 (\rho^2 + z^2 + 2\rho E \beta_1 + E^2).$$

Пусть  $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$  – проекции абсолютной угловой скорости ротора на связанные с ним оси  $y_1y_2y_3$ . Уравнения углового движения имеют обычный вид динамических уравнений Эйлера для  $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$  и кинематических уравнений Пуассона для направляющих косинусов. Эти уравнения здесь не выписываются, так как в дальнейшем будут использоваться только их первые интегралы.

Уравнения (3) и уравнения углового движения имеют следующее стационарное решение, возникающее при  $Q_0 > Mr_0^2$ :

$$\rho = \rho_0, \quad \dot{\rho} = 0, \quad z = \dot{z} = 0, \quad \rho_0 = \frac{Q_0 E}{Q_0 - Mr_0^2};$$

$$\gamma_1 = -1, \quad \gamma_2 = \gamma_3 = 0, \quad \beta_1 = \beta_2 = 0, \quad \beta_3 = 1; \quad (4)$$

$$\Omega_1 = \Omega_2 = 0, \quad \Omega_3 = r_0, \quad \dot{\alpha} = r_0.$$

Этот случай соответствует орбитальному движению гироскопа, при котором скорость собственного вращения ротора равна угловой скорости вращения центра масс  $O_2$  вокруг точки  $O$ , а вектор дебаланса  $\vec{E}$  находится на прямой, содержащей точки  $O_2$  и  $O$ . Целью данной работы является получение достаточных условий устойчивости решения (4).

Обозначим через  $A$  и  $C$  экваториальный и полярный моменты инерции ротора. Так как  $\vec{F}$  имеет потенциал  $U$  и проходит через неподвижную точку пространства  $O$ , то будем иметь следующие интегралы

$$M(\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\alpha}^2 + \dot{z}^2) + C\Omega_3^2 + A(\Omega_1^2 + \Omega_2^2) + 2U(\rho, z, \gamma_1, \beta_1) = H -$$

интеграл энергии;

$$M\rho^2 \dot{\alpha} + C\Omega_3\beta_3 + A(\Omega_1\beta_1 + \Omega_2\beta_2) = K - \quad (5)$$

интеграл площадей относительно оси  $X_3$ ;

$$\beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 - 1 = V_\beta, \quad \gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 - 1 = V_\gamma -$$

тривиальные интегралы.

Для получения достаточных условий устойчивости стационарного решения (4) строим функцию Ляпунова с помощью связи первых интегралов

$$L = [H - H^{(0)}] - 2[K - K^{(0)}] + (1+b)V_\beta + v\Delta V_\gamma + \mu[K - K^{(0)}]^2. \quad (6)$$

Здесь  $H^{(0)}, K^{(0)}$  – значения  $H$  и  $K$  в невозмущенном движении

$$b = \frac{C-A}{A}; \quad v = \frac{Q_0 E^2}{Ar_0^2}; \quad \Delta = \frac{v}{v-\varepsilon}; \quad \varepsilon = \frac{ME^2}{A}. \quad (7)$$

Анализ функции Ляпунова  $L$  приводит к выводу: при выполнении условий  $\mu > 0$  и

$$\frac{C-A}{A} > \frac{Q_0 E^2}{Ar_0^2} \quad (8)$$

квадратичная форма  $L$  будет положительно определенной, а это, в свою очередь, и будет обеспечивать устойчивость стационарного решения (4).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилин, В.П. Зависимость времени выбега электростатического гироскопа от дебаланса ротора / В.П. Данилин, Ю.Г. Мартыненко, И.В. Новожилов // Изв. АН СССР. – 1970. – № 2.
2. Мартыненко, Ю.Г. Движение несбалансированного гироскопа с неконтактным подвесом / Ю.Г. Мартыненко // Изв. АН СССР. – 1974. – № 4.
3. Белецкий, В.В. Динамика быстрых вращений / В.В. Белецкий // Труды института механики МГУ. – 1973.
4. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости / Б.П. Демидович. – М.: Наука, 1977.

ГТТУ, кафедра высшей математики

*С.В. Мищенко, О.С. Дмитриев, С.О. Дмитриев*

#### ОРИГИНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЯЗУЮЩИХ ПРИ ВАКУУМНОМ АВТОКЛАВНОМ ФОРМОВАНИИ КОМПОЗИТОВ

Согласно технологиям и особенностям получения изделий из композитов на основе терморезактивного связующего, в химико-технологическом процессе отверждения можно выделить три основных взаимосвязанных процесса: теплоперенос, массоперенос и химическое превращение – отверждение. Перечисленные основные процессы описываются соответственно системой дифференциальных уравнений переноса массы, переноса импульса, переноса энергии, уравнением состояния среды и химической кинетики.

При производстве толстостенных изделий из полимерных композитов на основе связующих горячего отверждения методами вакуумного автоклавного формования необходимо учитывать изменение толщины изделия за счет вытекания связующего под технологическим давлением перпендикулярно слоям наполнителя.

Вследствие сложного характера описания граничных условий течения связующего в порах наполнителя нельзя точно описать процесс течения связующего, однако возможна приближенная формулировка проблемы, если рассматривать некоторые средние характеристики потока. Предполагая, что силы инерции пренебрежимо малы по сравнению с силами вязкого сопротивления, уравнение движения связующего в пористой среде наполнителя в любой момент времени может быть представлено законом Дарси

$$\vec{w}_x = -\frac{k}{\mu} \left( \frac{\partial P}{\partial x} + \rho_{св} \vec{g} \right),$$

где  $k$  – эффективная проницаемость наполнителя,  $\text{м}^2$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость связующего,  $\text{Па} \cdot \text{с}$ ;  $\rho$  – плотность связующего,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\vec{g}$  – вектор ускорения свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $\vec{w}_x$  – вектор скорости движения связующего в пористой среде,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $P$  – давление,  $\text{Па}$ .

В уравнение движения, описывающее течения связующего сквозь армирующий наполнитель входит вязкость связующего  $\mu$ , которая в процессе термического отверждения композитов на основе термореактивных связующих может быть представлена уравнением в виде температурной зависимости Аррениуса. Она в значительной мере зависит от температуры и степени отверждения и содержит реологические характеристики системы связующее–наполнитель: энергию активации вязкого течения  $E_\mu(\beta)$ , эффективную или структурную составляющую вязкости связующего при отверждении  $\tilde{\mu}(\beta)$ , а также коэффициент проницаемости наполнителя  $k_{\text{тк}}$  или впитывающего материала  $k_{\text{вс}}$ , которые можно определить экспериментально.

Из приведенных характеристик  $\tilde{\mu}(\beta)$  и  $E_\mu(\beta)$  являются функциями степени отверждения, две других –  $k_{\text{тк}}$ ,  $k_{\text{вс}}$  – константами.

Реологические характеристики  $E_\mu(\beta)$  и  $\tilde{\mu}(\beta)$  определяются из системы двух уравнений по данным изменения толщины  $L(t)$ , измеренной при отверждении образцов из одного и того же исследуемого материала по двум различным температурно-временным режимам  $T_1(t)$ ,  $T_2(t)$ .

Вследствие того что структурная составляющая вязкости связующего  $\tilde{\mu}(\beta)$  является функцией степени отверждения  $\beta$ , экспериментальные данные  $T_1(t)$ ,  $T_2(t)$ ,  $L_1(t)$ ,  $L_2(t)$  приводятся к одному аргументу  $\beta$ .

Энергия активации вязкого течения в этом случае имеет вид

$$E_\mu(\beta) = R \frac{\ln \left( \frac{L_1(t(\beta))L_1'(t(\beta))F_2S_1}{L_2(t(\beta))L_2'(t(\beta))F_1S_2} \right) T_1(t(\beta))T_2(t(\beta))}{T_1(t(\beta)) - T_2(t(\beta))},$$

структурная составляющая вязкости связующего –

$$\tilde{\mu}(\beta) = k \exp \left[ \frac{T_2(t(\beta)) \ln \left( L_2(t(\beta))L_2'(t(\beta)) \frac{S_2}{F_2} \right) - T_1(t(\beta)) \ln \left( L_1(t(\beta))L_1'(t(\beta)) \frac{S_1}{F_1} \right)}{T_1(t(\beta)) - T_2(t(\beta))} \right],$$

где  $F$  – усилие, приложенное к образцу в эксперименте,  $\text{н}$ ;  $S$  – площадь образца,  $\text{м}^2$ ;  $R$  – универсальная газовая постоянная.

В случае, если энергия активации вязкого течения  $E_\mu(\beta)$  уже известна, структурную составляющую вязкости связующего  $\tilde{\mu}(\beta)$  можно вычислить на основе одного температурно-временного режима  $T_{\text{сп}}(t)$  по формуле

$$\tilde{\mu}(\beta) = - \frac{kF}{L_i(t(\beta))L_i'(t(\beta))S} \exp \left( - \frac{E_\mu}{R T_{\text{сп}_i}(t(\beta))} \right), \quad i = 1, 2.$$

Формулы для определения  $\tilde{\mu}(\beta)$  содержат коэффициент проницаемости  $k$ , который может быть определен дополнительными исследованиями с помощью специального оборудования. В случае, когда полученные реологические характеристики предполагается использовать для математического моделирования, целесообразнее определить некоторый комплекс системы связующее–наполнитель  $\tilde{\mu}_\perp(\beta) = \frac{\tilde{\mu}(\beta)}{k}$ , включающий в себя структурную составляющую вязкости связующего  $\tilde{\mu}(\beta)$  и коэффициент проницаемости  $k$ .

Полученные расчетные формулы положены в основу алгоритмов и программ обработки экспериментальных данных определения реологических характеристик. Алгоритмы расчета реологических характеристик  $E_\mu(\beta)$  и  $\tilde{\mu}(\beta)$  основаны на пересчете временной зависимости толщины  $L_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) на единую сетку аргумента – степень отверждения  $\beta_{1j}$ , т.е.  $L_i(t_i(\beta_{1j}))$  ( $i = 1, 2, \dots$ ). Дифференцирование  $L(t)$  по времени  $t$  выполняется сглаживающим сплайном при пересчете  $L(t)$  и ее производной на сетку  $\beta_1(t)$ .

Таким образом, предложена методика исследования реологических характеристик связующих при отверждении в условиях, близких к технологическому процессу производства изделий из полимерных композитов, наиболее пригодные для моделирования, расчета и оптимизации температурно-временных режимов отверждения.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ БИМЕТАЛЛОВ

Электропластический эффект (ЭПЭ) основан на снижении деформирующего усилия при действии импульсного тока большой плотности ( $J = 10^5 \dots 10^6$  А/см<sup>2</sup>) на металлы. Электрический ток при прохождении через деформируемый участок создает также дополнительные эффективные напряжения, величина которых достигает  $10^3 \dots 10^4$  Па в зависимости от плотности тока.

Величина пика ЭПЭ или скачка деформирующего усилия в импульсах тока может быть определена как разность между дислокационным упрочнением и мгновенным разупрочнением в результате действия импульса тока, начинающихся в момент  $t = 0$  и следующих с частотой  $F$ , что записывается выражением

$$\partial \sigma_{ik}^{\text{int}} = K_{iklm} \frac{\partial u_{lm}^{Np}}{\partial t} - \beta_{ik} \sum_{n=1}^N \delta \left( 1 - \frac{k}{F} \right) \Delta \sigma^{\text{int}} \left( \frac{k}{F} \right), \quad (1)$$

где  $K_{iklm} \frac{\partial u_{lm}^{Np}}{\partial t}$  – величина дислокационного упрочнения;  $\Delta \sigma^{\text{int}}$  – прирост внутренних напряжений за период действия импульсов;  $k$  – коэффициент, учитывающий количество импульсов, приходящихся на участок деформации;  $F$  – частота следования импульсов;  $\beta_{ik}$  – коэффициент дислокационного разупрочнения.

Приведенное выражение представляет собой уравнение электропластичности металла, которое позволяет объяснить зависимость электропластического действия от частоты  $F$  и скважности импульсов [1].

Изменяя длительность и энергию импульсов тока, воздействующего на электропроводящий материал, можно, в результате активизации широкого спектра дислокационных, фазовых и других физических процессов, получить необходимые свойства металлов и сплавов – высокую пластичность при обработке металлов давлением.

В работе [1] описывается в основном исследование действия ЭПЭ на однородные металлы или их сплавы при различных деформациях (прокатка, волочение, плющение и т.д.). В нашей работе исследовано влияние ЭПЭ при производстве биметалла.

Для исследования ЭПЭ при холодной прокатке биметалла спроектирован лабораторный прокатный стан (рис. 1), который позволяет про-

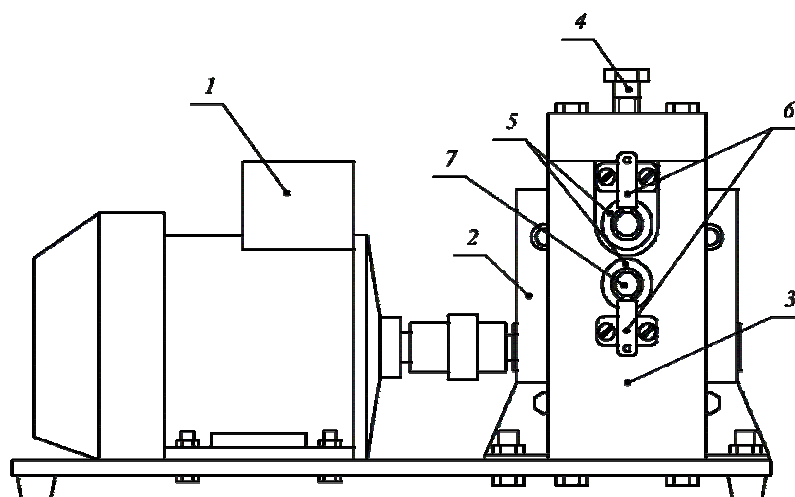


Рис. 1. Лабораторный прокатный стан:

1 – асинхронный двигатель; 2 – редуктор; 3 – прокатная клетка;  
4 – поджимные болты; 5 – текстолитовые втулки; 6 – контакты; 7 – валки

изводить прокатку биметалла совместно с импульсным действием тока на деформируемый участок. Подведение тока в зону деформации образца осуществляется непосредственно через валки. Устройство состоит из трех основных узлов: асинхронного двигателя 1; понижающего редуктора 2 для снижения скорости вращения; прокатной клетки 3.

В прокатной клетке предусмотрено изменение силы поджатия валков для установки необходимой степени деформации биметалла, которое осуществляется с помощью поджимных болтов 4. Для электрической изоляции валков 7 друг от друга используются текстолитовые втулки 5. Подведение тока в зону пластической деформации осуществляется с помощью скользящих контактов 6.

Использование низких значений напряжений (5...24 В) не требует дополнительной изоляции всего стана.

Частота следования импульсов тока определяется выражением

$$f = k \frac{v}{\Delta l}, \quad (2)$$

где  $v$  – скорость движения заготовки, м/с;  $\Delta l$  – протяженность участка пластической деформации, м.

Скважность получаем из соотношения

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. А.П. Пудовкина.

$$Q = \frac{1}{f \tau_n}, \quad (3)$$

где  $\tau_n$  – время действия одного импульса, с.

Проведены лабораторные исследования влияния ЭПЭ на пластическую деформацию биметаллов с использованием разрабатанного прокатного стана. При этом скорость прокатки составляла (0,1...0,5) м/с; количество импульсов на участок деформации составляло 2...7; частота следования импульсов при данной скорости (0,2...3,5) кГц; плотность тока – (10<sup>5</sup>...10<sup>6</sup>) А/см<sup>2</sup>; время и период действия импульсов, соответственно, 1,4 · 10<sup>-4</sup> с и 2,8 · 10<sup>-4</sup> с.

По результатам, полученным в ходе исследования влияния ЭПЭ при холодной прокатке биметалла, найдены оптимальные значения плотности тока и частоты следования импульсов для различных сочетаний металлов.

Воздействие импульсного тока большой плотности при прокатке позволило повысить прочность сцепления слоев биметалла при меньшей степени их деформации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы / Ю.В. Баранов, О.А. Троицкий, Ю.С. Аврамов, А.Д. Шляпин. – М. : МГИУ, 2001. – 844 с.

*ТГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»*

***В.М. Поликарпов, В.Н. Холодилин, В.С. Быстрицкий,  
Ю.М. Головин***

#### **СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И НЕКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ РЯДА СИЛТРИ-МЕТИЛЕНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Проблема идентификации надмолекулярной структуры полимеров является ключевой как при исследовании существующих, так и при создании новых полимерных материалов. Основным и прямым методом изучения структуры вещества является рентгеноструктурный анализ (РСА). Существенный интерес представляет изучение не только кристаллической фазы кристаллизующихся полимеров, но и особенностей строения их некристаллических структурных составляющих. Одной из разновидностей метода РСА, эффективно применяемой для анализа неупорядоченных систем, является построения и анализ функции радиального распределения (ФРР). Иногда при определении координационного числа для молекулярных жидкостей и аморфных тел использовалась формула Дебая в связи с трудностью определения данного параметра по кривым распределения электронной плотности. Применение принципов Дебая для анализа полимерных систем до настоящего времени, помимо нас, не проводилось, возможно, из-за относительно высокой сложности расчетов.

Исследовали ряд полиорганокарбосиланов (ПКС), с атомом кремния в основной цепи: полидибензилсилтриметилен, полидитолилсилтриметилен, полиди(н-циклогексил)силтриметилен и полиди(п-диметиламино-фенил)силтриметилен.

Все объекты исследования были синтезированы в Институте нефтехимического синтеза Российской академии наук. Молекулярные массы, определенные вискозиметрическим и осмометрическим методами, приведены в табл. 1.

Основным прямым методом изучения структуры являлся рентгеноструктурный анализ в больших и малых углах дифракции. Рентгеноструктурные исследования образцов проводили в режиме на прохождение и отражение в разных диапазонах углов дифракции (CuK $\alpha$ -излучение) в широком интервале температур с использованием рентгеновских дифрактометров ДРОН-2.0, ДРОН-3.0.

Для анализа некристаллических фазовых компонентов использовался специально разработанный нами метод расчета некристаллических фазовых компонентов (МРНФК) для полимерных систем имеющих разное число фаз и разное химическое строение макромолекулярных цепей,

#### **1. Объекты исследования – линейные поликарбосиланы**

Название полимера	Структурная формула	ММ	c, %
1. Полидибензилсилтриметилен (ПДБСТМ)	$[-Si(R_2)-(CH_2)_3-]_n$ , R-CH <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	1,2 · 10 <sup>5</sup>	43
2. Полидитолилсилтриметилен (ПДТСТМ)	$[-Si(R_2)-(CH_2)_3-]_n$ , R-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	1,2 · 10 <sup>5</sup>	33
3. Полиди(н-циклогексил)силтриметилен (ПДЦГСТМ)	$[-Si(R_2)-(CH_2)_3-]_n$ , R-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	1,2 · 10 <sup>5</sup>	49
4. Полиди(п-диметиламино-фенил)силтриметилен (ПДДМАФСТМ)	$[-Si(R_2)-(CH_2)_3-]_n$ , R-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,2 · 10 <sup>5</sup>	0

Обозначения: ММ – молекулярная масса полимера; c – степень кристалличности.

учитывающие принципы рассеяния рентгеновских лучей, согласно Дебаю, а также современные положения макромолекулярного моделирования. В ряде случаев дополнительно использовали функцию радиального распределения. Все расчеты проводились на основе специально разработанных компьютерных программ.

Самая высокая скорость кристаллизации, а также наивысшая способность к ориентации отмечена для ПДБСТМ (образец 1), у которого фенильная группа присоединена к атому кремния через метиленовую развязку, что несколько «экранирует» эффект ожестчения цепи. На кривых ДСК в области 10...20 °С наблюдается стеклование полимера, а при 118 °С – хорошо выраженный эндо-максимум (тепловой эффект 38,8 кдж/кг), по-видимому, связанный с плавлением кристаллической фазы полимера.

Рентгенограммы образца ПДБСТМ свидетельствует о наличии кристалличности в полимере ( $c \sim 43\%$ ). Как показал анализ зависимостей угловых положений рефлексов  $2\theta = f(T)$ , в области температур 10...100 °С наблюдается монотонное увеличение межплоскостных расстояний в системе, связанное с термическим расширением материала, за которым следует плавление полимера при 118 °С. Напротив, аналогичная зависимость для аморфного гало имеет выраженный ступенчатый характер, подтверждающий предположение о наличии структурного перехода в некристаллической фазе полимера. Природа этого превращения остается пока невыясненной.

Образцы 2 (ПДБСТМ) и 3 (ПДТСТМ) обладают практически одинаковым весом элементарного звена, но отличаются положением метиленовой группы в боковом обрамлении. Из анализа ДСК данных и термомеханической кривой ПДТСТМ следует, что некоторое ожестчение цепи практически не приводит к возрастанию температуры стеклования (15 °С) и незначительно уменьшает температуру плавления полимера (90 °С).

Анализ рентгенограмм свидетельствует о способности полимера кристаллизоваться ( $c \sim 33\%$ ), а характер температурных зависимостей  $2\theta$  и других рентгеновских параметров оказался аналогичным соответствующим кривым для ПДБСТМ и потому в работе не приведены.

Схожие результаты были получены и для ПДЦГСТМ (образец 3) –  $T_c = 14$  °С и  $T_{пл} = 117$  °С, а скорость кристаллизации и степень кристалличности ( $c \sim 49\%$ ) которого оказались довольно высокими. Наконец, для ПДДМАФСТМ (образец 4) установлено, что температура стеклования и точка плавления полимера составляют 8 и 84 °С, соответственно. Интересно отметить, что угловая полуширина аморфного гало составляет 3°, что существенно меньше величины 5...8 °С, типичной для аморфных полимерных систем. Последнее обстоятельство, на наш взгляд, также указывает на повышенный уровень упорядоченности некристаллической фазовой компоненты исследуемого полимера по сравнению с ближним порядком обычных жидкостей.

Так как в расчетах по МРНФК используются положения атомов в пространстве, был проведен структурный анализ кристаллической составляющей, которая позволила получить среднюю конформацию макромолекул в некристаллических фазовых компонентах.

Все определенные параметры элементарных ячеек объединены в табл. 2. Как видно из приведенной таблицы, для ПКС в основном характерен моноклинный тип кристаллической упаковки.

Для ПДБСТМ, ПДТСТМ (табл. 2, рис. 1), а также для ПДЦГСТМ присуща моноклинная сингония с двумя молекулами на ячейку. Рост бокового обрамления приводит к уменьшению внутрицепной периодичности (табл. 2). Действительно, анализ структуры ПДДМАФСТМ, обладающего наиболее массивным боковым обрамлением, с помощью расчета функции радиального распределения с дополнительным привлечением конформационных оценок позволило оценить наиболее вероятные межмолекулярные (0,738 нм) и внутримолекулярные (0,498 нм) расстояния для этого полимера. Полученное внутримолекулярное расстояние является наименьшим для данного ряда ПКС, что подтвердило тенденцию уменьшения внутрицепной периодичности с ростом бокового обрамления.

## 2. Параметры элементарной ячейки исследуемых полимеров

Полимер	$a$ , нм	$b$ , нм	$c$ , нм	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Конформ.
ПДБСТМ	1,030	1,204	0,55	90	90	91,2	$G$
ПДТСТМ	0,809	1,899	0,545	90	90	87,8	$G$
ПДЦГСТМ	0,865	1,824	0,507	90	90	85,5	$G$

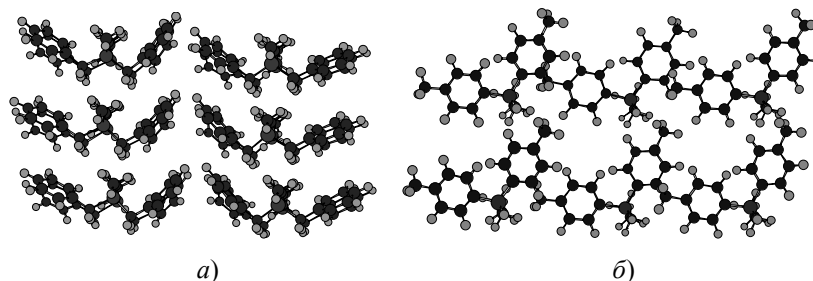


Рис. 1. Схематическое изображение структуры ПДБСТМ (а) и ПДТСТМ (б)

На основании полученных результатов о строении кристаллической фазовой составляющей для всех однотипных полисилтриметиленов были проведены расчеты с помощью МРНФК. В результате расчетов по МРНФК оказалось, что в ПДБСТМ средняя межмолекулярная периодичность составляет около 0,7 нм, для ПДТСТМ – около 0,85 нм, для ПДЦГСТМ – 0,9 нм и у ПДДМАФСТМ – 0,75 нм.

Как и в случае ПДМСТМ, у рассмотренных полисилтриметиленов происходит наложение диффузных максимумов, отвечающих за внутримолекулярное рассеяние и рассеяние на боковых фрагментах, то есть фактически за конформационное состояние макромолекул полимера, и за межмолекулярное рассеяние. Это вносило большую погрешность в итоговые расчетные данные. Наибольшая ширина диффузного максимума выявлена для ПДЦГСТМ, имеющего максимальную разницу для средних межмолекулярных и межмолекулярных расстояний, что подтверждается экспериментом.

## О ПРИМЕНЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ВОЗМУЩЕНИЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА КРЕДИТНО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрим экономико-математические модели, основанные на решении обыкновенных дифференциальных уравнений с возмущениями, описывающих различные способы инвестирования в бизнесе (самофинансирование, государственная поддержка, кредитование). Модели позволяют исследовать динамику развития различных предприятий в зависимости от выбранных инвестиционных стратегий: «чистых» (использование одного инвестиционного источника) и «смешанных» (применение комбинированных схем финансирования), а также выявить условия доступности кредитов.

Основы дифференциального анализа деятельности предприятий как хозяйственных единиц были заложены в работе Багриновского, Егоровой, Хачатряна.

Немалую роль в формировании ресурсного потенциала любого предприятия играет внешний кредитно-инвестиционный фактор. Его действие проявляется через потоки финансовых средств из различных источников в виде:

- 1) государственных инвестиций;
- 2) инвестиций из различных фондов;
- 3) кредитных ресурсов, предоставляемых банковской системой;
- 4) кредитных ресурсов, предоставляемых другими юридическими и физическими лицами (кредитные организации, инвестиционные фонды, иностранные инвесторы, ростовщики и т.д.).

Таким образом, внешний кредитно-инвестиционный фактор дополняет действие рассмотренной положительной обратной связи экономического объекта и определяет темпы динамики его развития.

В данном исследовании будет рассмотрено воздействие непредвиденных, возмущенных факторов, рост цен, инфляция и т.д., влияющих на динамику предприятия.

Модель М1 является базовой и основывается на следующих предпосылках:

1. Предприятие может развиваться как за счет внутренних источников (прибыли), так и за счет государственной поддержки в виде инвестиций.
2. Рассматриваются три различных стратегии государственной поддержки малого предпринимательства:
  - а) постоянная (с фиксированными объемами инвестиций для каждого периода);
  - б) линейно возрастающая (с известным постоянным темпом роста инвестиций);
  - в) нелинейно возрастающая (с нарастающим темпом и минимальным уровнем гарантированного государственного субсидирования).
3. Основные производственные фонды являются единственным лимитирующим фактором, от которого зависит выпуск продукции.
4. Предприятие функционирует при неизменной технологии, что предполагает постоянство его фондоотдачи.
5. Производственная деятельность описывается однофакторной функцией типа Леонтьева, а темпы развития предприятия характеризуются динамикой основных производственных фондов, которая, в свою очередь, определяется величиной инвестиционных ресурсов (отчислениями от прибыли и величиной финансовой поддержки).

Соотношения модели М1 показывают взаимосвязь между агрегированными переменными (такими, как объем выпуска, стоимость основных производственных фондов и темпы их прироста, общая и чистая прибыль, сумма налоговых отчислений и т.д.) и могут быть представлены следующей системой уравнений:

$$P(t) = fA(t); \quad (1)$$

$$M^{об}(t) = (1 - c)P(t); \quad (2)$$

$$M(t) = M^{об}(t) - N(t); \quad (3)$$

$$N(t) = \tau_1 P(t) + \tau_2 K_{\Lambda} (1 - \xi) M(t); \quad (4)$$

$$\frac{dA}{dt} = \xi M(t) + I(t) + \alpha \delta(t); \quad (5)$$

$$t \in [0, T], t_0 \in [0, T], \xi \in [0, 1], K_{\Lambda} \in (0, 1], \delta(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } t - t_0 \geq 0; \\ 0, & \text{при } t - t_0 < 0. \end{cases} \quad (6)$$

где  $P(t)$  – выпуск продукции в момент  $t$  в стоимостном выражении;  $f$  – показатель фондоотдачи;  $A(t)$  – стоимость основных производственных фондов;  $c$  – удельная себестоимость выпуска продукции в стоимостном выражении;  $M^{об}(t)$  – общая прибыль малого предприятия;  $M(t)$  – чистая прибыль малого предприятия за вычетом налоговых отчислений;  $M(t) = M^{об}(t) - N(t)$  – сумма налоговых отчислений;  $\tau_1, \tau_2$  – ставки налогообложения на объем выпуска и прибыль, соответственно;  $\xi$  – доля чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование,  $0 \leq \xi \leq 1$ ;  $K_{\Lambda}$  – коэффициент, характеризующий соотношение общей и чистой прибыли предприятия,  $K_{\Lambda} = M^{об}(t)/M(t)$ ;  $I(t)$  – внешние инвестиции,  $\alpha$  – внешние возмущения,  $\alpha \rightarrow 0$ .

Можно выделить три группы вариантов, определяющих зависимость налогов от:

- 1) объемов производства;



- 2) общей прибыли;
- 3) объемов производства и общей прибыли.

Так, в российских условиях, характеризующихся множественностью вариантов налогообложения, налоги могут рассчитываться по одной из трех схем: общей (третья группа); упрощенной в двух вариантах (первая и вторая группа, соответственно); вмененному доходу (первая группа). В целях общности описания в соотношении (4) учтен также вариант льготного налогообложения инвестиционно-активных предприятий, в соответствии с которым реинвестированная часть чистой прибыли  $M(1)$  не облагается налогом. Таким образом, имеем:

$$\tau_1 = \begin{cases} 0, & \text{если налоги не зависят от объемов производства;} \\ \bar{\tau}_1, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$\tau_2 = \begin{cases} 0, & \text{если налоги не зависят от общей прибыли предприятия;} \\ \bar{\tau}_2, & \text{ставка налогов по льготной схеме;} \\ \bar{\tau}_2/1-\xi, & \text{ставка налогов при отсутствии льгот.} \end{cases}$$

Здесь  $\bar{\tau}_1, \bar{\tau}_2$  – ставки налогообложения по действующему налоговому законодательству.

Уравнение (5) описывает динамику прироста основных производственных фондов за счет собственных средств и внешних инвестиций.

Подставляя (2) и (4) в соотношение (3), получаем:

$$M(t) = P(t)[(1-c) - \tau_1] - \tau_2 K_\Lambda (1-\xi) M(t); \quad (7)$$

$$M(t) = \frac{(1-c - \tau_1)P(t)}{1 + \tau_2 K_\Lambda (1-\xi)}; \quad (8)$$

после подстановки (8) в (5) имеем

$$dA/dt = \hat{a}P(t) + I(t) + \alpha \delta(t - t_0), \quad (9)$$

где  $\hat{a} = \frac{(1-c - \tau_1)\xi}{1 + \tau_2 K_\Lambda (1-\xi)}$ .

Учитывая (1), система соотношений (1) – (4) сводится к линейному дифференциальному уравнению

$$dA/dt = aA(t) + I(t) + \alpha \delta(t), \quad (10)$$

где  $a = \hat{a}P$ .

Общим решением дифференциального уравнения является

$$A(t) = A_0 \exp\left(\int_0^t a ds\right) + \int_0^t \exp\left(\int_s^t a d\xi\right) (I(t) + \alpha \delta(t)) ds,$$

где  $A_0 = A(0)$ .

Рассмотрим три частных случая динамики инвестиций  $I(t)$ :

- 1)  $I(t) = I_0 = \text{const}$ ;
- 2)  $I(t) = \beta t$ ;
- 3)  $I(t) = B e^{\beta t}$ .

Они соответствуют трем стратегиям государственной финансовой поддержки малого предпринимательства:

- а) постоянной – с фиксированными объемами инвестиций для каждого периода;
- б) возрастающей – по линейному закону с темпом роста инвестиций  $\beta > 0$ ;
- в) возрастающей – по нелинейному (экспоненциальному) закону со средним темпом  $\beta > 0$  и с минимальным уровнем

гарантированной государственной поддержки ( $I(0) = B$  при  $t = 0$ ).

Общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами (10) для рассматриваемых правых частей имеет вид:

$$A(t) = (A_0 + I_0/a + \alpha \delta(t)/a) e^{at} - I_0/a - \alpha \delta(t)/a;$$

$$A(t) = (A_0 + \beta/a^2 + \alpha \delta(t)/a) e^{at} - \beta(a t + 1)/a^2 - \alpha \delta(t)/a;$$

$$A(t) = (A_0 + B/(a - \beta) + \alpha \delta(t)/a) e^{at} - B e^{\beta t}/(a - \beta) - \alpha \delta(t)/a.$$

Сопоставляя темпы роста основных фондов для различных вариантов инвестирования предприятия, убеждаемся в том, что они соответствуют интенсивности финансовой поддержки, а также зависят от параметров, характеризующих деятельность рассматриваемого экономического объекта, экономических характеристик предприятия, определяющих значение переменной  $a$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов, А.Ф. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью / А.Ф. Филиппов. – М. : Наука, 1985.
2. Хачатрян, С.Р. Методы и модели решения экономических задач / С.Р. Хачатрян. – М. : Экзамен, 2005.

В.Г. Тихомиров

## АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Одним из ключевых понятий в математике является понятие алгоритма как совокупности точных предписаний, однозначно определяющих вычислительный процесс, направленный на получение полностью определяемого исходными данными результата. Таким образом, алгоритм является связующим звеном между теоретическим знанием и воплощением этого знания на практике.

Рассмотрим реализацию предложенного тезиса на примере разработки алгоритма определения типа дифференциального уравнения первого порядка. В частности, сконструируем алгоритм, который дает ответ на вопрос: «Является ли данное дифференциальное уравнение первого порядка линейным?»

Мы считаем, что при этом имеет смысл использование систем компьютерной алгебры, например «Maple», особенно на этапе тестирования.

Напомним, что дифференциальное уравнение 1-го порядка называется линейным [1], если его можно представить в виде  $y' = F(x)y + G(x)$ , где  $y(x)$  – искомая функция, а  $F(x), G(x)$  – некоторые данные непрерывные функции. Дальнейшие рассуждения производятся в предположении, что дифференциальное уравнение представлено в виде  $y' = f(x, y)$ .

Итак, имеется определение линейного уравнения, но оно не дает в явном виде правила, по которому о данном дифференциальном уравнении 1-го порядка можно было бы сказать, является оно линейным или нет? Установим, как рассуждает исследователь, отвечая на поставленный вопрос:

если функция  $f$  определена, то проверяем:

если степень многочлена  $f$  относительно переменной  $y$  равна 0 или 1 и наименьшая из степеней одночленов многочлена  $f$  относительно переменной  $y$  равна 0 или 1, то собрать коэффициенты при подобных степенях  $y$ ,

иначе разложить правую часть по степеням  $y$ , представив результат в нормальной для дробно-рациональных выражений форме (если это возможно),

если степень получившегося выражения (как многочлена относительно  $y$ ) меньше 2 и получившееся соотношение не содержит выражений вида  $\frac{1}{y}, \frac{1}{y^2}, \dots$ ,

то функция  $F$  полагается равной коэффициенту при  $y$  (не обязательно числовому), взятому со знаком минус, в полученном ранее многочлене; функция  $G$  полагается равной коэффициенту при нулевой степени  $y$  (не обязательно числовому) в многочлене, полученном ранее; уравнение считается линейным,

иначе уравнение не считается линейным,

иначе (функция  $f$  не определена) уравнение не считается линейным.

Приведенное описание позволяет сделать вывод, что для успешного выделения линейных дифференциальных уравнений из всех дифференциальных уравнений 1-го порядка, разрешенных относительно старшей производной, необходимо иметь навыки работы с многочленами, по крайней мере, от одной переменной, в частности:

- определять, является ли данное выражение многочленом относительно некоторой переменной;
- определять степени входящих в многочлен одночленов и самого многочлена;
- приводить подобные слагаемые;
- приводить многочлен к определенной нормальной форме;
- определять коэффициенты при заданных степенях.

Подобный анализ можно провести и для других математических объектов. При этом возможен следующий сценарий:

1. Сформулировать на естественном языке последовательность действий, составленных только из выявленных элементарных процедур и основных алгоритмических конструктов (оператор присваивания, условный оператор и прочие), и рассматривать эту последовательность действий как словесную модель.
2. В составленной словесной модели выявить элементарные (не делимые далее) процедуры.
3. Определить среду (алгоритмический язык) для описания процесса разрешения сформулированной массовой алгоритмической проблемы.
4. Составить алгоритм разрешения указанной проблемы посредством выбранного алгоритмического языка.

На наш взгляд, такой подход будет способствовать не только лучшему освоению той или иной математической теории, но и формированию механизмов преодоления противоречий между нечеткостью человеческого мышления и необходимостью достижения наперед заданных целей исследовательской деятельности. Это особенно актуально в условиях образовательного процесса, поскольку традиционная система деятельности ориентировалась на устойчивую систему знаний, умений и навыков, однако сегодня период «жизни» знаний в отдельных областях сократился до нескольких лет.

Таким образом, своевременной является задача поиска таких способов получения знаний, которые обладают повышенной устойчивостью к переменам. В связи с этим образовательная область «Математика» может рассматриваться с позиций ее вклада в формирование метазнаний, к которым мы относим сведения о механизмах деятельности, понимание ее структуры, умение обучаться, усваивать правила любой деятельности.

Основой являются следующие предпосылки:

- конечной целью обучения является формирование метазнаний;
- метазнания могут быть сформированы только в результате деятельности;
- содержание обучения составляют заданная система действий, а также знания и метазнания, обеспечивающие освоение этой системы;
- каждое из означенных действий предполагает овладение комплексной процедурой, в которой присутствует взаимосвязанная совокупность образовательных компонент (знаний, умений, навыков), имеющих личностно-деятельностный характер.

К таким комплексным процедурам мы относим:

- целеполагание и декомпозицию целей;
- построение критерия и обоснование его справедливости;
- выбор одной из альтернатив в соответствии с некоторым критерием;
- построение ментальных моделей, адекватных возникающим ситуациям;
- определение объема и содержания некоторого понятия соответствующим ситуации способом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нахман, А.Д. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и их приложениям / А.Д. Нахман, С.В. Плотникова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005.

*ТГТУ, кафедра «Прикладная математика и механика»*

*А.В. Трофимов, С.С. Пекина*

**РЕАЛИЗАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ  
В ПРОЦЕДУРАХ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ  
ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СМК**

На современном этапе развития рыночных отношений система менеджмента, отвечающая требованиям лишь ИСО серии 9000, уже не является конкурентоспособной для потребителей. Поскольку положения стандартов общие и имеют широкое распространение, то естественна тенденция к их конкретизации применительно к отдельным отраслям. Таким образом, логическим продолжением ИСО серии 9000 является развитие отраслевых стандартов на их основе.

Для машиностроительных предприятий, являющихся поставщиками нефтепромышленного оборудования таким отраслевым документом стала техническая спецификация ИСО/ТС 29001 : 2003 [1]. Основой его разработки стал опыт Американского Нефтяного Института (API), который доказал, что требования, дополненные по отношению к ИСО 9001 : 2000 (ГОСТ Р ИСО 9001–2001 [2]) необходимы для обеспечения гарантии качества изделий и услуг.

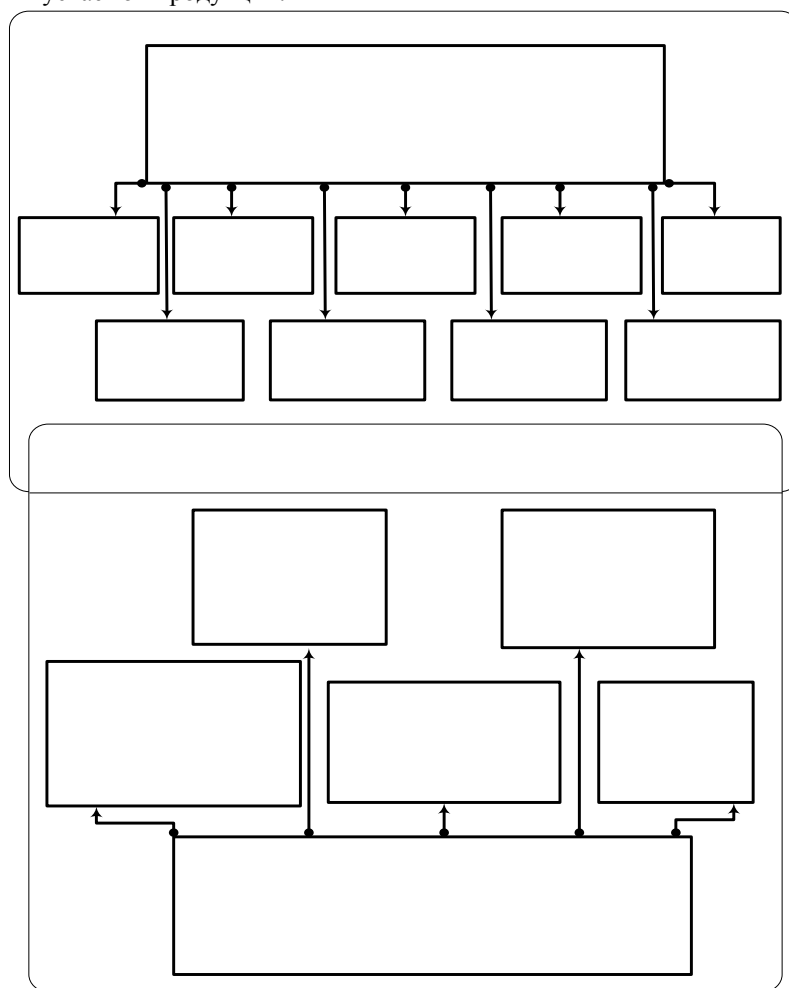
Инструментом, отображающим, насколько результативно внедрена и эффективно работает система менеджмента качества (СМК) предприятия, является внутренний аудит.

Для повышения результативности процесса внутреннего аудита в рамках СМК машиностроительного предприятия разработана методика, состоящая из совокупности процедур.

Разработанная методика учитывает и развивает положения ГОСТ Р ИСО 9001–2001, ГОСТ Р ИСО 19011–2003 [3], а также дополнительные требования ИСО/ТС 29011 : 2003 [1].

Проведен анализ степени влияния особенностей предприятия и дополнительных требований ИСО/ТС 29011:2003 на проведение внутреннего аудита (рис. 1).

Необходимость выполнения требований стандарта ИСО/ТС 29001 : 2003 обусловлена потребностью предприятия в расширении рынков сбыта выпускаемой продукции.



**Рис. 1. Реализация требований стандарта ИСО/ТС 29001 : 2003  
в процедурах методики**

Техническая спецификация устанавливает дополнительные требования к проектированию, развитию, производству, монтажу и обслуживанию изделий для нефтяной промышленности. Кроме этого, в документе, в дополнение к терминам и определе-

ниям, указанным в ГОСТ Р ИСО 9000–2001, сформулирован ряд терминов и определений для нефтяной, нефтехимической и газовой отраслей промышленности. Одним из дополнительных является термин «средство управления» – принятый в организации документированный метод осуществления деятельности в контролируемых условиях для достижения соответствия установленным требованиям.

Поэтому к шести обязательным документированным процедурам, которые требует ГОСТ Р ИСО 9001–2001, добавляется еще ряд документов (стандартов предприятия, инструкций). В частности, средства управления необходимо разработать по разделам [2] 6.2.2.1 «Обучение», 7.1.1 «Планирование создания продукции», 7.4.1.1 «Процесс закупки», 7.5.3.1 «Идентификация и прослеживаемость», 7.5.5.1 «Сохранение продукции» и др.

Кроме этого, ИСО/ТС 29001 : 2003 требует документального оформления всякого разрешения на отступление от требований

(раздел 8.3.1), а также обеспечения эффективности предпринятых корректирующих и предупреждающих действий (разделы 8.5.2.1 и 8.5.3.1 спецификации). Вводится такое понятие, как «план действий по устранению выявленных несоответствий» (раздел 8.2.2.2). Требуется установление определенного срока для предоставления плана действий.

Очевидно, что при увеличении количества документов и установленных ими требований, значительно растет число критериев аудита, на соответствие которым проверяется процесс СМК. Увеличение числа документов СМК приводит к значительным затратам времени, которое требуется аудиторам на подготовку и анализ материалов. Предложено использовать электронный опрос участников целевой группы (ЦГ) аудируемого процесса. Процедура проведения электронного опроса позволяет выявить дублирующие функции подразделений, что не всегда возможно при проведении внутреннего аудита отдельно взятого (изолированного) процесса на месте. Например, в ходе опроса было выявлено, что технологические паспорта на секции насосов заполнялись контролерами бюро технического контроля в цехе сборки и сотрудниками отдела испытаний и анализа, причем формы паспортов незначительно отличались. Для устранения данного несоответствия форма паспорта была согласована и утверждена, а ведение технологических паспортов закреплено за отделом испытаний и анализа.

Использование локальной компьютерной сети для целей внутреннего аудита позволяет повысить степень его информативности и оперативности, тем самым улучшить гибкость и управляемость СМК предприятия. Кроме того, результаты электронных опросов служат дополнительными входными данными для проведения аудитов на месте. Используя данные электронных опросов, внутренние аудиторы знают, на какую деятельность и объекты необходимо обратить большее внимание для поиска и верификации требуемых свидетельств аудита.

Сложность производимой продукции и производственных процессов учитывается в процедурах формирования целевой и аудиторских групп. Например, в состав ЦГ аудируемого процесса «Производство продукции. Сборка насосов» входят сотрудники цеха механической обработки, отдела входного контроля, конструкторского отдела погружных насосов (это процессы-«поставщики»), отдела испытаний и анализа (процесс – «потребитель»). Сотрудники этих подразделений выполняют работу на различных этапах производства, что в совокупности дает информацию о работе процесса. Реализация данных процедур позволяет повысить информативность аудита именно в области функционирования производственных процессов.

Реализация процедуры формирования базы вопросов для проведения электронного опроса с привлечением персонала предприятия из «подразделений-поставщиков» и «подразделений-потребителей» позволяет выявлять проблемы не только в работе отдельного процесса, но и во взаимодействии процессов СМК. Например, при составлении вопросов сотрудниками отдела входного контроля для отдела снабжения (процесс С 1.4 «Закупки») были выявлены несоответствия по срокам предоставления и объему необходимых документов (планов, накладных, сертификатов). В дальнейшем это было согласовано между отделами и отражено в документированной процедуре предприятия.

Процедура обеспечения компетентности аудиторской группы, состоящая из обучения аудиторов на базе предприятия, оценки их знаний с применением локальной компьютерной сети предприятия и способа формирования аудиторской группы, позволяет учитывать особенности производства и взаимосвязь многочисленных процессов, которые образуют СМК предприятия. Основной акцент при проведении обучения внутренних аудиторов делается на анализ документов СМК предприятия, обзор критериев и свидетельств аудита процессов, для которых запланированы проверки на текущий период.

Процедура комплексной обработки данных и анализа направлена на сопоставление результатов электронного опроса и аудита на месте с целью выявления проблем во взаимодействии процессов СМК и определения причин их появления. Это позволяет руководству оперативно разрабатывать управленческие решения.

Методика направлена на переход от аудитов подразделений к аудитам межфункциональным, тем самым выявляя проблемы взаимоотношений и устраняя барьеры между подразделениями относительно каждого процесса СМК.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ИСО/ТС 29001 (ISO/TS 29001). Спецификация на программы качества для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности : перевод компании Quality Program Design, Inc. – 2003. – 45 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 26 с.
3. ГОСТ Р ИСО 19011–2003. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 24 с.

*ТГТУ, кафедра «Автоматизированные системы и приборы»*

*Т.И. Чернышова, М.И. Нистратов*

#### **МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ВЛАЖНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Метрологическая надежность (МН) является характеристикой качества измерительных средств (ИС), определяющей их свойство сохранять во времени метрологические характеристики в пределах установленных норм при эксплуатации в заданных режимах и условиях использования. В общем потоке отказов ИС доля метрологических отказов составляет, по разным оценкам, от 40 до 100 % [1].

Особенность метрологических отказов измерительных средств состоит прежде всего в скрытом постепенном характере их проявления. Такие отказы не удастся описать методами классической теории надежности (экспоненциальным законом, законом Пуассона). Поэтому для оценки показателей МН приходится использовать другие математические методы [2]. Кроме того, в реальных условиях эксплуатации ИС подвергаются воздействию окружающей среды. Продолжительность этих воздействий ускоряет процесс старения ИС, сопровождающийся ухудшением их метрологических характеристик.

Разработка методов оценки МН ИС с учетом воздействия внешних влияющих факторов является задачей, решение которой позволит потребителю более точно определить МН на любой момент времени их эксплуатации в реальных условиях, правильно выбрать сроки проверок и профилактических работ.

Для решения задачи оценки МН разработан метод аналитико-вероятностного прогнозирования состояния метрологических характеристик и показателей метрологической надежности измерительных средств [3].

Недостатком метода, существенно сокращающим возможности его использования, является неучет влияния внешних факторов на параметры комплектующих элементов ИС. Поэтому представляется целесообразным оценка показателей МН при эксплуатации ИС в условиях, отличающихся от лабораторных. В качестве определяющего внешнего фактора в статье рассматривается влажность окружающей среды. Проникновение влаги внутрь компонентов приводит к изменению параметров комплектующих элементов, а также ускоряет старение элементной базы ИС, тем самым снижая метрологический ресурс. Таким образом, скорость изменения метрологической характеристики во времени зависит от условий эксплуатации ИС. Для выявления влияния условий эксплуатации на параметры процесса изменения во времени метрологической характеристики ИС требуется определить зависимости скорости изменения параметров комплектующих элементов ИС во времени от внешних влияющих факторов (таких, как температура, влажность).

Исходными данными при этом могут быть справочные значения, описывающие скорость старения комплектующих элементов при нормальных условиях  $v_0 = \frac{d\xi}{dt}$  и экспериментально определяемые параметры законов ускоренного старения.

Проведенный анализ показал, что изменение параметров элементов обусловлено как параметрическими, так и структурными изменениями. Параметрические изменения обусловлены влиянием свойств внешней среды на параметры материалов компонентов (проводимость, диэлектрическая постоянная и т.д.). Параметрические изменения характеризуются коэффициентом влажности, описывающим относительное изменение параметра элемента при изменении влажности. Например, влажностный коэффициент емкости  $\beta_c$  определяется как относительное изменение емкости при изменении относительной влажности на 1 %

$$\beta_c = \frac{2(C - C_0)}{(C + C_0)(F - F_0)}, \quad (1)$$

где  $C_0$  – емкость при относительной влажности  $F_0$  (нормальные условия эксплуатации);  $C$  – емкость при относительной влажности  $F$  (условия эксплуатации ИС).

Структурные изменения обусловлены физико-химическими процессами, протекающими в материалах с течением времени (диффузия, коррозия, гидролиз и т.д.), то есть они описывают старение элементов. Скорость старения при нормальных условиях  $v_0$  характеризуется справочными данными – максимальным изменением параметра элемента  $\varepsilon_\xi$  за срок сохранности  $\tau$ .

При длительном подвергании элементов повышенной влажности окружающей среды скорость старения возрастает. Количественно ускоренное старение характеризуется коэффициентом ускорения и описывается уравнением Холлберга-Пека [4]

$$A_F = \frac{v}{v_0} = \left(\frac{F}{F_0}\right)^n \exp\left(\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right), \quad (2)$$

где  $E_a$  – энергия активации деградиационного процесса, эВ;  $k$  – константа Больцмана ( $8,617385 \cdot 10^{-5}$  эВ · К<sup>-1</sup>);  $n$  – степенной показатель;  $T$  – температура в нормальных условиях.

То есть, ускоренное старение описывается выражением

$$v = v_0 \left(\frac{F}{F_0}\right)^n \exp\left(\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right). \quad (3)$$

С учетом выражений (2), (3) математическая модель изменения во времени параметров элементов, учитывающая влияние влажности на процесс старения, имеет вид

$$\begin{aligned} \xi(F, t) &= \xi_0(1 + v_0 A_F t)(1 + \beta(F - F_0)) = \\ &= \xi_0 \left(1 + \frac{\varepsilon_\xi}{\tau} \left(\frac{F}{F_0}\right)^n \exp\left(\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) t\right) (1 + \beta(F - F_0)), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\xi(F, t)$  – изменение во времени параметра элемента, учитывающее влияние влажности окружающей среды.

Таким образом, используя в процедуре статистического моделирования математические модели элементов вида (4), возможно оценить метрологическую надежность исследуемых ИС с учетом влажности окружающей среды.

Основным показателем МН является метрологический ресурс, определяемый временем пересечения реализаций нестационарного случайного процесса изменения метрологической характеристики границ поля допуска. Решение задачи прогнозирования метрологического ресурса рассмотрено на примере исследования преобразователя напряжение-частота.

Произведен анализ метрологического ресурса преобразователя напряжение-частота. Нормируемой метрологической характеристикой преобразователя является основная относительная погрешность  $\delta$ . Проведено статистическое моделирова-

ние коэффициента преобразования и основной относительной погрешности во времени эксплуатации с учетом влияния влажности на элементную базу блока по выражениям вида (4).

По результатам статистического моделирования была построена математическая модель метрологической характеристики ИС и найден метрологический ресурс преобразователя. Уравнение метрологической исправности блока запишется в виде

$$\left| \frac{K_{\text{пр}} - K_{\text{пр}}^{\text{H}}}{K_{\text{пр}}^{\text{H}}} \right| < \delta_{\text{доп}}, \quad \delta_{\text{доп}} = \pm 5 \%, \quad (5)$$

где  $\delta_{\text{доп}}$  – допустимое значение основной относительной погрешности преобразователя;  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент преобразования преобразователя напряжение-частота;  $K_{\text{пр}}^{\text{H}}$  – номинальный коэффициент преобразования.

Результаты моделирования показали, что при относительной влажности  $F = 50 \%$  метрологический ресурс составил 45 500 ч, при  $F = 93 \%$  метрологический ресурс составил 18 940 ч. То есть при увеличении относительной влажности окружающей среды с 50 до 93 % при температуре окружающей среды  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  метрологический ресурс уменьшился в 2,4 раза при доверительной вероятности  $P = 0,9973$ . Таким образом, концентрация влаги в воздухе оказывает существенное влияние на величину метрологического ресурса и метрологическую надежность электронных измерительных средств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридман, А.Э. Теория метрологической надежности средств измерений / А.Э. Фридман // Измерительная техника. – 1991. – № 11. – С. 3 – 10.
2. Динамика погрешностей средств измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф, В.С. Лабунец. – Л.: Энергоатомиздат; Ленингр. отд-ние, 1990 – 192 с.
3. Мищенко, С.В. Метрологическая надежность измерительных средств / С.В. Мищенко, Э.И. Цветков, Т.И. Чернышова. – М.: Машиностроение, 2001. – 218 с.
4. Stewart Peck, D. Comprehensive Model for Humidity Testing Correlation / D. Stewart Peck // 24<sup>th</sup> Annual Proceedings of the International Reliability Physics Symposium. – IEEE, 1986. – P. 44 – 50.

*ГТТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»*

*С.В. Мищенко, А.О. Дмитриев, С.О. Дмитриев*

#### **ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЯЗУЮЩИХ ПРИ ОТВЕРЖДЕНИИ КОМПОЗИТОВ**

Полимерные композиционные материалы на основе терморезистивных связующих в настоящее время являются одними из наиболее перспективных конструкционных материалов. Необходимым условием высокого качества изделий из композитов является оптимальный технологический процесс их получения, спроектировать который возможно только на основе методов математического моделирования.

До недавнего времени при расчете температурно-временного режима отверждения композитов в математической модели учитывали только процессы теплопереноса и химической кинетики. При вакуумном формовании изделий из композитов под технологическим давлением имеет место также течение или фильтрация связующего из препрега во впитывающий слой через перфорированную пленку, которое существенно влияет на температурно-временной режим отверждения. Стандартных методик и аппаратурного оформления для исследования параметров процесса течения связующего в препреге через слой наполнителя не существует. Поэтому актуальной является разработка метода и измерительного устройства для определения реологических характеристик связующего в процессе отверждения композитов.

Для проведения экспериментов по определению реологических характеристик, т.е. энергии активации вязкого течения  $E_{\text{ц}}$ , эффективной или структурной составляющей вязкости связующего при отверждении  $\tilde{\mu}(\beta)$  одновременно с теплофизическими и кинетическими характеристиками разработано измерительное устройство, работающее в составе информационно-измерительной системы [1]. Конструкция измерительного устройства благодаря возможности создания и измерения давления на образец, а также измерения его толщины во времени позволяет определять реологические характеристики при продольном течении связующего в исследуемом образце ПКМ, т.е. используется принцип реометра сжатия или пластометра [2]. Исследование реологических характеристик при поперечном течении связующего в разработанной измерительной ячейке без специальной доработки невозможно, так как верхний и нижний нагреватели не дают возможности поперечного течения. Поэтому для определения реологических характеристик при поперечном течении связующего конструкция измерительной ячейки доработана и разработана специальная вставка, позволяющая создавать условия поперечного течения или фильтрации и тем самым имитировать процессы, протекающие при вакуумном формовании и отверждении в технологическом пакете.

Основой вставки является квадратное фторопластовое основание, в днище которого просверлены тонкие отверстия. В нижней части основания отверстия соединены между собой каналами, предназначенными для оттока связующего. Для предотвращения продольного течения вокруг основания имеется боковина, состоящая из 4-х фторопластовых брусков. Боковина имеет легко разбираемую конструкцию и скрепляется винтами. В собранном виде между боковиной и основанием имеется небольшой зазор, позволяющий им свободно перемещаться относительно друг друга. Для исключения утечек связующего в верхней части между боковиной и верхним нагревателем снизу боковина оснащена пружинами, создающими прижим к верхнему нагревателю.

При исследовании реологических характеристик поперечного течения связующее вытекает в отверстия основания, при этом толщина образца уменьшается, и боковина вместе с верхним нагревателем измерительной ячейки благодаря зазору и пружинам свободно перемещается вниз. Фторопластовая конструкция вставки выбрана из соображений плохой адгезии связующих к фторопласту и сравнительно высокой термостойкостью.

Зарегистрированные при исследовании и обработанные по соответствующим алгоритмам экспериментальные данные позволяют получать все основные параметры математической модели процесса отверждения, т.е. энергия активации вязкого течения, структурная составляющая вязкости, а также ТФХ, мощность тепловыделений и кинетические параметры отверждения, необходимые для расчета реологических характеристик.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интегрированная информационно-измерительная система исследования, проектирования, контроля и управления процессом отверждения полимерных композитов / С.В. Мищенко, О.С. Дмитриев, И.С. Касатонов, А.В. Шаповалов // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации : тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Измерения-2002». – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – С. 86–87.
2. Малкин, А.Я. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения / А.Я. Малкин, А.Е. Чалых. – М. : Химия, 1979. – 304 с.

ТГТУ, кафедра физики

*Р.В. Ивашкин*

### ПОВЫШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Одной из главных характеристик показателей качества электронных средств измерений (СИ) является метрологическая надежность (МН). Под МН понимается свойство СИ сохранять во времени метрологические характеристики (МХ) в пределах установленных норм при эксплуатации в заданных режимах и условиях использования, хранении и транспортировании. Следовательно, МН определяется нестационарным случайным процессом изменения во времени нормируемых метрологических характеристик исследуемых СИ [1].

Основными показателями метрологической надежности СИ являются метрологический ресурс (МР), определяемый временем выхода нормируемых метрологических характеристик за допустимые пределы, и вероятность метрологической исправности СИ в произвольные моменты времени эксплуатации.

К основным функциональным узлам, входящим в СИ относится измерительный канал (ИК). Метрологические свойства СИ в наибольшей степени определяются метрологическими свойствами ИК. Увеличивая значения МР аналогового блока (АБ) измерительного канала, можно повысить метрологический ресурс измерительного канала в целом.

Сложность оценки основных метрологических характеристик СИ приводит к необходимости использовать имитационное моделирование. Имитационное моделирование на цифровых вычислительных машинах является одним из наиболее мощных средств исследования. Как и любое компьютерное моделирование, оно дает возможность проводить вычислительные эксперименты с еще только проектируемыми и уже находящимися в эксплуатации СИ.

Для повышения МН предложена методика оценки и прогнозирования МН при проектировании и эксплуатации электронных СИ, основанной на подборе соответствующей требуемой метрологической стабильности блока элементной базы. Схема алгоритма, определяющего основные разделы методики, представлена на рис. 1.

Метод разработан на существующем обобщенном методе оценки МН СИ, принцип которого основан на аналитико-вероятностном подходе к определению показателей МН проектируемых средств с использованием принципов статистического моделирования, изложенного в [1].

В начале задача сводится к нахождению метрологического ресурса  $t_{pi}$  каждого аналогового блока, входящего в измерительный канал СИ и выбора среди  $t_{pi}$  минимального значения, так как минимальное значение метрологического ресурса задает метрологический ресурс всего канала.

Определение метрологического ресурса каждого аналогового блока проектируемого СИ представляет собой решение задачи определения момента времени  $t_p$ , в который метрологическая характеристика с заданной доверительной вероятностью достигнет предельно допустимого значения ( $S_{доп}$ ).

Вычисление предельно допустимого значения МХ основано на методе моментов [2]. Сущность метода моментов состоит в том, что при расчете  $S_{доп}$  вместо закона распределения случайных величин используют моменты их распределений (числовые характеристики случайных величин).

Далее задача повышения метрологического ресурса проектируемого аналогового блока сводится к подбору элементной базы так, чтобы при данном схемотехническом решении скорости и направления изменения параметров элементов схемы в результате старения и температурного дрейфа наиболее полно компенсировали влияния друг друга



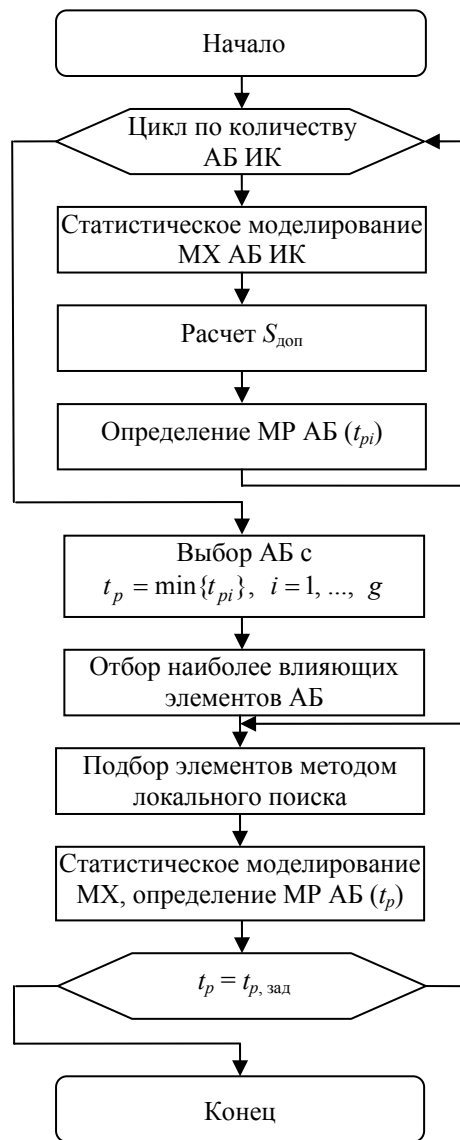


Рис. 1. Алгоритм повышения метрологического ресурса

на процесс изменения во времени МХ аналогового блока, и таким образом достичь требуемого значения метрологического ресурса проектируемого аналогового блока измерительного канала СИ.

Оценить степень влияния комплектующего элемента аналогового блока на величину нормируемой метрологической характеристики можно, как показано в [1].

Выделенные элементы методом локального поиска (конфигураций) заменяются на аналогичные, с иными характеристиками, при условии сохранения работоспособности схемы аналогового блока. Производится оценка метрологического ресурса блока. Действия будут повторяться до тех пор, пока требуемое значение метрологического ресурса не будет достигнуто.

Реализация такого алгоритма и методики в целом невозможна без программного обеспечения. Имитационное моделирование проводилось в среде визуального проектирования Borland Delphi фирмы Borland Software Corporation с использованием языка высокого уровня pascal, что позволило создать программный продукт, с помощью которого можно легко оценить метрологический ресурс и пути его повышения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мищенко, С.В. Метрологическая надежность измерительных средств / С.В. Мищенко, Э.И. Цветков, Т.И. Чернышова. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 96 с.
2. Цветков, А.Ф. Расчет допусков в радиоэлектронной аппаратуре : учеб. пособие / А.Ф. Цветков. – Рязань : Рязанский радиотехнический институт, 1980.

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

Предлагается адаптивный по энергетическим параметрам метод неразрушающего контроля многослойных (трехслойных) теплозащитных покрытий и изделий, сущность которого заключается в следующем [1].

Для определения ТФС наружных слоев конструкции 1 над ними помещают точечный источник тепловой энергии 2 (лазер) и термоприемники 3 и 4 (рис. 1), один из которых сфокусирован в точку теплового воздействия источника, а другой – в точку поверхности этого слоя, находящуюся от центра пятна нагрева на расстоянии  $x = h_1$ , равном толщине первого слоя конструкции.

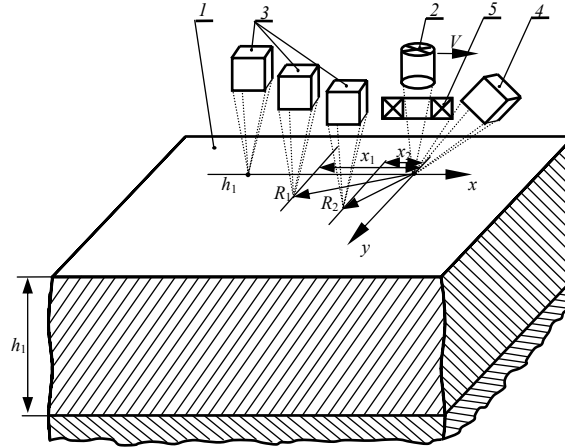


Рис. 1. Схема расположения источника тепла и термоприемников при определении ТФС наружных слоев трехслойной конструкции

Далее начинают перемещение источника энергии 2 и термоприемников 3 и 4 над исследуемым изделием 1 со скоростью  $V$ . При этом осуществляют широтно-импульсную модуляцию лазерного луча, прерывая его фотозатвором 5 и изменяя при этом мощность тепловых импульсов, наносимых на поверхность исследуемого тела).

Увеличение мощности тепловых импульсов  $Q_i$  осуществляют до тех пор, пока в точке поверхности  $x = h_1$  появится избыточная температура, равная  $0,1 \dots 0,2$  К. При этом термоприемником 4, сфокусированным в центр пятна нагрева источника, измеряют в паузах между тепловыми импульсами избыточную температуру поверхности слоя, исключая тем самым прямое попадание на термоприемник (инфракрасный первичный преобразователь температуры) части энергии лазерного луча, отраженного от поверхности исследуемого слоя.

Определив верхний допустимый предел мощности тепловых импульсов  $Q_{max}$ , фокусируют термоприемник 3 в точку поверхности первого наружного слоя исследуемого объекта, находящуюся на расстоянии  $R_1$  от центра пятна нагрева лазера (рис. 1) и начинают перемещение источника энергии и термоприемника над исследуемым изделием со скоростью  $V$ . Расстояние  $R_1$  задают меньше величины  $h_1$ , например, можно задать  $R_1 = h_1/2$ .

Затем увеличивают мощность тепловых импульсов в соответствии с заданными зависимостями до тех пор, пока установившееся значение избыточной температуры в точках контроля  $R_1$  и  $R_2$  станет равным двум наперед заданным значениям  $T_{зад1}$  и  $T_{зад2}$ . По найденным значениям мощностей  $Q_{x1}$  и  $Q_{x2}$ , соответствующих установившимся значениям температуры  $T_{зад1}$  и  $T_{зад2}$ , рассчитываются искомые теплофизические характеристики исследуемого материала по формулам:

$$a = \frac{V[(R_1 - R_2) - (x_1 - x_2)]}{2 \ln \frac{Q_{x1} R_2 T(R_2)}{Q_{x2} R_1 T(R_1)}}, \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{F_{имп} Q_{x1}}{2\pi T(R_1) R_1} \exp\left(-\frac{V(R_1 - x_1)}{2a}\right), \quad (2)$$

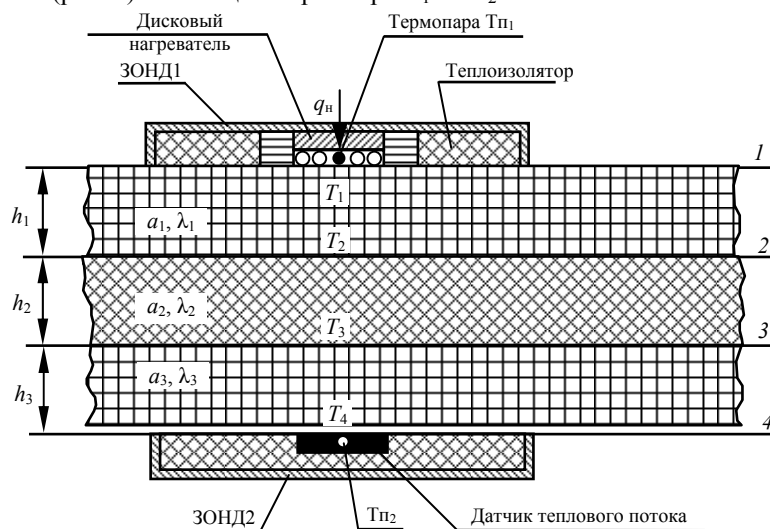
где  $F_{имп}$  – частота тепловых импульсов от источника тепла;  $R = \sqrt{x^2 + y^2}$  – расстояние от точечного источника тепла мощностью  $q$  до точки поверхности полубесконечного в тепловом отношении тела с координатами  $(x, y)$ ;  $T(R_i)$  – температура в  $i$ -й точке на расстоянии  $R$  от источника ( $i = 1, 2$ ).

Для определения ТФС второго наружного слоя конструкции измерительный зонд (лазер и термоприемник) фокусируют на поверхность второго слоя, осуществляют вышеизложенные измерительные процедуры и, определив мощности импульсов  $Q_{x1}^*$  и  $Q_{x2}^*$ , по соотношениям (1) и (2) рассчитывают искомые ТФС второго наружного слоя трехслойной конструкции (оболочки).

Для определения ТФС материалов внутреннего слоя конструкции на каждую из наружных поверхностей полубесконечной в тепловом отношении трехслойной конструкции (рис. 2) устанавливаются по одному зонду, в плоскости контакта первого из которых расположены дисковый нагреватель ДН, а также термопара Тп<sub>1</sub>, помещенная в центр контактной плоскости дискового нагревателя. В плоскости контакта второго термозонда расположены датчик теплового потока  $Tq$ , а в центре круга датчика теплового потока вмонтирована вторая термопара Тп<sub>2</sub>. Нагреватель и термодатчики как первого, так и второго зондов

закрывают по внешней от контактной плоскости стороне теплоизоляционным материалом типа рипора или асбеста, обеспечивая направленное движение тепловых потоков на наружную поверхность конструкции и препятствуя теплообмену в других направлениях, тем самым обеспечивая реализацию адиабатического режима нагрева.

При определении ТФС материалов внутреннего слоя конструкции включают дисковый нагреватель ДН и осуществляют подвод к поверхности конструкции удельного теплового потока через круг до тех пор, пока на противоположной поверхности конструкции появится тепловой поток. Измеряют при этом величину установившегося теплового потока  $Q_{x3}$ , а также температуру в плоскостях 1 и 4 (рис. 2) с помощью термпар Тп1 и Тп2.



**Рис. 2. Схема расположения источника тепла и термодатчиков при определении ТФС внутреннего слоя трехслойной конструкции**

Искомый коэффициент теплопроводности внутреннего слоя конструкции определяется по соотношению

$$\lambda_2 = \frac{q_x h_2}{(T_2 - T_3)} = \frac{q_x h_2}{\left(T_1 - q_x \frac{h_1}{\lambda_1}\right) \left(T_4 - q_x \frac{h_3}{\lambda_3}\right)}. \quad (3)$$

Для определения коэффициента температуропроводности внутреннего слоя конструкции используют аналитическое решение [2], описывающее распределение температуры по толщине  $h_2$  слоя материала и во времени  $\tau$  при использовании модели полупространства и имеющее вид

$$T_2 - T_3 = \Delta T(h_2, \tau) = \frac{2q_x}{\lambda} \sqrt{a_2 \tau} \operatorname{ierfc} \left( \frac{h_2}{2\sqrt{a_2 \tau}} \right). \quad (4)$$

Имея информацию о  $\lambda$  и  $q_x$  и используя известные подробные таблицы для определения функции кратного интеграла вероятности  $\operatorname{ierfc} z$ , численным методом из выражения (4) легко определить искомый коэффициент температуропроводности  $a_2$ .

Отличительной особенностью созданного метода и реализующей его измерительной системы является адаптация энергетических параметров теплофизического эксперимента, обеспечивающего полную гарантию сохранения целостности исследуемых объектов с высокой точностью и достоверностью получаемых результатов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. РФ № 2245538 С1, G 01 N 25/18. Способ неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов многослойных конструкций / Чернышов А.В. ; опубл. 27.01.05, бюл. № 3.
2. Козлов, В.П. Двумерные осесимметричные нестационарные задачи теплопроводности / В.П. Козлов ; под ред. А.Г. Шашкова. – Минск : Наука и техника, 1986. – 392 с.

*ТГТУ, кафедра «Криминалистика и информатизация правовой деятельности»*

**Д.Е. Жидков**

### ЗАДАЧА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТИРУЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Основной характеристикой качества результатов измерений является точность, под которой понимается степень их близости к истинным значениям измеряемых величин. Мерой точности служит погрешность. В силу физических, информационных и технических ограничений результат измерений всегда отличается от истинного значения. Следовательно, погрешность присуща всем результатам измерений. Анализ погрешностей результатов измерений и их характеристик составляет содержание метрологического анализа.

Как и истинное значение, погрешность представляет собой математическую абстракцию, введение которой позволяет сформировать эффективные методы анализа характеристик точности результатов измерений, гарантирующих установленную достоверность получаемых оценок при данном объеме априорных знаний.

Анализ свойств результатов измерений предполагает определение их погрешностей. Теоретические исследования погрешностей проводятся либо на основе их аналитического описания, либо с помощью имитационного моделирования. Экс-

периментальное исследование погрешностей опирается на их определение с помощью эталонных измерительных средств. Во всех случаях анализ погрешностей производится с использованием априорных знаний об объекте, условиях, процедуре и средствах измерений. Степень адекватности используемых априорных знаний реальным объектам, условиям, процедурам и средствам измерений в значительной степени определяет достоверность результатов анализа. В [1] рассматриваются возможные методы анализа погрешностей: расчетный на аналитической основе, с помощью имитационного моделирования, с помощью метрологического эксперимента и их комбинаций.

Формализованное представление измерительной процедуры в виде последовательности элементарных преобразований входного воздействия обеспечивает возможность аналитического описания погрешностей. Действительно, представив результат измерения в виде функции

$$\lambda_j^* = R_m \dots R_1 \gamma_j(t) = F_{\lambda}(\{\alpha_s\}_{s=1}^{S'_\alpha}, \{\alpha_{sj}\}_{s=1+S_\alpha}^{S'_\alpha}),$$

для полной погрешности получим

$$\lambda_j^* = F_{\lambda}(\{\alpha_s\}_{s=1}^{S'_\alpha}, \{\alpha_{sj}\}_{s=1+S_\alpha}^{S'_\alpha}) - \lambda_j = F_{\Delta}(\{\alpha_s\}_{s=1}^{S'_\alpha}, \{\alpha_{sj}\}_{s=1+S_\alpha}^{S'_\alpha}, \lambda_j),$$

где  $\{\alpha_s\}_{s=1}^{S'_\alpha}$  и  $\{\alpha_{sj}\}_{s=1+S_\alpha}^{S'_\alpha}$  – соответственно, совокупности детерминированных и случайных параметров, определяющих  $\lambda_j^*$ .

Эти параметры входят в состав априорных знаний, представленных математическими моделями объекта ( $M_x$ ), условий ( $M_y$ ), процедуры ( $L_{\gamma_j}(t)$ ) и средств измерений  $\{M_{ui}\}_{i=1}^m$ . Вид зависимостей  $F_{\lambda}(\cdot)$  и  $F_{\Delta}(\cdot)$  определяется видом уравнения измерений, а также отношениями, входящими в состав используемых математических моделей.

Развитие измерительной техники, помимо прочего, связано с появлением и широким использованием все более сложных измерительных процедур (алгоритмов измерений), требующих соответствующего усложнения организации функционирования измерительных средств. Широкое использование процессорных измерителей для выполнения косвенных и статистических измерений, измерений с коррекцией и адаптивных, т.е. итеративных измерений, а также появление виртуальных и интеллектуальных средств – все это требует соответствующего развития методов и средств метрологического анализа. Именно этим обусловлено возрастание роли имитационного моделирования, которое становится неотъемлемой частью метрологического обеспечения современных измерений.

В [2, 3] имитационное моделирование, понимаемое как моделирование, при котором осуществляется прямая подстановка чисел, воспроизводящих внешние воздействия, параметры и переменные процессов, в математическую модель процедуры измерений (уравнение измерений), позволяет получать результаты в тех случаях, когда использование аналитического представления погрешностей затруднительно из-за необходимости обращаться к допущениям и аппроксимациям, недопустимо снижающим достоверность получаемых результатов.

Как и при аналитическом описании погрешностей, для воспроизведения измерительного эксперимента требуется знание вида аналитико-алгоритмического уравнения измерений, а также математических моделей измерительных модулей. Поскольку входное воздействие и ряд фигурирующих в моделях параметров — случайные величины, их воспроизведение может выполняться с использованием соответствующих генераторов случайных чисел, что требует знания распределений вероятностей этих случайных величин. С использованием имитационного моделирования можно оценивать как полные погрешности, так и их компоненты, методические и инструментальные, а также все виды относительных погрешностей. При этом последовательность отображений, представляющая воспроизведение  $j$ -го измерительного эксперимента (имитация  $j$ -го измерительного эксперимента) имеет вид

$$\begin{aligned} \gamma_{имj} &\rightarrow R_{имi} \gamma_{имj} \rightarrow R_{имi-1} \dots R_{им1} \gamma_{имj} \rightarrow \lambda_{имj}^* = \\ &= R_{имm} \dots R_{им1} \gamma_{имj} \rightarrow \gamma_{имj}^* - F_{им} \gamma_{имj} = \Delta_{им}^* \lambda_{имj}^*. \end{aligned}$$

где  $\gamma_{имj}$  – воспроизведенное в числовой форме входное воздействие в  $j$ -м измерительном эксперименте (в общем случае массив числовых значений);  $R_{имi}$  – воспроизведение в числовой форме  $i$ -го измерительного преобразования;  $\lambda_{имj}^*$  – воспроизведенный в числовой форме результат измерений в  $j$ -м измерительном эксперименте;  $F_{им} \gamma_{имj}$  – воспроизведение в числовой форме истинного значения измеряемой величины в  $j$ -м измерительном эксперименте;  $\Delta_{им}^* \lambda_{имj}^* = \lambda_{имj}^* - F_{им} \gamma_{имj}$  – оценка погрешности результата измерений в  $j$ -м измерительном эксперименте, полученная с помощью имитационного эксперимента.

Аналитическое описание погрешностей и применение для их оценивания имитационного моделирования опираются на знания, сформированные с использованием накопленного опыта и теоретических построений.

Непосредственное определение погрешностей проводится экспериментально, и только так может быть установлена реальная точность измерений. Процедура установления погрешностей опытным путем – метрологический эксперимент выполняется с помощью специальных измерительных средств, называемых эталонными. В определенном смысле создание и применение эталонных измерительных средств могут быть определены понятием метаметрология, достижения которой обуславливают текущий уровень измерительной техники. Состав априорных знаний, необходимых для выполнения метрологического эксперимента заметно отличается от состава априорных знаний, используемых при аналитическом описании погрешностей и их оценивании с помощью имитационного моделирования. Не требуется знания моделей измерительных модулей. Достаточно располагать сведениями о свойствах входного воздействия и виде функциональной связи между входным воздействием и измеряемой величиной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цветков, Э.И. Основы математической метрологии / Э.И. Цветков. – СПб. : Политехника, 2005. – 510 с.
2. Цветков, Э.И. Алгоритмические основы измерений / Э.И. Цветков. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 253 с.
3. Цветков, Э.И. Основы теории статистических измерений / Э.И. Цветков. – Л. : Энергоатомиздат, 1986. – 254 с.

*ГГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»*

*А.А. Селиванова, С.Е. Боева, Е.И. Мельникова*

### ПРИМЕНЕНИЕ МОНОСЕНСОРНОЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОСМОФОРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

Промышленная переработка творожной сыворотки и реализация перспективных направлений ее использования затруднены негативными органолептическими показателями сыворотки (специфический вкус и запах), которые имеют решающее значение при производстве продуктов питания. Одним из источников информации об органолептических свойствах и качестве пищевых продуктов служат осмофорические вещества. В литературе не обнаружено сведений о конкретном веществе или группе веществ, обуславливающих специфический вкус и запах сыворотки. По всей видимости, это комплекс разнородных по своей химической природе веществ, образующихся главным образом в результате действия ферментов на компоненты молока при получении творога или сыра. Наибольшие изменения в молоке при прохождении ферментативных процессов претерпевают казеин и жир. Именно эти компоненты дают основную массу веществ, определяющих тона во вкусе и запахе.

Основные осмофорические компоненты творожной сыворотки идентифицировали газохроматографическим методом. Установлено, что в состав равновесной газовой фазы творожной сыворотки входят масляная, миристиновая, миристоловая, пальмитиновая, стеариновая, капроновая и олеиновая кислоты, этанол, бутанол-1, бутанол-2, а также ацетон, метилэтилкетон, ацетальдегид, этилацетат. Присутствие этих компонентов в творожной сыворотке обуславливает формирование специфического неприятного запаха, вкуса и аромата (табл. 1).

#### 1. Запах, вкус и аромат, обусловленные компонентами творожной сыворотки

Компоненты сыворотки	Запах, вкус, аромат
Масляная, капроновая кислоты	Липолизный (прогорклый), силосный
Ацетон	Сладкий, силосный
Этанол	Сладкий, ванильный, эфирный
Бутанол-1, бутанол-2	Сладкий, эфирный
Этилацетат	Сладкий, фруктовый, эфирный

Для количественного определения осмофорических компонентов применяли метод внутренней нормализации.

Наибольшим содержанием в ряду жирных кислот характеризуется масляная кислота, среди осмофорических веществ других классов – ацетальдегид и этилацетат. Эти соединения отличаются наиболее низкими пороговыми концентрациями среди идентифицированных осмофорических веществ творожной сыворотки. Полученные данные позволяют предположить, что наибольшее влияние на формирование специфического сывороточного запаха оказывают масляная кислота, ацетальдегид и этилацетат.

В ходе исследования в статических условиях был проведен парофазный анализ осмофорических компонентов творожной сыворотки методом пьезокварцевого микровзвешивания с помощью моносенсорной ячейки.

На А1-электроды пьезокварцевого резонатора с собственной частотой колебаний 8...10 МГц микрошприцем наносили раствор модификаторов с последующим удалением растворителя в сушильном шкафу. В качестве модификаторов пьезокварцевого резонатора изучены апиезон-L, бис-(2-цианэтиловый) эфир, полистирол, β-аланин, пчелиный воск, полиэтиленгликоль-2000.

Отбор проб равновесной газовой фазы индивидуальных компонентов творожной сыворотки осуществляли пластиковыми шприцами из стеклянного бюкса, закрытого полупроницаемой крышкой, куда помещали 3 см<sup>3</sup> анализируемого компонента. В ячейку детектирования с модифицированным пьезосенсором вводили определенный объем пробы. Считывание сигналов проводили каждые 5 с до установления равновесия. Изменение частоты колебаний сенсора во времени фиксировали в виде выходной кривой сорбции.

При сорбции аналитов изменяется масса модификатора и, как следствие, частота сенсора (абсолютный отклик  $F_c$ ). Изменение частоты колебаний сенсора во времени ( $\Delta F = F_{пл} - F_c$ ) фиксировали в виде выходной кривой сорбции  $\Delta F = f(\tau)$ .

#### 2. Параметры сорбции паров равновесной газовой фазы индивидуальных компонентов сыворотки

Сорбент	Масса пленки, мкг	Ацетальдегид			Масляная кислота			Этилацетат		
		$\Delta F_c$ , Гц	$a \cdot 10^3$	$\tau$ , с	$\Delta F_c$ , Гц	$a \cdot 10^3$	$\tau$ , с	$\Delta F_c$ , Гц	$a \cdot 10^3$	$\tau$ , с
Пчелиный воск	15,36	30	2,7	30	7	0,6	20	47	4,2	30
Полистирол	14,07	41	2,6	30	9	0,5	10	27	1,7	45
ПЭГ-2000	14,44	131	7,9	10	91	5,5	25	17	1,0	135
β-аланин	13,55	278	17,9	5	119	7,6	15	25	1,6	105
апиезон-L	14,96	50	2,9	25	11	0,6	15	132	7,8	25
бис-(2-цианэтиловый) эфир	12,68	53	3,7	15	8	0,5	15	51	3,5	45

Сорбцию оценивали по величине аналитического сигнала  $\Delta F_c$ , Гц (максимальное изменение частоты колебаний сенсора при сорбции). Относительную эффективность сорбента (сорбционную емкость) рассчитывали по формуле

$$a = \frac{\Delta F_c}{\Delta F_{пл}}$$

Кинетические параметры сорбции оценивали по времени полной сорбции ( $\tau$ , с).

В идентичных условиях определены количественные и кинетические параметры сорбции паров равновесной газовой фазы идентифицированных компонентов (табл. 2).

Получены кривые сорбции, свидетельствующие о существенных различиях кинетических характеристик сорбции паров для изученных модификаторов.

Воронежская государственная технологическая академия,

кафедра «Технология молока и молочных продуктов»

Е.А. Буракова, З.А. Михалева

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ДИСПЕРСИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Углеродные наноматериалы (УНМ) широко используются в качестве армирующих добавок в полимеры, цемент, бетоны, керамику из-за того, что они позволяют резко повысить эксплуатационные характеристики этих композитов.

Затрудняющим обстоятельством достижения близких к теоретическим значениям прочности, модуля упругости и других характеристик является агрегация углеродных наноматериалов в гранулы макроскопического размера (1...500 мкм) при их получении. Процесс образования гранул обусловлен наличием сил связи Ван-дер-Ваальса, которые действуют между отдельными углеродными нановолокнами (УНВ). При внесении их в исходном состоянии в композиты происходит неравномерное распределение в матрице связующего (цемент, бетон и др.) и наблюдается не улучшение, а ухудшение физических и механических свойств (так как гранулы УНМ являются концентраторами напряжений). В настоящее время ведутся поиски оптимальных способов диспергирования УНВ.

Обычно под термином «диспергирование» подразумевают измельчение твердых тел в жидкой среде. Проведя сравнительный анализ различных способов диспергирования, было предложено наиболее перспективным считать ультразвуковое измельчение УНМ в жидкой среде, так как воздействие ультразвука позволяет получать высокодисперсные (средний размер частиц – микроны и доли микрон), однородные и химически чистые смеси в дисперсионной среде. Диспергирование суспензий осуществляется при воздействии ультразвука на агрегаты УНМ, связанные между собой силами слипания, спекания или спайности.

При ультразвуковом диспергировании таких суспензий дисперсность продукта увеличивается на несколько порядков по сравнению с традиционным механическим измельчением.

В основном диспергирование происходит за счет кавитационной эрозии. Кавитация — процесс образования в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. На поверхности агрегатов УНМ есть микротрещины, неровности поверхностей, которые выделяются повышенной концентрацией напряжений, в них происходит образование зародышей кавитационных пузырьков. Под действием интенсивных микропотоков жидкость проникает в поры и трещины, где при захлопывании кавитационных пузырьков возникает мощная ударная волна, разрушающая агрегат.

Эксперименты по диспергированию проводились на ультразвуковой установке серии ИЛ100-6/4. Установка состоит из ультразвукового генератора, магнитострикционного ультразвукового преобразователя (амплитуда колебаний на частоте 22 кГц), закрепленного на штативе. Набор из трех волноводов-излучателей позволяет получать различную амплитуду ультразвуковых колебаний в жидкости. Волноводы изготовлены как акустические трансформаторы амплитуды колебаний с коэффициентом трансформации 1 : 0,5, 1 : 1 и 1 : 2. Все эксперименты проводились с цилиндрическим волноводом, коэффициент трансформации которого составляет 1 : 0,5. Исходная дисперсность УНМ составляла 200 мкм. Состав суспензии: вода и УНМ. После диспергирования суспензии некоторое время отстаивались при комнатной температуре. Дисперсность УНМ определяли с помощью микроскопа МБС-9. Зависимость времени осаждения суспензии от времени диспергирования в ультразвуке представлена в табл. 1.

Так как время осаждения суспензии достаточно продолжительно, то его хватает для того, чтобы внести суспензию с УНМ в матрицу. По результатам экспериментов можно сделать вывод о том, что наиболее мелкая фракция и в большем количестве образуется при диспергировании УНМ в воде в течение 5 мин (рис. 1)

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) позволяют стабилизировать полученную суспензию, т.е. делают ее более устойчивой. В качестве ПАВ использовали ДМФ (диметилформамид ( $\text{HNCO}(\text{CH}_3)_2$ )). Его плотность  $0,945 \text{ г/см}^3$ , температура кипения  $153 \text{ }^\circ\text{C}$ . Эксперименты с ПАВ говорят о том, что минимальная фракция УНМ в присутствии 5 % концентрации ДМФ в суспензии образуется при диспергировании ее в течение 1 мин (рис. 2).

Таблица 1

Время диспергирования, мин	Время осаждения суспензии, ч
1	Не менее 72
2	Не менее 60
3	Не менее 48
5	Не менее 36

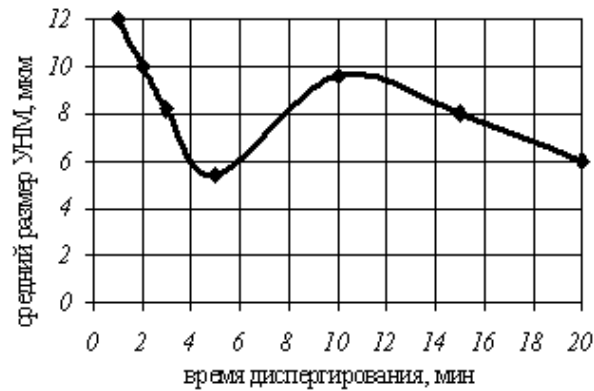


Рис. 1. Зависимость размера УНМ от времени диспергирования УЗ в воде

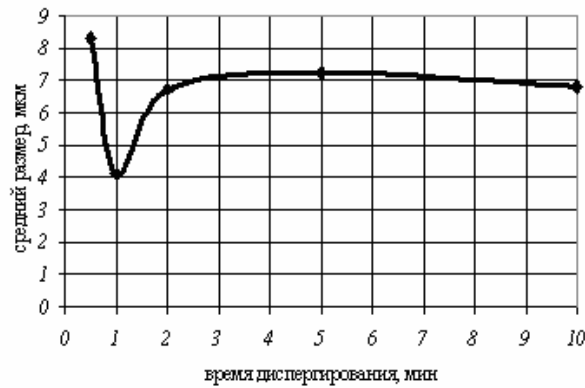


Рис. 2. Зависимость размера УНМ от времени УЗ диспергирования при 5 % концентрации ДМФ

Для определения оптимальной концентрации ДМФ в суспензии, дающей минимальную фракцию УНМ, были проведены эксперименты, для которых обязательным условием при проведении опытов является контроль за нагревом (необходимо не допустить перегрева суспензии). Необходимо полученный раствор охладить до комнатной температуры и оставить на 2 ч. Затем отделить всплывшую часть (легкую фракцию), осадок (тяжелую фракцию), высушить и взвесить УНМ, таким образом определить, сколько остается растворенного УНМ в суспензии. Опытные данные показывают, что при 1 мин УЗ диспергирования масса УНМ, растворенного в ДМФ, самая максимальная и составляет 0,22 г, а оптимальная концентрация ДМФ при этом составляет 5 % от объема дистиллированной воды. При такой концентрации образуется максимальное содержание наименьшей фракции (рис. 3).



Рис. 3. Зависимость размера УНМ от процентного содержания ДМФ при УЗ диспергирования в течение 1 мин

Суспензия с добавлением ДМФ устойчива в течение нескольких часов (этого времени достаточно для внесения УНВ в матрицу) и представляет собой высокодисперсную систему.

Эксперименты по диспергированию УНМ в воде в присутствии диспергатора НФ свидетельствуют о получении минимальной фракции УНМ, которая составляет 3,2 мкм, устойчивость суспензии 10 суток. Оптимальная концентрация диспергатора НФ, при которой образуется наименьшая фракция УНМ, составляет 0,5 %.

Одной из перспективнейших областей применения таких суспензий является внесение их в бетоны, что позволяет повысить их прочность. По внесению диспергированного УНМ в бетоны в настоящее время проводятся эксперименты.

ТГТУ, кафедра «Техника и технологии машиностроительных производств»

## КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫЗВАННЫХ КОЛЕБАНИЯМИ ТВЕРДОСТИ ЗАГОТОВКИ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬЮ ПРИПУСКА НА ОБРАБОТКУ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ

Рассеивание размеров в каждый момент времени определяется влиянием факторов, которые не были учтены при определении систематических погрешностей. Эти факторы связаны с работой станка и инструмента – влияние рабочего на колебания размеров на протяжении обработки при неизменной настройке станка весьма ограничено [1].

Как следует из самого существа понятия «случайная погрешность», расчет этой погрешности для каждого вкладыша невозможен. Однако можно сделать попытку определить величину поля мгновенного рассеивания, соответствующего условиям обработки в момент, когда обрабатывается данный вкладыш.

В производственных условиях, как известно, поступающие партии заготовок отличаются по своим физико-механическим свойствам. Так, точность размеров и формы отверстия зависят от обрабатываемого материала, его однородности и колебаний твердости.

Другой причиной получения отверстий некруглого сечения является неравномерный припуск, которому сопутствуют изменения силы резания, вызывающие смещения и отжим расточной оправки, ослабление крепления детали в приспособлении, неравномерное нагружение лезвий резца и их износ. Полного исключения влияние неравномерного припуска достигают двукратным растачиванием. Однако двукратное растачивание внутренней поверхности вкладыша затруднительно.

Связь точности изготовления деталей с припусками и свойствами материала заготовок сводится к следующему. Значение припуска и характер свойств материала заготовок определяет значение силы резания. Сила резания через жесткость технологической системы трансформируется в относительное упругое перемещение режущего инструмента и заготовки. Схематично связь точности детали со свойствами заготовки представлена на рис. 1 [2, 3].

Под действием сил, действующих в процессе обработки, в технологической системе возникают упругие деформации. Они складываются из деформаций базовых деталей системы, деформаций стыков, а также деформаций соединительных деталей (болты, клинья и др.).

Способность упругой системы оказывать сопротивление действию сил, стремящихся ее деформировать, характеризует ее жесткость. Оценка жесткости производится по отношению нагрузки к получаемому при этом упругому отжатию

$$j = \frac{P_y}{y}, \quad (1)$$

где  $P_y$  – нагрузка, Н;  $y$  – упругое отжатие, мм.



**Рис. 1. Связь точности детали со свойствами заготовки**

Для уменьшения погрешностей обработки, связанных с конечной жесткостью конкретной технологической системы, необходимо либо уменьшать колебания сил резания  $P$ , либо увеличивать жесткость  $j$ . Сила резания  $P$  зависит от параметров обработки и определяется как

$$P = C_{py} t^{X_{py}} S^{Y_{py}} V^{Z_{py}} k_{py}, \quad (2)$$

где  $C_{py}$  – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;  $t$  – глубина резания (припуск на обработку);  $S$  – подача;  $V$  – скорость резания;  $k_{py}$  – поправочный коэффициент;  $X_{py}$ ,  $Y_{py}$ ,  $Z_{py}$  – показатели степени, определяющие влияние на силу резания глубины, подачи и скорости, соответственно.

Для определения погрешности, вызванной колебаниями твердости заготовки и неравномерностью припуска на обработку, вводится уточнение. Уточнение – это отношение одноименных погрешностей заготовки ( $\Delta_{\text{заг}}$ ) и обработанного вкладыша ( $\Delta_{\text{вкл}}$ )



$$\varepsilon = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{вкл}}} . \quad (3)$$

Неточность заготовки отражается на обработанном вкладыше в виде аналогичной неточности: погрешность заготовки «копируется» на вкладыш.

Выберем две точки на детали 1 и 2, такие, что в одной из них глубина резания ( $t_1$ ), а в другой – наименьшая из значений глубин ( $t_2$ ), встречающихся на протяжении обработки данной поверхности. Эти две точки выбираем таким образом, чтобы разность глубин характеризовала неточность заготовки, а разность упругих отжатию – одноименную погрешность вкладыша.

В случае общего изменения размера вкладыша, вызываемого упругим отжатию, которое рассматривается как погрешность обработки ( $\Delta_{\text{вкл}}$ ), сравнивается два случая: когда вкладыш нагружен усилием резания (соответствует глубина резания  $t_1$ ) и когда резание прекращается вследствие отсутствия припуска ( $t_2 = 0$ ). В этом случае припуск и есть погрешность заготовки, т.е.  $\Delta_{\text{заг}} = t$ .

Погрешность заготовки определяется как  $\Delta_{\text{заг}} = t_1 - t_2$ ; погрешность вкладыша измеряется разностью упругих отжатию –  $\Delta_{\text{вкл}} = y_1 - y_2$ .

Тогда уравнение для определения уточнения будет иметь вид

$$\varepsilon = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{вкл}}} = \frac{t_1 - t_2}{y_1 - y_2} \quad (4a)$$

или при  $j_1 = j_2 = j$

$$\varepsilon = \frac{t_1 - t_2}{P_1 - P_2} j . \quad (4b)$$

Если принять  $P_y = \zeta P_z = \zeta C_{pz} t S^q$  и считать жесткость постоянной  $j_1 = j_2 = j$ , то  $y_1 = y_2 = \frac{1}{j} (P_{y_1} - P_{y_2}) = \frac{\zeta C_{pz}}{j} S^q (t_1 - t_2)$ , откуда (при работе в один проход)

$$\varepsilon = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{вкл}}} = \frac{j}{\zeta C_{pz}} \frac{1}{S^q} , \quad (5)$$

где  $j$  – жесткость системы, кг/мм;  $\zeta = \frac{P_y}{P_z}$ ;  $C_{pz}$  – коэффициент, характеризующий материал и зависящий также от геометрии инструмента и степени его остроты;  $S$  – подача, мм/об;  $q$  – показатель при подаче ( $q = 0,75$ ).

$C_{pz}$  можно определить как произведение некоторого коэффициента на значение твердости заготовки, определенной по Викерсу  $HV$ .

Тогда из уравнения для определения уточнения (5) следует, что погрешность вкладыша, вызванная неравномерностью припуска на обработку, будет определяться по формуле

$$\Delta_{\text{вкл}} = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\varepsilon} = \frac{t}{\varepsilon} , \quad (6)$$

где  $t$  – глубина резания (выбирается в зависимости от  $\Delta_{\text{заг}}$ ).

Учитывая, что твердость заготовки можно измерить самыми разнообразными способами, а припуск на обработку заранее известен, то, вводя в память измерительно-управляющей системы активного контроля геометрических параметров вкладышей подшипников [4] параметры твердости и величины припуска для каждой конкретной партии заготовок, можно компенсировать случайную погрешность, вызванную колебаниями твердости заготовок и неравномерностью припуска на обработку.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колев, К.С. Точность обработки и режимы резания / К.С. Колев. – М. : Машиностроение, 1968 – 130 с.
2. Колесов, И.М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностроит. спец. вузов / И.М. Колесов. – 3-е изд. стер. – М. : Высшая школа, 2001. – 591 с.
3. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. – М. : Машиностроение, 1982. – 264 с.
4. Активный контроль толщины стенки вкладышей подшипников / Д.А. Бобаков, А.П. Пудовкин, С.П. Москвитин // Проектирование и технология электронных средств. – 2006. – № 2. – С. 20 – 23.

ТГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»

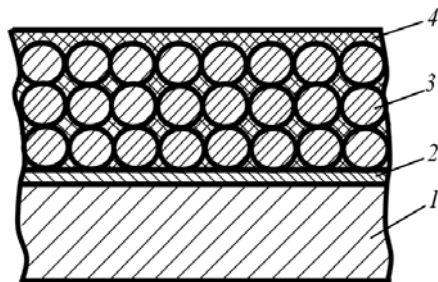
**А.Н. Банников, Т.И. Чернышова**

#### **МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОФТОРПЛАСТОВЫХ ЛЕНТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Современный уровень развития различных отраслей производства непрерывно требует разработки конструкционных материалов со специальными свойствами. Использование многослойных композиций позволяет при сочетании различных металлов и неметаллов получить в производимых из них изделиях высокие эксплуатационные характеристики. Указанное обстоятельство объясняет актуальность и целесообразность в настоящее время производства подшипников скольжения

из металлофторопластовых материалов. Непрерывный технологический контроль параметров таких материалов является важным условием повышения качества производимых из них изделий.

На рис. 1 показан разрез металлофторопластового ленточного материала, из которого изготавливаются подшипники скольжения. Основа материала – стальная лента, на которую нанесен тем или иным способом тонкий пористый металлический слой антифрикционного сплава (бронзовый каркас), сообщающиеся поры которого заполнены фторопластом, образующим на поверхности материала приработочный тонкий слой. Рабочая поверхность антифрикционного слоя не допускает механической обработки резанием, что является причиной повышенных требований к допускам как на общую толщину, так и на толщины слоев производимой ленты и к точности операций штамповки.



**Рис. 1. Структура металлофторопластового ленточного материала:**

1 – сталь; 2 – медь; 3 – бронзовый каркас; 4 – приработочный слой

Методы контроля толщины стальной ленты, толщины и пористости бронзового каркаса достаточно подробно представлены в [1].

Назначение приработочного слоя 4 – сглаживание технологических погрешностей производства, поэтому к нему предъявляются повышенные требования по уровню технологических характеристик, из которых основными являются: равномерность, толщина и концентрации входящих в него компонент.

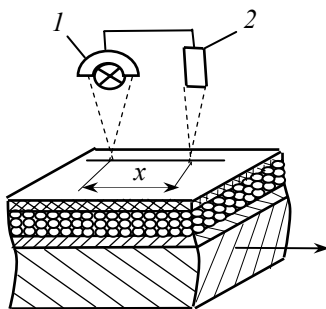
В данной статье описан метод контроля концентрации компонент приработочного фторопластового слоя, сущность которого заключается в следующем.

Для определения теплопроводности материала приработочного слоя осуществляют тепловое воздействие точечным источником тепловой энергии 1 (рис. 2), измеряют избыточную температуру термодатчиком 2 нагреваемой поверхности в точке, расположенной за источником на заданном расстоянии  $x$  по линии движения источника.

Известно [2], что избыточная температура поверхности в точке, перемещающейся вслед за источником по линии его движения со скоростью, равной скорости перемещения источника, определяется формулой

$$T_i(x) = \frac{q_i}{2\pi\bar{\lambda}x}, \quad (1)$$

где  $T_i(x)$  – избыточная температура нагреваемой поверхности полубесконечного изделия в точке, перемещающейся вслед за источником по линии его движения, К;  $q_i$  – мощность источника, Вт;  $\bar{\lambda}$  – среднеинтегральная теплопроводность материала, Вт/(м · К);  $x$  – расстояние между точкой контроля температуры и центром пятна нагрева поверхности исследуемого изделия сосредоточенным источником энергии.



**Рис. 2. Схема метода контроля технологических параметров приработочного слоя:**

1 – источник тепла; 2 – приемник тепла

Тогда из формулы (1) среднеинтегральная теплопроводность исследуемого материала определяется как

$$\bar{\lambda} = \frac{q_i}{2\pi T_i(x)x}. \quad (2)$$

Затем изменяют мощность источника 1 в соответствии с зависимостью

$$q_i = q \left( \frac{20-i}{20} \right), \quad i = 1, 2, \dots, 20, \quad (3)$$

и измеряют термодатчиком 2 новые значения температур при каждой мощности источника энергии, и по формуле (2) определяют новые значения среднеинтегральной теплопроводности материала верхнего слоя. Изменение значения теплопроводности материала верхнего слоя возможно до тех пор, пока глубина прогрева не будет превышать толщину материала верхнего слоя.

Зависимость температуры точки, находящейся на линии источника тепла на расстоянии  $x$ , от мощности источника показана на рис. 3. Точка перегиба  $q_k$  – результат увеличения усредненной теплопроводности приработочного слоя из-за влияния нижнего слоя (бронзового каркаса) и оттягивания им тепловой энергии. Таким образом, по зависимости  $T = f(q)$  может быть определена точка  $q_k$  и рассчитана теплопроводность материала приработочного слоя по формуле (2).

Поскольку приработочный слой представляет собой композиционный материал (фторопласт с наполнителем дисульфид молибдена), то, определив теплопроводность этого материала, можно определить концентрации входящих компонент по зависимости [3]

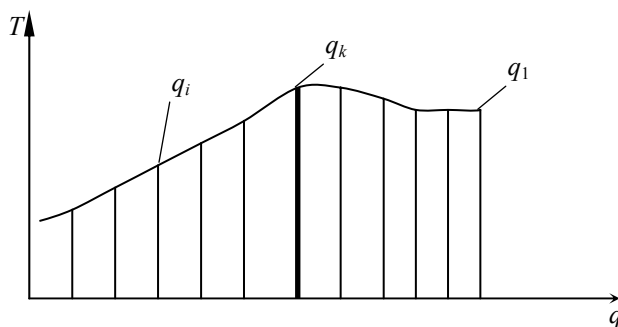


Рис. 3. Зависимость температуры  $T$  точки, находящейся на линии источника тепла на расстоянии  $x$ , от мощности источника  $q$

$$m_2 = \frac{(2 + \nu) \left( \frac{\bar{\lambda}}{\lambda_1} - 1 \right)}{\frac{\bar{\lambda}}{\lambda_1} (\nu - 1) - 2\nu - 1}, \quad (4)$$

где  $\nu = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ ;  $\lambda_1$  – теплопроводность фторопласта-4;  $\lambda_2$  – теплопроводность дисульфида молибдена;  $m_2 = 1 - m_1$ ;  $m_1, m_2$  – объемные концентрации компонент верхнего слоя (соответственно, фторопласта-4 и дисульфида молибдена).

Описанный выше метод контроля концентрации компонент приработочного слоя возможно использовать в системах непрерывного неразрушающего контроля технологических параметров металлофторопластовых материалов при производстве подшипников скольжения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пудовкин, А.П. Метод неразрушающего контроля качества металлофторопластовых материалов / А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышов // Вестник ТГТУ. – 2004. – Т. 10, № 3. – С. 675 – 682.
2. Чернышова, Т.И. Методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов / Т.И. Чернышова, В.Н. Чернышов. – М. : Машиностроение, 2001. – 241 с.
3. Дульнев, Г.Н. Процессы переноса в неоднородных средах / Г.Н. Дульнев, В.В. Новиков. – Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 247 с.
4. Пат. RU 2290604C2 G01B 7/06. Способ непрерывного контроля толщины слоев и пористости металлического каркаса четырехслойного металлофторопластового ленточного материала / Ю.В. Плужников, А.В. Колмаков, А.П. Пудовкин и др. № 2005100895/28 ; заявл. 2005.01.17 ; опубл. 2006.06.20, Бюл. № 48.

ТГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»

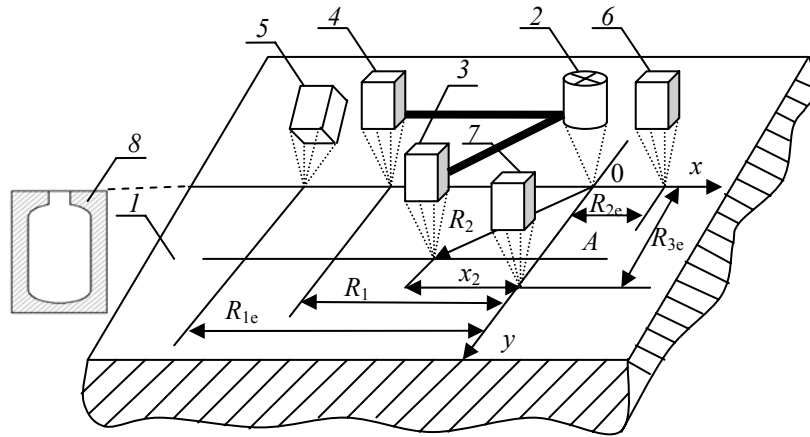
**Э.В. Сысоев, А.В. Чернышов**

#### МЕТОД БЕСКОНТАКТНОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан новый метод неразрушающего контроля (НК) теплофизических свойств (ТФС) вращающихся и движущихся изделий из твердых материалов, учитывающий тепловые потери, происходящие с открытой поверхности исследуемого объекта в окружающую среду. Сущность разработанного метода заключается в следующем. Над исследуемым изделием 1 помещают точечный источник тепловой энергии 2 (лазер) и пять термоприемников 3 – 7, сфокусированных на поверхность, подверженную тепловому воздействию (рис. 1). Перемещение термоприемников 3, 5, 6 осуществляется по оси  $x$ , термоприемника 4 – по параллельной ей прямой  $A$ , а термоприемника 7 – по оси  $y$ . Регулирование величины теплового воздействия на поверхность исследуемого образца осуществляется оптическим затвором, который осуществляет частотно-импульсную модуляцию лазерного луча.

Вначале термоприемником 4 измеряют температуру имитатора «абсолютно черного тела» (АЧТ) 8. Затем термоприемником 4 измеряют температуру исследуемого образца. В результате этого, используя отношение температуры, измеренной термоприемником на поверхности объекта, к температуре измеренной термоприемником на имитаторе АЧТ, определяется коэффициент  $k$ , учитывающий значения степени черноты  $\varepsilon$  поверхности исследуемого образца и прозрачности  $\beta$  окружающей среды. Далее включают источник энергии мощностью  $q_{ит}$  и оптический затвор с начальной минимальной частотой  $F_{min}$  модуляции лазерного луча и начинают перемещение измерительной головки над исследуемым изделием с постоянной скоростью  $V$ . Затем постепенно увеличивают частоту  $F$  [1]. Изменение частоты  $F$  осуществляют до тех пор, пока измеряемая в

точке контроля  $R_1$  избыточная температура станет равной заданному значению температуры  $T_{\text{зад}}$ , величина которой задается не выше 20 % от температуры термодеструкции исследуемого материала. При этом измеряют значение частоты  $F_1$  и значение избыточной температуры  $T(R_2)$ . В этот момент времени начинают перемещение термоприемников 5 – 7 из начальной точки 0. Термоприемник 5 перемещают в сторону отставания от источника энергии, 6 – в сторону опережения источника энергии, а 7 – по линии, перпендикулярной линии движения источника энергии. Перемещение осуществляют до тех пор, пока избыточная температура, измеренная термоприемниками 5, 6 и 7, не станет меньше или равной чувствительности измерительной аппаратуры. При этом фиксируют расстояния  $R_{1e1}$ ,  $R_{2e1}$ ,  $R_{3e1}$ .



**Рис. 1. Схема расположения точечного источника тепла и термоприемников над поверхностью исследуемого образца**

Затем, увеличив заданное значение избыточной температуры  $T_{\text{зад}}$  в два раза, повторяют вышеописанные процедуры измерения. В результате определяют значение параметра  $F_2$ , расстояния  $R_{1e2}$ ,  $R_{2e2}$ ,  $R_{3e2}$ , а искомые ТФС определяют по зависимостям, полученным на основании следующих рассуждений.

Известно [1], что при нагреве поверхности полубесконечного в тепловом отношении тела подвижным точечным источником тепловой энергии избыточная температура поверхности этого тела в точке, перемещающейся вслед за источником тепла по линии его движения и отстающей от него на расстоянии  $R_1$  при частоте следования его тепловых импульсов  $F_1$ , будет определяться следующей зависимостью

$$T_{F_1}(R_1) = \frac{kF_1\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} - q_{\text{кл1}}}{2\pi\lambda R_1}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности изделия, Вт/мК;  $q_{\text{кл1}}$  – потери тепловой мощности в окружающую среду за счет конвективного и лучистого теплообмена при частоте следования тепловых импульсов  $F_1$ , Вт;  $\tau_{\text{имп}}$  – длительность одного теплового импульса, с.

При нагреве поверхности исследуемого тела подвижным точечным источником энергии избыточная предельная температура в точке, перемещающейся со скоростью источника  $V$  и находящейся на расстоянии  $R_2$  от него, определяется зависимостью [1]

$$T(R_2) = \frac{kF_1\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} - q_{\text{кл1}}}{2\pi\lambda R_2 \exp\left(\frac{V(R_2 - x_2)}{2a}\right)}, \quad (2)$$

где  $x_2$  – расстояние между центром пятна нагрева и проекцией точки, расположенной на расстоянии  $R_2$  от него, на линию движения источника тепла, м.

Так как из условия эксперимента  $T_{F_1}(R_1) = T_{\text{зад}}$ , то после математических преобразований выражений (1) и (2) получим формулу для расчета температуропроводности  $a$

$$a = \frac{V(R_2 - x_2)}{2\ln\left[\frac{T_{\text{зад}}R_1}{T(R_2)R_2}\right]}. \quad (3)$$

При увеличении частоты следования тепловых импульсов источника тепла с  $F_1$  до  $F_2$  мощность теплового воздействия на исследуемый объект увеличивается в  $n = F_2/F_1$  раз. Значение избыточной предельной температуры в точке  $R_1$  при частоте следования тепловых импульсов источника тепла  $F_2$  будет определяться следующей зависимостью

$$T_{F_2}(R_2) = \frac{kF_2\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} - q_{\text{кл2}}}{2\pi\lambda R_1} = \frac{knF_1\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} - q_{\text{кл2}}}{2\pi\lambda R_1}, \quad (4)$$

где  $q_{\text{кл2}}$  – потери тепловой мощности в окружающую среду за счет конвективного и лучистого теплообмена при частоте следования тепловых импульсов  $F_2$ , Вт.

При увеличении мощности теплового воздействия в  $n$  раз потери тепловой мощности за счет конвективного и лучистого теплообмена зависят от площади теплоотдающей поверхности и от значений удельных соответствующих тепловых потоков [2]. Граница температурного поля на поверхности исследуемого объекта представляет собой изотерму, имеющую форму

неправильного эллипса, состоящего из двух правильных полуэллипсов. Поэтому площадь теплоотдающей поверхности считается по формуле

$$S = 0,5\pi R_{1e} R_{2e} + 0,5\pi R_{2e} R_{3e} = 0,5\pi R_{2e} (R_{1e} + R_{3e}). \quad (5)$$

Удельные тепловые потоки конвективного и лучистого теплообмена при увеличении мощности теплового воздействия в  $n$  раз практически не изменяются [1]. Таким образом, при увеличении мощности теплового воздействия в  $n$  раз потери тепловой мощности за счет конвективного и лучистого теплообмена увеличиваются так же, как и площадь теплоотдающей поверхности исследуемого объекта в  $S_{F_2}/S_{F_1}$ .

С учетом этого выражение (4) можно записать в следующем виде

$$T_{F_2}(R_1) = \frac{nkF_1\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} - q_{\text{кл1}}S_{F_2}/S_{F_1}}{2\pi\lambda R_1}. \quad (6)$$

Учитывая формулу (5) и принимая во внимание условие равенства  $T_{F_2}(R_1) = 2T_{\text{зад}}$ , после математических преобразований выражений (1) и (6) получим формулу для расчета теплопроводности

$$\lambda = \frac{k\tau_{\text{имп}}q_{\text{ит}} \left( \frac{R_{2e2}(R_{1e2} + R_{3e2})}{R_{2e1}(R_{1e1} + R_{3e1})} F_1 - F_2 \right)}{2\pi R_1 T_{\text{зад}} \left( \frac{R_{2e2}(R_{1e2} + R_{3e2})}{R_{2e1}(R_{1e1} + R_{3e1})} - 2 \right)}. \quad (7)$$

Проведенные экспериментальные исследования разработанного метода подтвердили корректность основных теоретических выводов, положенных в основу его создания, а также эффективность его практического применения в области теплофизических измерений.

Отличительной особенностью разработанного метода является то, что в нем определяется, во сколько раз изменяются тепловые потери за счет конвективного и лучистого теплообмена поверхности исследуемого объекта с окружающей средой при изменении мощности теплового воздействия. Также в предложенном методе определяется коэффициент  $k$ , учитывающий потери, обусловленные поглощением части энергии лазерного луча окружающей средой, а также частичным отражением лазерного луча от поверхности исследуемого объекта.

Все это позволяет практически полностью устранить влияние на результаты измерений тепловых потерь с поверхности исследуемых объектов в окружающую среду, что в итоге существенно повышает метрологический уровень разработанного метода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. № 2211446, МКИ G01 N 25/18. Способ бесконтактного контроля теплофизических свойств материалов и устройство для его осуществления / Э.В. Сысоев, А.В. Чернышов ; заявл. 26.06.2001 ; опубл. 27.08.2003. – 14 с.
2. Лыков, А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – М. : Госэнергоиздат, 1963. – 535 с.

*ТГТУ, кафедра «Криминалистика и информатизация правовой деятельности»*

*А.С. Григорьев, А.А. Дахнович, Д.А. Кречетов*

#### СИСТЕМА СВЯЗИ С МОДУЛЯЦИЕЙ ПЕРИОДА СЛЕДОВАНИЯ ШУМОПОДОБНОГО СИГНАЛА

В настоящее время широкое распространение получают системы передачи дискретных сообщений, использующие широкополосные сигналы. Известно, что они обладают рядом преимуществ по отношению к узкополосным системам.

Широкополосными называются сигналы, ширина спектра которых значительно превышает минимально необходимую для передачи информационного сообщения. Расширение спектра происходит за счет так называемого расширяющего (или кодового) сигнала. Восстановление исходной информации («сужение спектра») приемником происходит в результате извлечения информации о параметрах расширяющего сигнала [1].

Основными достоинствами широкополосных сигналов перед узкополосными являются:

1. Повышение помехоустойчивости, так как помехи, возникшие в одной полосе частот, не влияют на сигнал, распределенный в других полосах частот.
2. Повышается стойкость к замираниям, возникающим в полосе частот, за счет части сигнала, не расположенного в полосе замирания.
3. Распределение энергии по полосе частот приводит к тому, что снижается спектральная плотность мощности передаваемого сигнала, в результате снижается заметность факта передачи.
4. Следствием распределения энергии является снижение влияния на узкополосные системы, перекрывающие часть спектра широкополосного сигнала.
5. Расширение полосы частот приводит к увеличению базы передаваемого сигнала, что в свою очередь положительно влияет на снижение интерференции между лучами при многолучевом распространении и между символами самого передаваемого сообщения.
6. Использование различных расширяющих сигналов приводит к возможности работы нескольких каналов одновременно в одной полосе частот.
7. При расширении полосы частот повышается разрешающая способность сигналов, которая может использоваться в радиолокации.

Если в качестве расширяющего сигнала использовать шумоподобный сигнал либо отрезок шума, получим широкополосный шумоподобный сигнал.

Шумоподобные сигналы с нормальным распределением при заданной средней мощности обладают максимальной возможной энтропией, следовательно, при равной средней мощности могут переносить максимальное возможное количество информации. Их применение позволяет увеличить скорость передачи информации либо снизить среднюю мощность сигнала.

В общей теории оптимальной обработки сигналов различают несколько методов приема [2].

1. Когерентный метод приема (при полностью известном сигнале).
2. Некогерентный метод приема с когерентным накоплением. Этот метод приема является оптимальным, когда неизвестна начальная фаза сигнала, но она одинакова для всех элементов.
3. Некогерентный метод приема с некогерентным накоплением элементов. Этот метод приема является оптимальным, когда начальные фазы элементов сигнала неизвестны и изменяются независимо.
4. Автокорреляционный прием является оптимальным для приема сигналов неизвестной формы.

Первые три метода в приложении к широкополосным шумоподобным сигналам образуют так называемую взаимокорреляционную группу методов приема.

Сравнение вероятности ошибки при передаче информации показывает, что наиболее помехоустойчивым является когерентный метод приема, а наименее – автокорреляционный. Однако для работы взаимокорреляционных приемников на приемной стороне необходимо хранить копию передаваемого сигнала, при этом требуется осуществление и поддержание синхронизации передаваемого сигнала и его копии.

Задачи синхронизации решены для случаев, когда отношение сигнал-шум больше единицы. Однако при стремлении отношения к единице и уменьшении его меньше единицы синхронизация возможна только при накоплении сигнала, тем больше, чем меньше отношение сигнала к шуму. В результате система должна достаточно долго осуществлять установление синхронизации, а только потом передавать информацию. Если частота несущей меняется в процессе передачи информации за счет нестабильности опорных генераторов либо наличия эффекта доплеровского сдвига частоты, то передача информации нарушится до момента, когда система отреагирует на изменение частоты несущей. При малых величинах отношения сигнал-шум применение систем, требующих совпадения сигнала и его копии, приведет к значительному усложнению алгоритмов синхронизации, что в ряде случаев нецелесообразно.

Выходом из данной ситуации могут послужить автокорреляционные методы приема, в которых не требуется осуществлять хранение копии сигнала и осуществлять ее совпадение с принимаемым сигналом. Работоспособность таких алгоритмов при линейных преобразованиях смеси полезного сигнала с шумом сохраняется даже и при отношениях спектральной плотности мощности сигнала к шуму меньших единицы.

Рассмотрим свойства автокорреляционной функции для двух случаев

$$B(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)x(t-\tau) dt .$$

В первом случае сигнал  $x(t)$  – это отрезок белого шума длительностью  $2T$  и ограниченного полосой  $\Delta F$ . При  $\tau = 0$  автокорреляционная функция равна энергии этого отрезка белого шума. При увеличении  $\tau$  математическое ожидание автокорреляционной функции стремится к нулю, а дисперсия к значению

$$\sigma_b^2 = \frac{\sigma_x^4}{2} .$$

Причем этот предельный переход практически завершается уже при  $\tau \Delta F \geq 30$ .

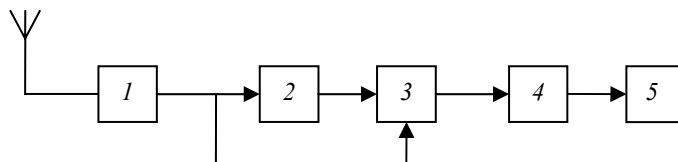
Во втором случае сигнал  $x(t)$  состоит из двух последовательно идущих, повторяющихся отрезков белого шума, каждый длительностью  $T$  и ограниченных той же полосой  $\Delta F$ . При этом произведение длительности  $T$  каждого отрезка шума на ширину его полосы  $\Delta F$  положим большим либо равным тридцати. Математическое ожидание автокорреляционной функции такого сигнала будет иметь главный максимум при  $\tau = 0$ , равный удвоенной энергии каждого отрезка шума и два максимума при  $\tau = \pm T$ , равные энергии одного отрезка шума.

Сравнивая значения автокорреляционных функций в первом и втором случае можно заметить следующее. При  $\tau = T$  математическое ожидание в первом случае будет равно нулю, а во втором – энергии отрезка шума. Этот факт позволяет использовать сигнал, аналогичный второму случаю в качестве информационного при передаче, а выделение его из шумов производить в схеме, представленной на рис. 1.

Полосовой усилитель необходим для вырезания полосы частот, в которой передается широкополосный шумоподобный сигнал, и исключения влияния шумов вне полосы сигнала.

Временная задержка, множитель и интегратор реализуют вычисление значения автокорреляционной функции при значении  $\tau = T$ . Интегратор при этом вычисляет скользящее среднее значения на интервале  $T$ . Решающее устройство принимает решение о том, передается сигнал или нет.

Информационный сигнал в такой схеме на выходе даст значение, пропорциональное его энергии. В то же время фоновый шум пройдет через схему аналогично первому случаю, то есть не даст эффекта на выходе.



**Рис. 1. Схема выделения сигнала из шумов:**

1 – полосовой усилитель; 2 – временная задержка на время  $\tau = T$ ;  
3 – множитель; 4 – интегратор; 5 – решающее устройство

В системе связи, работающей по изложенному принципу, сигнал логической 1 можно передавать отрезками шума одной длительности, а логического нуля другой. Соответственно, потребуется два канала приемника, каждый настроенный на свою длительность отрезков шума.

Реализация блоков 2 – 5 в аналоговом виде сопряжена со значительными трудностями из-за нестабильности параметров аналоговых устройств. В то же время они легко реализуются в цифровом виде методами цифровой обработки сигналов (ЦОС) с помощью цифрового сигнального процессора (ЦСП) [3]. Для реализации приемного алгоритма в цифровом виде после блока 1 необходимо поместить аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) или использовать цифровой сигнальный процессор со встроенным АЦП. Скорость работы ЦСП позволяет обрабатывать сигналы с частотами в сотни мегагерц. Их стоимость постоянно снижается, в результате устройства, построенные на таком принципе, будут обладать простотой и низкой стоимостью.

В настоящее время высокоскоростные ЦСП еще достаточно дороги, а дешевые не способны работать с сигналами всего высокочастотного диапазона. Поэтому была исследована возможность переноса спектра шумоподобного сигнала в область высоких частот при передаче и обратного переноса при приеме. В результате обработка сигнала может осуществляться сравнительно медленным ЦСП.

Перенос спектра в область высоких частот и обратно в простом устройстве удобно выполнить с помощью балансного перемножителя. Такое преобразование в литературе называется балансной модуляцией или амплитудной модуляцией с подавленной несущей.

Прием такого сигнала, с учетом особенностей шумоподобного расширяющего сигнала, возможно осуществить двумя способами. Методом синхронного детектирования и методом переноса спектра на низкую несущую частоту.

Моделирование показало возможность передачи данных такой системой на фоне флуктуационных шумов, спектральная плотность мощности которых превышает спектральную плотность мощности сигнала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение : пер. с англ. / Б. Скляр. – М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.
2. Окунев Ю.Б. Широкополосные системы связи с составными сигналами / Ю.Б. Окунев, Л.А. Яковлев ; под ред. А.М. Заездного. – М. : Связь, 1968. – 168 с.
3. Айфичер, Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический подход : пер. с англ. / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2004. – 992 с.

ТГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»

*Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, С.С. Никулин, И.В. Рогов*

### ***К вопросу определения закона движения границы фазового перехода в полимерном материале неразрушающим способом***

Полимерные материалы (ПМ) находят широкое применение, что обусловлено разнообразием их свойств, которые можно изменять при применении новых технологий. Информация о структурных переходах (фазовых, релаксационных) в ПМ необходима для назначения технологических режимов их переработки в изделия и дальнейшей эксплуатации. Разработка методов определения законов движения границ структурных переходов в ПМ при неразрушающем теплофизическом контроле готовых изделий и образцов актуальна, так как аналитические методы решения краевых задач, относящихся к областям с движущимися границами, существенно упрощаются, когда движение границы (например, границы раздела фаз при твердофазных переходах в кристаллических ПМ) известно.

Рассмотрим задачу о распространении тепла в сферическом пространстве (рис. 1). Начальная температура тела из ПМ во всех точках одинакова и равна нулю. В момент времени  $\tau = 0$  на сферической поверхности с координатами  $r = R$  начинает действовать источник тепла с поверхностной мощностью  $q$ . При температуре  $T = T_n$  ПМ имеет твердофазный переход в кристаллической составляющей материала. Скрытая теплота данного фазового перехода (ФП)  $Q_n$ . Теплофизические свойства (ТФС) тела в результате ФП меняются незначительно. Необходимо найти распределение температуры внутри тела в любой момент времени. До тех пор, пока температура в любой точке тела меньше  $T_n$ , задача будет описываться классическим уравнением теплопроводности в сферических координатах с граничными условиями второго рода на поверхности с координатами  $r = R$ . Решение задачи известно [1]

$$T(r, \tau) = \frac{R^2 q}{\lambda r} \left\{ \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{r-R}{\sqrt{a\tau}} \right) - \exp \left( \frac{r-R}{R} + \frac{a\tau}{R^2} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{r-R}{\sqrt{a\tau}} + \frac{\sqrt{a\tau}}{R} \right) \right\}. \quad (1)$$

Максимальная температура исследуемого тела будет у поверхности с координатами  $r = R$ . Температурное поле на момент времени  $\tau_{0n}$ , соответствующее началу ФП, определяется выражением

$$T_n = \frac{R q}{\lambda} \left\{ 1 - \exp \left( \frac{a\tau_{0n}}{R^2} \right) \operatorname{erfc} \left( \frac{\sqrt{a\tau_{0n}}}{R} \right) \right\}. \quad (2)$$

Выражения (1), (2) в безразмерной форме имеют вид:

$$\Theta(\zeta, Fo) = \frac{1}{\zeta} \left\{ \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{\zeta-1}{\sqrt{Fo}} \right) - \exp(\zeta-1+Fo) \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{\zeta-1}{\sqrt{Fo}} + \sqrt{Fo} \right) \right\}; \quad (3)$$

$$\Theta_n = 1 - \exp(Fo_{0n}) \operatorname{erfc}(\sqrt{Fo_{0n}}), \quad (4)$$

где  $\Theta = T/T_{\max}$  ;  $\Theta_n = T_n/T_{\max}$  ;  $\zeta = r/R$  ;  $Fo = a\tau/R^2$  ;  $T_{\max} = qR/\lambda$  .

В момент образования новой фазы начальное распределение температуры определяется зависимостью

$$\Theta_0(\zeta) = \frac{1}{\zeta} \left\{ \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo_{0n}}} \right) - \exp(\zeta - 1 + Fo_{0n}) \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo_{0n}}} + \sqrt{Fo_{0n}} \right) \right\}, \quad (5)$$

а распределение температуры в теле находится из задачи стефановского типа:

$$\frac{\partial}{\partial Fo} \Theta_{1\phi}(\zeta, Fo) = \frac{\frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \left( \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(\zeta, Fo) \right)}{\zeta^2}, \quad Fo > 0, \quad 1 < \zeta < \zeta_n; \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial Fo} \Theta_{2\phi}(\zeta, Fo) = \frac{\frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \left( \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{2\phi}(\zeta, Fo) \right)}{\zeta^2}, \quad Fo > 0, \quad \zeta_n < \zeta < \infty; \quad (7)$$

$$\Theta_{2\phi}(\zeta, 0) = \Theta_0(\zeta), \quad \zeta > 1; \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(1, Fo) = -1, \quad Fo > 0; \quad (9)$$

$$\Theta_{2\phi}(\infty, Fo) = 0, \quad Fo > 0; \quad (10)$$

$$\Theta_{1\phi}(\zeta_n(Fo), Fo) = \Theta_{2\phi}(\zeta_n(Fo), Fo) = \Theta_n, \quad Fo > 0; \quad (11)$$

$$\left( \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(\zeta_n(Fo), Fo) \right) - \left( \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{2\phi}(\zeta_n(Fo), Fo) \right) = \Omega_n \left( \frac{\partial}{\partial Fo} \zeta_n(Fo) \right), \quad Fo > 0. \quad (12)$$

где  $\zeta_n = f(Fo)$  – свободная граница, которая не задана и подлежит определению вместе с безразмерными температурами  $\Theta_{1\phi}(\zeta, Fo)$  и  $\Theta_{2\phi}(\zeta, Fo)$  в новой (индекс «1ф») и старой (индекс «2ф») фазах;  $\Omega_n = Q_n a / (qR)$  – скрытая теплота фазового перехода в безразмерном представлении.

При условии, что поверхность с координатой  $r = R$  достигает  $T_n$  при больших значениях  $Fo$ , начальное условие (8) в безразмерной форме имеет вид

$$\Theta_{2\phi}(\zeta, 0) = \frac{1}{\zeta} \left\{ 1 - (1 - \Theta_n) \left( \frac{1}{\frac{1}{2}(\zeta - 1)(1 - \Theta_n)^2 + 1} - \zeta + 1 \right) \right\}. \quad (13)$$

Для определения закона движения границы ФП применены два варианта преобразований.

**В а р и а н т 1.** Считаем, что закон движения границы ФП такой же, как закон движения изотермы с температурой  $T_n$  в случае отсутствия перехода. В результате получено выражение

$$\Theta_n = \frac{1}{\zeta_n} \left\{ 1 - \frac{\zeta_n - 1}{\sqrt{\pi} \sqrt{Fo^*}} - \frac{\sqrt{Fo^*}}{\sqrt{\pi} \left( \frac{1}{2} \zeta_n - \frac{1}{2} + Fo^* \right)} \right\}, \quad (14)$$

где  $Fo^* = Fo + \frac{1}{\pi(1 - \Theta_n)^2}$ .

Решение уравнения (14) имеет вид

$$\begin{aligned} \zeta_n(Fo) = \frac{1}{2} \left( -2\Theta_n \pi Fo^{*2} + \pi Fo^* - 2\sqrt{\pi} Fo^{*3/2} + 2\sqrt{\pi} Fo^{*1/2} + \Theta_n \pi Fo^* + \right. \\ \left. + \left[ \pi^2 Fo^{*2} - 2\Theta_n \pi^2 Fo^{*2} + 4\Theta_n \pi^2 Fo^{*3} + \Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*2} - 2\Theta_n \pi^{3/2} Fo^{*5/2} + \right. \right. \\ \left. \left. + 8\Theta_n \pi^{3/2} Fo^{*7/2} + 4\pi Fo^{*3} - 8\pi Fo^{*2} + 4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*4} - 4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*3} + \right. \right. \\ \left. \left. + 4\pi^{3/2} Fo^{*5/2} \right]^{1/2} \right) / \left( 4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^* + \sqrt{\pi} Fo^{*1/2} \right). \end{aligned} \quad (15)$$

Выражение (15) имеет достаточно сложный вид для применения его на практике. Введем дополнительные упрощения. Предполагаем, что  $\zeta_n - 1 < Fo$ .

**С л у ч а й 1.** Пренебрегаем в выражении (14) величинами  $\frac{\zeta_n - 1}{\sqrt{\pi} \sqrt{Fo^*}}$  и  $\frac{1}{2} \zeta_n - \frac{1}{2}$ . Решение имеет вид



$$\zeta_n(Fo) = \frac{\sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1} - 1 + \Theta_n}{\Theta_n \sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1}}. \quad (16)$$

С л у ч а й 2. Пренебрегаем в выражении (14) величиной  $\frac{1}{2}\zeta_n - \frac{1}{2}$ . Решение имеет вид

$$\zeta_n(Fo) = \frac{\sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1}}{\Theta_n \sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1} - \Theta_n + 1}. \quad (17)$$

В а р и а н т 2. Закон движения границы ФП должен удовлетворять следующим условиям.

Условие 1. В момент времени  $Fo = 0$ , координата границы перехода должна соответствовать  $\zeta_n = 1$ .

Условие 2. При отсутствии ФП в теле возникает квазистационарное температурное поле, определяемое выражением  $\Theta_{ст}(\zeta) = 1/\zeta$ . Очевидно, что подобное квазистационарное распределение температуры соответствует и случаю с ФП. При  $Fo \rightarrow \infty$  координата перехода должна принимать значение  $\zeta_n = 1/\Theta_n$ . Условие 2 применимо для ФП, сопровождающегося поглощением тепла.

Условие 3. Граница перехода будет отставать от движения изотермы с соответствующей температурой в случае отсутствия ФП, если переход идет с поглощением тепла, и опережать, если он идет с выделением тепла.

Для получения закона движения границы ФП в качестве искомым были подобраны функции, удовлетворяющие условиям 1 и 2.

По варианту 1 на основании выражений (16) и (17):

$$\zeta_n(Fo) = \frac{(Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + m^{1/k})^k - (1 - \Theta_n)m}{\Theta_n (Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + m^{1/k})^k}, \quad k > 0, \quad m > 0; \quad (18)$$

$$\zeta_n(Fo) = \frac{(Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + m^{1/k})^k}{\Theta_n (Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + m^{1/k})^k + (1 - \Theta_n)m}, \quad k > 0, \quad m > 0. \quad (19)$$

По варианту 2

$$\zeta_n(Fo) = \frac{Fo^k + m}{\Theta_n Fo^k + m}, \quad k > 0, \quad m > 0. \quad (20)$$

Подбор варьируемых параметров  $k$  и  $m$  найденных функций осуществляется таким образом, чтобы удовлетворялось условие 3 при наилучшем приближении к данным, полученным в результате численного решения задачи (6) – (12).

Предложенный математический подход и полученные математические модели (18) – (20) позволили реализовать на практике метод неразрушающего определения законов движения границ твердофазных переходов в ряде полимерных материалов (политетрафторэтилене, коксонаполненном политетрафторэтилене, полиамидах) с помощью информационно-измерительной системы, детальное описание которой представлено в работе [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карслоу, Г. Теплопроводность твердых тел / Г. Карслоу, Д. Егер. – М. : Наука, 1964. – 488 с.
2. Многомодельные методы в микропроцессорных системах неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – 112 с.

ТГТУ, кафедра «Гидравлика и теплотехника»

*А.В. Колокольцев, А.А. Дахнович*

#### ЛАБОРАТОРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

При разработке радиоэлектронной аппаратуры в лабораторных условиях практически на всех этапах широко задействованы возможности персональных компьютеров. Так, на этапе разработки электрической принципиальной схемы существует обширный выбор программных средств, предназначенных для моделирования ее работы. Существуют также программы для автоматизированного создания конструкторской документации.

Однако на этапе стендового моделирования, контроля и настройки разрабатываемого устройства возможности персональных компьютеров практически используются лишь для хранения и обработки информации, снимаемой с измерительных приборов вручную. Помимо этого производители радиоэлектронной аппаратуры предлагают потребителям небольшой ассортимент приставок к компьютеру, реализующих в основном функции осциллографа, либо специализированных приборов для контроля технологических параметров на производстве.

Типичный набор измерительных приборов и оборудования небольшой радиоэлектронной лаборатории включает в себя: осциллограф, функциональный генератор, мультиметр, блок питания (рис. 1).

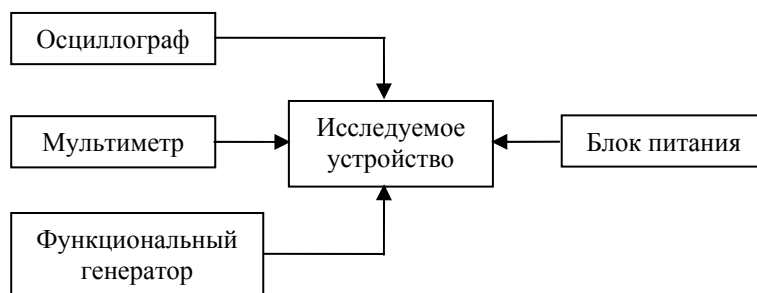


Рис. 1. Схема элементов радиоэлектронной лаборатории

Такой измерительный комплекс обладает рядом существенных недостатков:

- низкой мобильностью;
- большим количеством коммутационных соединений и органов управления;
- высокой стоимостью.

Широкое распространение и внедрение персональных компьютеров, как в учебный процесс, так и на производстве, предоставляет возможность использования его как одного из компонентов измерительного комплекса. Основным ограничением при типичной его конфигурации в этом случае является наличие единственного аналогово-цифрового и цифро-аналогового интерфейса – звуковой карты. В большинстве случаев ее частотного и амплитудного диапазона не достаточно для проведения полноценных измерений.

Решение данной проблемы состоит в создании универсального аналогово-цифрового и цифро-аналогового интерфейса в виде приставки к персональному компьютеру. В этом случае цифро-аналоговый интерфейс дает возможность реализовать программно управляемый функциональный генератор, аналогово-цифровой – осциллограф, спектр-анализатор, а наличие на блоке питания напряжений +5 В и +12 В позволяет избежать использования дополнительного источника (рис. 2).

Такой измерительный комплекс будет обладать следующими преимуществами:

- возможностью оперативно развернуть полноценный измерительный лабораторный комплекс при наличии только персонального компьютера;
- совместимостью с любыми программно-аппаратными платформами;
- простотой и невысокой стоимостью.



Рис. 2. Схема измерительного комплекса

Описанный выше подход к реализации измерительного комплекса в силу все большего использования персональных компьютеров во всех областях человеческой деятельности является актуальным и имеет перспективы к развитию и применению.

ТГТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»

Д.А. Кречетов, А.А. Дахнович

## РАЗРАБОТКА И ОТЛАДКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Разработка программного обеспечения (ПО) является центральным моментом общего процесса проектирования систем на базе микроконтроллеров (МК). Функциональные возможности современных микропроцессорных систем в основном зависят именно от их ПО.

В настоящее время самым мощным средством разработки ПО для МК являются интегрированные среды, имеющие в своем составе менеджер проектов, текстовый редактор и симулятор, ассемблер, а также допускающие подключение компиляторов языков высокого уровня [1]. Интегрированные среды являются универсальными средствами разработки для МК различных семейств.

Разработка программы может быть осуществлена с помощью языка низкого уровня (машинного языка, ассемблера) или языка высокого уровня (C, Basic, Pascal), а также их сочетаний.

Выбор языка программирования, как правило, зависит от характеристик МК, на котором строится система. Действительно, если размер памяти, доступный для размещения программы в МК будет относительно мал (МК младшего семейства), то оптимальным выбором будет язык низкого уровня. Например, программа, написанная на ассемблере, требует минимального объема памяти и позволяет реализовать максимальное количество функций. Напротив, если она же будет создана на языке высокого уровня, то в памяти МК может храниться код, соответствующий всего лишь нескольким десяткам или сотням операторов языка.

В таких языках, как C, Basic или Pascal, имеется множество типов переменных и обрабатывающих их операторов, что позволяет писать очень компактные исходные тексты программ [2]. Но даже самый простой оператор на языке высокого уровня при компиляции образует несколько десятков команд машинного кода, из-за чего доступная память для программы заполняется очень быстро. Поэтому язык высокого уровня целесообразно использовать для МК среднего и старшего семейств с большим объемом памяти под программу или в тех случаях, когда необходимо реализовать простейшие функции, а время на разработку приложения очень ограничено.

И все же при разработке ПО для МК с большим объемом памяти полностью отказаться от использования ассемблера невозможно. В хорошо продуманном проекте используются и ассемблер, и язык высокого уровня. Это позволяет строить сложные алгоритмы на языке высокого уровня, а те программные модули, которые требуют высокой производительности или организуют точные временные задержки, а также предназначенные для управления периферией через порты ввода/вывода (драйверы), писать на ассемблере [1, 3]. Очень важно, чтобы компилятор языка высокого уровня допускал включение программных сегментов на ассемблере.

Использовать ассемблер для «мощных» МК в качестве единственного языка программирования не стоит. Несмотря на то что на языке ассемблера создаются программы более компактные и быстродействующие, нежели написанные на языке высокого уровня, по мере возрастания размеров программы на ассемблере теряют часть своих преимуществ. Это происходит из-за необходимого в ассемблерной программе внимания к деталям, язык ассемблера требует планирования каждого действия. В небольших программах можно оптимизировать работу программы с аппаратными средствами или оптимизировать время выполнения программы. В больших же программах огромное количество деталей может помешать работать над самой программой, даже если отдельные компоненты программы окажутся эффективными.

Для проверки и отладки ПО используются так называемые программные симуляторы, предоставляющие разработчику возможность выполнять программу на программно-логической модели МК. Программные симуляторы распространяются, как правило, бесплатно и сконфигурированы сразу на несколько МК одного семейства. При этом моделируется работа центрального процессора, всех портов ввода/вывода, прерываний и другой периферии. Карта памяти моделируемого МК загружается в симулятор автоматически, отладка ведется в символьных обозначениях регистров [3]. Загрузив программу в симулятор, разработчик имеет возможность запускать ее в пошаговом режиме или в режиме трассировки, задавать точки останова, контролировать и свободно модифицировать содержимое ячеек памяти и регистров симулируемого МК.

В пошаговом режиме программа выполняется по одной команде за один раз, а разработчик анализирует содержимое памяти, регистров и т.д., чтобы проверить, соответствуют ли результаты ожидаемым. Пошаговый режим является весьма мощным средством отладки программы, так как позволяет обнаруживать ошибки, прежде чем они существенно исказят данные. Кроме того, неоднократно проходя отдельными шагами через один и тот же участок объектной программы, программист может легко изменять содержимое регистров и ячеек памяти и тем самым проверить работу программы в разных условиях. Этот интерактивный режим отладки программы позволяет разработчику постоянно упреждать, что будет делать его программа, и оперативно обнаруживать ошибку.

В режиме трассировки симулятор выполняет программу непрерывно: команду за командой – и выводит содержимое регистров процессора после каждого шага. Отслеживание программы продолжается автоматически до тех пор, пока не будет остановлено извне. Программист, анализируя данные после остановки выполнения программы, может обнаружить ошибки. Трассировка программ не дает возможности изменять содержимое памяти и регистров.

Отдельные участки программы после проверки, используя пошаговый режим или трассировку, можно объединить и проверить с помощью установки точек останова, вводимых в программу и прерывающих ее исполнение, для передачи управления программе-отладчику. По контрольным точкам можно по желанию выполнить избранные участки программы и проанализировать результаты.

В процессе отладки основная часть ошибок в программе обнаруживается и затем устраняется. Однако всегда возможен пропуск нескольких ошибок.

Такая идеология разработки ПО была применена при создании программы для системы контроля качества вспашки почвы. Данная система построена на базе микроконтроллера PIC16F877A фирмы Microchip. Разработка и отладка программы велась в специализированной интегрированной среде разработки MPLAB [4], предназначенной для МК серии PIC, с подключенным модулем компилятора языка высокого уровня HI-TECH PICC [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яценков, В.С. Микроконтроллеры Microchip : практическое руководство / В.С. Яценков. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 296 с.
2. Иванова, Г.С. Основы программирования : учебник для вузов / Г.С. Иванова. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 416 с.
3. Тавернье, К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения : пер. с фр. / К. Тавернье. – М. : ДМК Пресс, 2003. – 272 с.
4. <http://www.microchip.ru/?mid=2x2&file=mplab7xx.htm>.
5. <http://www.htsoft.com/products/picccompiler.php>.

*А.Г. Ткачев, А.А. Баранов, С.В. Рыбкин, С.А. Мельников*

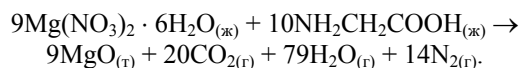
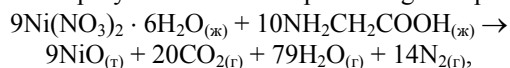
### РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Уникальные свойства и широкие области применения углеродных наноструктурных материалов (УНМ) определяют широкий интерес специалистов в различных отраслях науки и техники к их получению и использованию.

Наиболее перспективным способом получения УНМ в промышленных масштабах является пиролиз углеводородсодержащих газов в присутствии катализаторов. В качестве катализаторов при газофазном химическом осаждении углерода используют наноразмерные частицы активных металлов (Fe, Co, Ni) или их оксиды, а источником углерода для формирования наноструктур служат широкодоступные газы, такие, как метан, пропан, ацетилен.

Важнейшими условиями, определяющими структуру и качество УНМ, являются состав и способ получения катализатора. Для приготовления эффективного гетерогенного катализатора синтеза наноструктурного углерода необходимо активные компоненты рационально разместить в объеме инертного носителя, т.е. обеспечить оптимальные условия химического осаждения и тепло- и массообмена при пиролизе.

Одним из наиболее эффективных способов получения оксидных катализаторов с высокой удельной поверхностью и пористостью является сжигание [1]. Способ заключается в приготовлении водного раствора нитратов металлов с различными органическими соединениями (азотнокислый аммоний, глицин, лимонная кислота и др.) с последующим термическим воздействием на смесь. В результате подвода тепла смесь вскипает, вспенивается и подвергается бурному горению с выделением тепла и газообразных продуктов реакции. Получаемый продукт за счет высокой пористости имеет объем в десятки раз больший, чем объем исходной смеси. Для получения УНМ в лаборатории синтеза углеродных наноструктурных материалов ТГТУ с успехом применяется катализатор, получаемый сжиганием смеси  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (55 %),  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (10 %),  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  (35 %), и  $\text{H}_2\text{O}$ . Емкость с приготовленным раствором вносится в муфельную печь, нагретую до 650 °С, и выдерживается в течение 20 мин. В результате образуется катализатор NiO/MgO по реакциям:



В качестве активных центров катализатора выступают частицы оксида никеля, а носителем является оксид магния. После измельчения катализатор представляет собой полидисперсный порошок с размером частиц до 70 мкм.

Недостатками такого способа получения катализатора для синтеза УНМ являются: периодичность процесса и малая производительность; высокое энергопотребление; сложность контроля и регулировки процесса горения; неравномерный подвод тепла и, как следствие, потери катализатора в результате неравномерного вспенивания; необходимость измельчения и классификации катализатора.

Указанные недостатки могут быть устранены при использовании для получения катализатора аппаратов пульсирующего горения (АПГ) резонансного типа. В этих устройствах можно эффективно производить сжигание различных топлив с целью получения высокоскоростной струи продуктов сгорания без химического недожога. В настоящее время они достаточно широко используются для реализации ряда технологических процессов, таких, как обогрев промышленных и складских помещений, сушка, нагрев воды и получение пара, тепловая обработка поверхностей. Достоинством аппаратов пульсирующего горения, по сравнению с традиционными системами стационарного горения, является автоколебательный режим работы, в результате чего они способны полностью снабжать себя воздухом для горения без принудительного дутья. В силу эксплуатационной надежности на практике наиболее часто используют АПГ с аэродинамическим клапаном. Важной особенностью работы АПГ является то обстоятельство, что изменение давления в камере сгорания и скорости газа в его элементах происходит с частотой собственных колебаний газового тракта аппарата. Поэтому устройство работает в резонансном режиме с высоким уровнем силы звука на резонансной частоте.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что в условиях устойчивой работы АПГ действует подобно насосу, т.е. в элементах аппарата существует поток со стационарной составляющей скорости, направленной от входного сечения аэродинамического клапана к выходному сечению резонансной трубы. На этот поток наложены крупномасштабные пульсации. Линейная скорость потока в произвольном сечении аэродинамического клапана и резонансной трубы фактически подчиняется закону

$$w(\tau) = w_m + w_a \sin(\omega\tau),$$

где  $w_m$  – средняя скорость,  $w_a$  – амплитуда периодической составляющей скорости;  $\omega$  – круговая частота собственных колебаний газового тракта АПГ,  $\tau$  – время. При этом амплитудная составляющая скорости принимает значения большие средней ( $w_a > w_m$ ), т.е. в определенные моменты времени поток замедляется и меняет направление на противоположное (рис. 1, а). Траектория движения микрообъемов газа (рис. 1, б) определяется по выражению

$$x(\tau) = x_0 + \frac{w_a}{\omega} + w_m \tau - \frac{w_a}{\omega} \cos(\omega\tau).$$

Подобное аэродинамическое воздействие будут испытывать и капли жидкого катализатора, введенные в поток всасываемого воздуха или продуктов сгорания.

Наряду с пульсирующим течением газовых потоков, в поперечном сечении элементов АПГ наблюдаются пристеночные эффекты, вызванные действием переменного перепада давления на вязкий газ [2]. В этих условиях оказывается, что профиль скорости в сечении аэродинамического клапана и резонансной трубы имеет выраженные максимумы на некотором расстоянии от стенки трубы. Поэтому подачу жидкого катализатора для аэродинамического распыления и последующего сжигания в условиях термоудара продуктами сгорания наиболее целесообразно производить вблизи стенки аэродинамического клапана.

Особенности пульсирующего высокоскоростного потока газа в элементах АПГ позволили нам разработать и успешно использовать схему и установку (рис. 2) для непрерывного получения катализатора синтеза УНМ сжиганием.

Установка работает следующим образом. С использованием блока розжига 6 получают искру на свече зажигания 5. Далее через аэродинамический клапан 3 подается стартовый воздух от внешнего вентилятора и открывается подача пропан-бутановой смеси по патрубку 4.

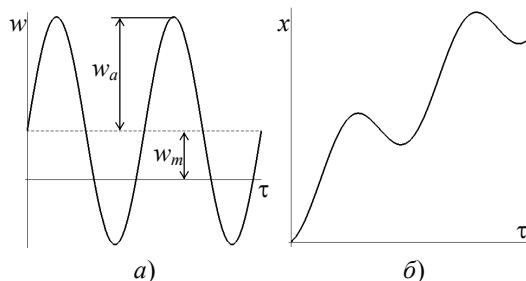


Рис. 1. Скорость движения и траектория частиц газа в элементах АПГ

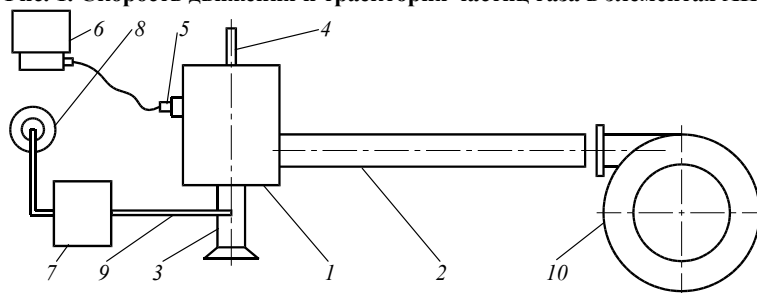


Рис. 2. Схема установки непрерывного получения катализатора в АПГ вихревого типа

После выхода АПГ на устойчивый пульсирующий режим работы свеча и внешний вентилятор отключаются. Далее осуществляется подача жидкого катализатора из емкости 8 с помощью перистальтического насоса 7 марки Zalimp 315. Жидкий катализатор через специальную трубку 9 попадает в пристенную область аэродинамического клапана АПГ, где дробится на мелкие капли воздушным пульсирующим потоком со стационарной составляющей, направленной внутрь камеры сгорания 1. Сгорая в камере и резонансной трубе 2, твердые мелкодисперсные частицы улавливаются в циклонном аппарате 10 со спиральным входным патрубком.

В ходе серии экспериментов найдены оптимальные режимы подачи исходной смеси для получения на выходе твердого катализатора с размером частиц до 100 мкм. Для АПГ с тепловой мощностью 20 кВт, работающего на пропан-бутановой смеси, расход жидкого катализатора составлял 1 мл/мин, а средний выход по твердому катализатору – 0,17 г/мл исходной смеси. Полученный катализатор без дополнительных мероприятий по подготовке использовался для синтеза УНМ в лабораторном и опытно-промышленном реакторах. Результаты исследований углеродного материала показали, что полученный продукт представляет собой многослойные углеродные нанотрубки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mimani. Solution combustion synthesis of nanoscale oxides and their composites / Mimani, K.C. Patil // Mater. Phys. Mech. – 2001. – № 4. – Р. 134 – 137.
2. Баранов, А.А. Об особенностях пульсирующего течения газа в аэродинамическом клапане камеры пульсирующего горения / А.А. Баранов, В. И. Быченко // Труды ТГТУ. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – Вып. 8. – С. 46 – 50.

ТГТУ, кафедра «Техника и технологии машиностроительных производств»

#### **Ю.В. Воробьев, С.Б. Захаржевский, Ю.В. Родионов К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ ВАКУУМ-НАСОСОВ**

Вакуумные насосы, работающие при давлениях всасывания до 0,1 кПа, используют в химической, фармацевтической, текстильной, металлургической, пищевой, целлюлозно-бумажной и других отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве. К этой группе насосов относятся поршневые, пластинчато-роторные и жидкостнокольцевые вакуум-насосы (ЖВН). Последние просты в работе, так как эта группа не требует маслонасосов и специальных систем смазки, зазоры уплотняются рабочей жидкостью, что выгодно отличает их от пластинчато-роторных. В сравнении с поршневыми вакуум-насосами, ЖВН обеспечивают равномерное отсасывание газа. Уровень шума в ЖВН значительно меньше, чем в других на-

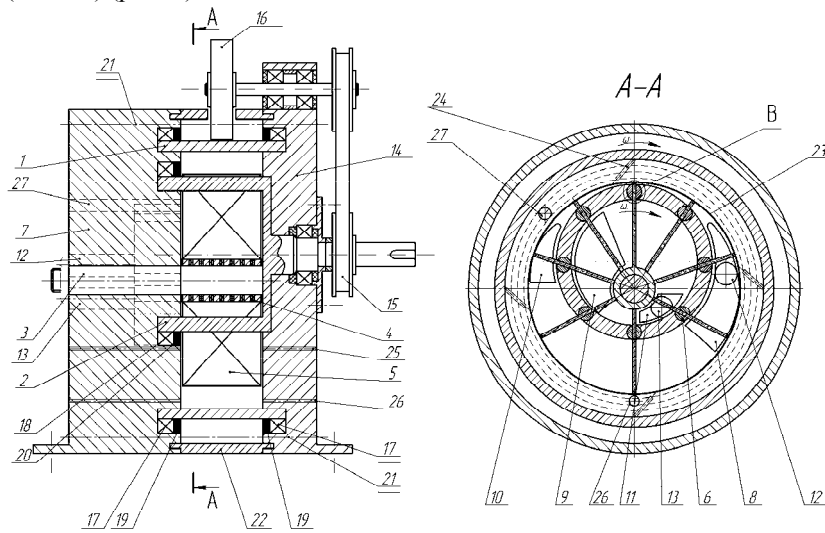
сосах. Протекание процесса сжатия в ЖВН сопровождается интенсивным теплообменом между откачиваемым газом и рабочей жидкостью, что позволяет работать с легкоразлагающимися, полимеризующимися, воспламеняющимися, взрывоопасными газами и смесями, содержащими пары, капельную жидкость и твердые неоднородные включения. Подбор рабочей жидкости обеспечивает откачивание агрессивных газов и не допускает загрязнение их парами масел.

Основным недостатком ЖВН по сравнению с другими объемными насосами является неглубокий вакуум, что снижает область применения.

Анализ влияние быстроты действия на КПД насосов ЖВН приводит к необходимости повышения этого параметра за счет:

- стабилизации геометрии жидкостного кольца;
- минимально необходимой подачи дополнительной рабочей жидкости;
- расположения зоны подачи дополнительной рабочей жидкости.

В соответствии с предложенными выше путями снижения необходимой мощности и повышения быстроты действия, с целью устранения перечисленных выше узких мест, снижающих эффективность и расширения области использования с сохранением основных достоинств ЖВН, на кафедре ТММ и ДМ ТГТУ разработана конструкция жидстнокольцевого пластинчатого вакуум-насоса (ЖПВН) (рис. 1).



**Рис. 1. Принципиальная схема жидстнокольцевого пластинчатого насоса**

Насос работает следующим образом: при вращении приводного вала корпуса 2 второй ступени за счет клиноременной 15 и фрикционной 16 передач приводится во вращение корпус 1, при этом поданная жидкость за счет центробежных сил образует кольцо, уплотняющее межлопаточное пространство первой ступени, организуя перекачку газовой фазы от подающего 12 трубопровода и всасывающего 8 к нагнетательному 10 окнам; лопатки 5, проходящие через шарнирные уплотнители 6 корпуса 2, передают вращение рабочему колесу, смонтированному на неподвижном валу 3, что приводит к перекачке газовой фазы во второй ступени от всасывающего 9 к нагнетательному 11 окнам и выхлопному трубопроводу 13, тем самым, организуя двухступенчатый процесс вакуумирования. Для герметизации межлопаточного пространства первой ступени используют жидкостное кольцо и уплотнители 19, а вращение корпуса 1 реализуют, используя подшипники 17, вторая ступень для этих целей имеет шарнирные уплотнители 6, уплотнитель 20 и подшипник 18, что позволяет организовать перекачку газовой фазы во второй ступени без жидкостного кольца. Повышение предельного вакуума возможно уменьшением площади испарения рабочей жидкости постановкой гибкой стенки 23, а также организацией подачи дополнительной жидкости вне зоны всасывания 25, 26, 27.

Предложенная конструкция представляет объединение двух насосов на одной длине, т.е. используется объем ступицы рабочего колеса. Первая ступень жидстнокольцевая, в которой жидкость необходима для уплотнения торцевых зазоров и отвода тепла сжатия газовой фазы, что существенно снижает затраты мощности на вращение жидкостного кольца. Подача рабочей жидкости организована в месте непосредственного уплотнения торцевых зазоров, т.е. в зоне 26, расположенной за всасывающим окном. Вторая ступень представляет пластинчатый вакуум-насос. Работа насоса организована по последовательной схеме включения с возможностью использования только первой ступени на начальных этапах вакуумирования, что снижает удельную мощность в этом диапазоне и включением второй ступени для достижения более глубокого вакуума. Установка гибкой стенки изменяет площадь поверхности испарения, существенно уменьшая количество испарившейся жидкости, что позволит повысить предельный вакуум, достигаемый данным насосом. Ориентировочный расчет уменьшения удельной мощности дает 25 % выигрыш практически на всех режимах работы насоса.

Основной характеристикой вакуумного насоса является быстрота действия. Действительная быстрота действия является произведением теоретической быстроты действия и коэффициента откачки

$$V = V_h \lambda,$$

где  $V_h$  – теоретическая быстрота действия;  $\lambda$  – коэффициент откачки.

Под теоретической быстротой действия понимают объем всасываемого газа. Она может быть отнесена к единице времени

$$V_h = S_{\max} z l n$$

или к одному обороту ротора

$$V'_h = S_{\max} z l,$$

где  $S$  – максимальная площадь ячейки,  $m^2$ ;  $z$  – число ячеек (пластин);  $l$  – длина ячейки,  $m$ ;  $n$  – число оборотов ротора в секунду.

Для расчета теоретической быстроты действия необходимо установить зависимость геометрического объема рабочей ячейки от угла поворота ротора.

При расчете площади рабочей ячейки приняты следующие допущения: форму жидкостного кольца считаем цилиндрической; вращение жидкостного кольца и ротора насоса синхронны; лопатки ротора постоянно касаются внутренней поверхности жидкостного кольца при любом угле поворота; отклонений от формы жидкостного кольца в осевом направлении нет; внутренний радиус жидкостного кольца равен наружному радиусу лопаток.

Найдем  $\varphi_{\max}$  и  $S_{\max}$  ( $z$  – число лопаток,  $|OO_1| = e$ ,  $r_1$  – радиус внутренней окружности жидкостного кольца) (рис. 2).

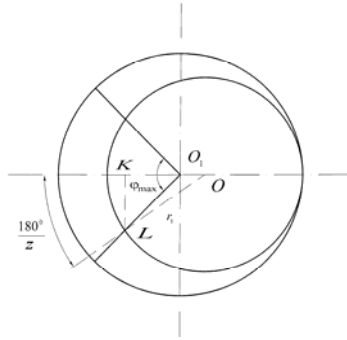


Рис. 2. Схема для расчета изменения угла между лопатками от угла поворота ротора

Из  $\triangle O_1KL$ :  $\operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\varphi_{\max}\right) = \frac{LK}{O_1K}$ , где  $\angle KO_1L = \frac{1}{2}\varphi_{\max}$ .

Из  $\triangle OLK$ :  $LK = r_1 \sin \frac{180}{z}$ ;  $OK = r_1 \cos \frac{180}{z}$ .

$$O_1K = OK - OO_1 = r_1 \cos \frac{180}{z} - e.$$

Таким образом:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\varphi_{\max}\right) = \frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{r_1 \cos \frac{180}{z} - e}; \quad \varphi_{\max} = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{r_1 \cos \frac{180}{z} - e} \right).$$

При выводе данной формулы мы предполагаем, что

$$r_1 \cos \frac{180}{z} - e > 0.$$

Рассмотрим также случай  $r_1 \cos \frac{180}{z} - e < 0$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\varphi_{\max}\right) &= -\operatorname{tg}\left(\pi - \frac{1}{2}\varphi_{\max}\right) = -\operatorname{tg}(\angle KO_1L) = \\ &= -\frac{LK}{O_1K} = -\frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{OO_1 - KO} = \frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{r_1 \cos \frac{180}{z} - e}. \end{aligned}$$

Получаем аналитическую зависимость. Выразим  $\varphi_{\max}$ :

$$\frac{1}{2}\varphi_{\max} = \pi + \operatorname{arctg} \left( \frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{r_1 \cos \frac{180}{z} - e} \right) \quad \text{или} \quad \varphi_{\max} = 2\pi + 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{r_1 \sin \frac{180}{z}}{r_1 \cos \frac{180}{z} - e} \right).$$

Найдем зависимость площади  $S$  от  $\varphi$ .

Найдем уравнение погружной окружности лопаток в полярной системе координат (полюс  $O_1$ , полярная ось – горизонтально влево):

$$(x-e)^2 + y^2 = r_1^2; \quad x^2 - 2xe + e^2 + y^2 = r_1^2; \quad \rho^2 - 2\rho \cos \varphi e = r_1^2 - e^2;$$

$$(\rho - e \cos \varphi)^2 = r_1^2 - e^2 + \cos^2 \varphi e^2 = r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi;$$

$$\rho = e \cos \varphi + \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi}.$$

Выразим площадь между внешней окружностью и внутренней от 0 до  $\varphi$  (рис. 3). Рассмотрим вспомогательную функцию  $S_1(\varphi)$ .

$$\begin{aligned} S_1(\varphi') &= \frac{1}{2} \int_0^{\varphi'} \rho^2(\varphi) d\varphi = \frac{1}{2} \int_0^{\varphi'} \left( e \cos \varphi + \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi} + r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi \right) d\varphi = \\ &= \frac{1}{2} e^2 \int_0^{\varphi'} \cos 2\varphi d\varphi + e \int_0^{\varphi'} \cos \varphi \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi} d\varphi + \frac{1}{2} \int_0^{\varphi'} r_1^2 d\varphi = \\ &= \frac{1}{2} e^2 \frac{\sin 2\varphi'}{2} + \frac{r_1^2 \varphi'}{2} + e \int_0^{\varphi'} \cos \varphi \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi} d\varphi. \end{aligned}$$

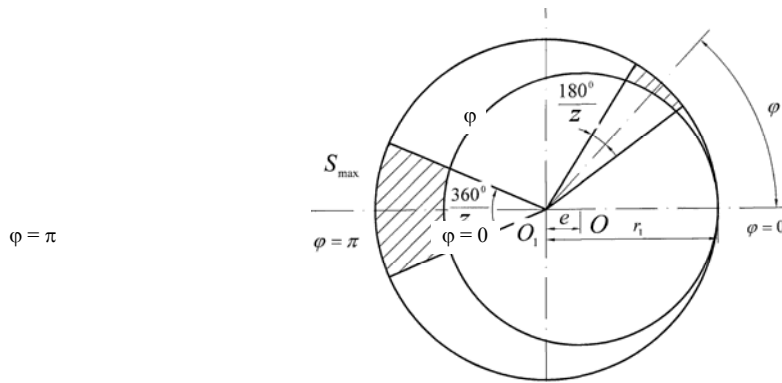


Рис. 3. Схема для расчета максимальной площади рабочей ячейки

Вычислим отдельно интеграл

$$\begin{aligned} \int \cos \varphi \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2 \varphi} d\varphi &= \int \sqrt{r_1^2 - e^2 y^2} dy = e \int \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - y^2} dy = \\ &= e \left( \frac{y}{2} \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - y^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{r_1}{e}\right)^2 \arcsin\left(\frac{e}{r_1} y\right) \right) + C = \\ &= \frac{e}{2} \left( \sin \varphi \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - \sin^2 \varphi} + \left(\frac{r_1}{e}\right)^2 \arcsin\left(\frac{e}{r_1} \sin \varphi\right) \right) + C. \end{aligned}$$

Окончательно выражение для  $S_1(\varphi)$

$$\begin{aligned} S_1(\varphi) &= \frac{e^2}{4} \sin 2\varphi + \frac{r_1^2}{2} \varphi + \frac{e^2}{2} \left( \sin \varphi \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - \sin^2 \varphi} + \left(\frac{r_1}{e}\right)^2 \arcsin\left(\frac{e}{r_1} \sin \varphi\right) \right) = \\ &= \frac{e^2}{4} \sin 2\varphi + \frac{r_1^2}{2} \varphi + \frac{e^2 \sin \varphi}{2} \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - \sin^2 \varphi} + \frac{r_1^2}{e} \arcsin\left(\frac{e}{r_1} \sin \varphi\right). \end{aligned}$$

Найдем выражение для  $S(\varphi)$

$$\begin{aligned} S(\varphi) &= S_{\text{sect}} - \left( S_1\left(\varphi + \frac{180}{z}\right) - S_1\left(\varphi - \frac{180}{z}\right) \right) z = \frac{\pi(r_1 + e)^2}{z} - \\ &- \left[ \frac{e^2}{2} \cos 2\varphi \sin \frac{360}{z} + \frac{r_1^2}{z} 180 + \frac{e^2}{2} \left( \sin\left(\varphi + \frac{180}{z}\right) \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - \sin^2\left(\varphi + \frac{180}{z}\right)} - \right. \right. \\ &- \left. \left. \sin\left(\varphi - \frac{180}{z}\right) \sqrt{\left(\frac{r_1}{e}\right)^2 - \sin^2\left(\varphi - \frac{180}{z}\right)} \right) + \left( \frac{r_1^2}{2} \left( \arcsin\left(\frac{e}{r_1} \sin\left(\varphi + \frac{180}{z}\right)\right) - \right. \right. \right. \\ &- \left. \left. \arcsin\left(\frac{e}{r_1} \sin\left(\varphi - \frac{180}{z}\right)\right) \right) \right]. \end{aligned}$$

Заметим, что  $S_{\text{max}} = S(\pi)$ , т.е. при  $\varphi = \pi$ .



Полученная математическая зависимость позволяет определить геометрический объем рабочей ячейки при различных углах поворота ротора. Однако данная методика не учитывает уменьшения рабочей площади за счет толщины лопаток.

Проанализируем влияние числа лопаток ротора на максимальную площадь рабочей ячейки.

Для удобства расчета целесообразно ввести коэффициент  $C$ , учитывающий количество лопаток  $z$  и эксцентриситет  $e$

$$C = \frac{S_{\max} z}{e r_1}.$$

$S_{\max}$  будет рассчитываться как

$$S_{\max} = \frac{C e r_1}{z}.$$

Как видно, с ростом количества лопаток  $z$  коэффициент  $C$  растет (табл. 1), что ведет к увеличению рабочей площади ячейки. С другой стороны, большее количество лопаток ведет к загромождению рабочей площади лопатками, что уменьшает рабочую площадь.

Таблица 1

$e/r = 0,167$	Коэффициент $C$ в зависимости от количества лопаток $z$					
$z$	2	4	6	8	10	12
$C$	8,818	9,328	9,406	9,432	9,444	9,45

Суммарная площадь максимальных ячеек насоса

$$S = S_{\max} z - 2e\delta z.$$

Следовательно, для нахождения максимальной суммарной площади ячеек насоса необходимо найти первую производную суммарной площади ячеек по количеству лопаток и приравнять ее к нулю

$$\frac{dS}{dz} = 0.$$

Решение данного дифференциального уравнения позволяет определить оптимальное число лопаток насоса. Использование полученных математических зависимостей делает возможным создание методики расчета быстроты действия и мощности ЖПВН.

*ГГТУ, кафедра «Теория механизмов машин и детали машин»*

*Н.А. Кольтюков*

### ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Любое предприятие, занимающееся производством и переработкой полимерных материалов, использует в своей деятельности различное энергоёмкое оборудование. Например, основным производственным оборудованием шинных заводов являются смесители. На их долю приходятся основные производственные затраты электроэнергии, помимо этого, от их режима функционирования зависит количество брака в готовой продукции.

Большинство смесительных машин оборудованы несколькими электроприводами. Например, резиносмеситель РСВД-630 в своем составе имеет четыре электропривода: главный электропривод с синхронным электродвигателем, привод насоса смазочной станции с асинхронным двигателем, привод насоса системы охлаждения и привод генератора напряжения для обмотки возбуждения синхронного двигателя.

К многоприводным будем относить объекты, содержащие в себе несколько приводов, не связанных между собой механически и различающихся типами электродвигателей, передаточными числами редукторов, нагрузочными моментами и скоростями вращения, выполняемыми функциями и ограничениями.

Рассмотрим  $n$ -приводный объект. В общем случае каждому электроприводу соответствует своя математическая модель и особенности управления. Рассмотрим постановку задачи оптимального управления многоприводным объектом. Математическая модель  $n$ -приводного объекта может быть представлена как совокупность моделей отдельных электроприводов

$$M = \{M^{(i)}\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

или в развернутом виде

$$M = \left\{ \begin{array}{l} \dot{z}^{(1)} = A_h^{(1)} z^{(1)}(t) + B_h^{(1)} u^{(1)}(t) \\ \dot{z}^{(2)} = A_h^{(2)} z^{(2)}(t) + B_h^{(2)} u^{(2)}(t) \\ \dots \\ \dot{z}^{(n)} = A_h^{(n)} z^{(n)}(t) + B_h^{(n)} u^{(n)}(t) \end{array} \right\}, \quad h \in H, \quad (2)$$

где  $z^{(i)}$ ,  $u^{(i)}$  – вектор фазовых координат и управление для  $i$ -го электропривода;  $A_h$ ,  $B_h$  – матрицы параметров соответствующей модели в состоянии функционирования  $h$ ;  $H$  – множество состояний функционирования.

Накладываются ограничения и условия, которые должны выполняться для управлений и фазовых координат, т.е.:

$$U = \{u^{(i)}(t), i = \overline{1, n}\}, \quad \forall t^{(i)} \in [t_0^{(i)}, t_k^{(i)}]: \quad u^{(i)}(t) \in [u_H^{(i)}, u_B^{(i)}]; \quad (3)$$

$$Z = \{z^{(i)}, i = \overline{1, n}\}, \quad z^{(i)} = (z_1^{(i)}(t), z_2^{(i)}(t))^T, \quad z^{(i)}(t_0^{(i)}) \rightarrow z^{(i)}(t_k^{(i)}), \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Выбираются функционалы  $\Phi^{(i)}$  и стратегии  $C^{(i)}$  реализации ОУ. Сокращенно модель ЗОУ многоприводным объектом представляется совокупностью  $n$  кортежей:

$$K = \{ \langle M^{(i)}, O^{(i)}, \Phi^{(i)}, C^{(i)} \rangle, i = \overline{1, n} \}. \quad (5)$$

В качестве примера рассмотрим модель задачи оптимального управления (ЗОУ) многоприводным объектом для резиносмесителя

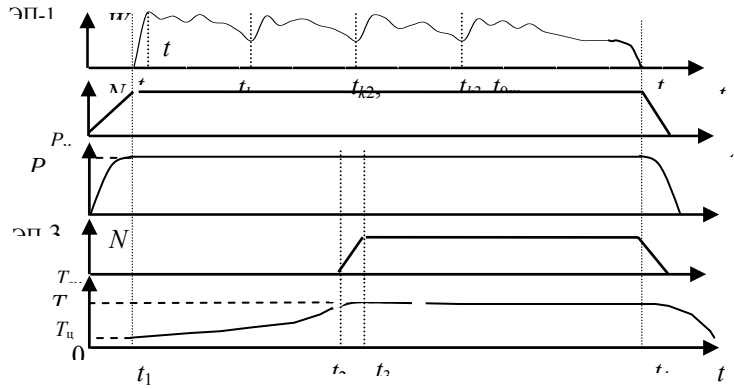
РС-270-40, который в своем составе имеет три электропривода. На рис. 1 представлена циклограмма работы смесительной установки, отражающая взаимосвязь между отдельными электродвигателями.

Задача оптимального управления этим объектом при  $m$  – загрузках формулируется следующим образом. Динамика электропривода ЭП1 описывается моделями:

$$M^{(1)}: \dot{z} = f_1(z(t), u_{\text{гп}}(t), w(t), A_1, B_1), \quad z = (z_1, z_2)^T, \quad u_{\text{гп}} - \text{скаляр}; \quad (6)$$

$$w_j^{\text{пп}}(t + \Delta t) = \varphi(w_j(t), \psi_j), \quad j = \overline{1, m}, \quad (6a)$$

где  $w_j^{\text{пп}}$  – прогнозируемое значение нагрузки на электродвигатель;



**Рис. 1. Циклограмма работы многоприводной установки**  
( $W, N$  – потребляемые мощности;  $P$  – давление масла;  $T$  – температура охлаждающей жидкости;  $t_{0i}$  – моменты загрузки ингредиентов)

задаются ограничения и условия:

$$\forall t \in [t_1, t_4]: u_{\text{гп}}(t) \in [u_H, u_B]; \quad (7)$$

$$z(t_{0i}) = z^{0i} \rightarrow z(t_{ki}) = z^{ki}, \quad i = \overline{1, m}; \quad (8)$$

минимизируемый функционал

$$I_{\text{гп}} = \sum_{i=1}^m \int_{t_{0i}}^{t_{ki}} q_1(z, u_{\text{гп}}, t) dt \rightarrow \min_{u_{\text{гп}}, t_{ki}}, \quad (9)$$

и одна или несколько возможных стратегий реализации ОУ (программная, позиционная и т.п.). Модель (6a) используется для прогнозирования нагрузки  $w_j$  на ЭД;  $\psi_j$  – параметры этой модели.

Требуется определить вид и параметры функции ОУ, оптимальную траекторию изменения фазовых координат, значение функционала. Если стратегия не конкретизировалась, то выбрать наилучшую стратегию управления.

Для электропривода ЭП2, описываемого на этапе пуска моделью

$$M^{(2)}: \dot{z} = f_2(z(t), u_M(t), A_2, B_2), \quad z = (z_1, z_2)^T, \quad u_M - \text{скаляр}, \quad (10)$$

при ограничениях и условиях:

$$\forall t \in [0, t_1]: u_M(t) \in [u_H, u_B]; \quad (11)$$

$$z(t=0) = 0 \rightarrow z(t_1) = z^k; \quad (12)$$

минимизируемом функционале

$$I_M = \int_0^{t_1} q_2(z, u, t) dt \rightarrow \min_u, \quad (13)$$

и возможных стратегиях реализации ОУ, требуется определить вид и параметры функции ОУ, оптимальную траекторию изменения фазовых координат, значение функционала и выбрать стратегию управления.

После разгона ЭД-2 система осуществляет оптимальное регулирование, при этом используется модель

$$M^{(2a)}: P_M = f_{2a}(z(t), u_M(t), A_{2a}, B_{2a}), \quad (14)$$

при ограничениях и условиях:

$$\forall t \in [t_0, t_4]: u_M(t) \in [u_H, u_B]; P_M(t) = P_{\text{ном}}, \quad (15)$$

требуется определить стратегию оптимального управления.

Для электропривода ЭПЗ, описываемого на этапе пуска моделью

$$M^{(3)}: \dot{z} = f_3(z(t), u_{\text{хл}}(t), A_3, B_3), \quad z = (z_1, z_2)^T, \quad u_{\text{хл}} - \text{скаляр}, \quad (16)$$

при ограничениях и условиях:

$$\forall t \in [t_2, t_3]: u_{\text{хл}}(t) \in [u_H, u_B]; \quad (17)$$

$$z(t_2) = 0 \rightarrow z(t_3) = z^k, \quad (18)$$

в том числе на совместную работу с ЭД-1:

$$t_2 = f_{3a}(T_{\text{зад}}, W);$$

$$T_{\text{задmin}} \leq T_{\text{зад}}(t_2) \leq T_{\text{задmax}}; \quad (19)$$

$$W(t_2) \leq W_1,$$

заданных, функционале

$$I_{\text{хл}} = \int_{t_2}^{t_3} q_3(z, u, t) dt \rightarrow \min_u, \quad (20)$$

одной или нескольких возможных стратегий реализации ОУ, требуется определить вид и параметры функции ОУ, оптимальную траекторию изменения фазовых координат и выбрать стратегию управления. Здесь  $t_2$  – момент включения ЭД системы охлаждения (рис.1),  $T_{\text{зад}}$  – заданная температура охлаждающей жидкости,  $W_1$  – задаваемое значение потребления энергии главным электроприводом.

После окончания этапа пуска система поддерживает заданную температуру в смесительной камере, при этом используется модель

$$M^{(3a)}: T_{\text{хл}} = f_{3б}(z(t), u_{\text{хл}}(t), A_{3б}, B_{3б}); \quad (21)$$

при ограничениях и условиях:

$$\forall t \in [t_2, t_4]: u_{\text{хл}}(t) \in [u_H, u_B]; \quad T_{\text{хл}}(t) = T_{\text{доп}}, \quad (22)$$

требуется определить вид и параметры функции ОУ, оптимальную траекторию изменения фазовых координат и выбрать стратегию управления.

Общий минимизируемый функционал для системы, с учетом вышесказанного, будет выглядеть следующим образом

$$I_{\Sigma} = I_M(u_M; 0, t_1) + I_{\text{гл}}(u_{\text{гл}}, t_{k_j}; t_1, t_4) + I_{\text{хл}}(u_{\text{хл}}, t_2; t_2, t_3) \rightarrow \min_{u_{\text{гл}}, u_{\text{хл}}, u_M, t_2, t_{k_j}}. \quad (23)$$

Особенностью работы ЭП1 смесительной установки, с точки зрения энергосберегающего управления, являются частые и значительные изменения нагрузки на приводную часть, что в свою очередь ведет к повышенным энергозатратам. Для осуществления оптимального управления в таких условиях осуществляется прогнозирование изменения нагрузки.

При решении задачи (1) – (5) модель объекта, учитывающая непрерывные изменения нагрузки, представляется дифференциальным уравнением с разрывной правой частью в виде  $m$  стадий

$$z = \begin{cases} A_1 z(t) + B_1 [u_{\text{гл}}(t) + w_1(t)], & z_j \in [z_j^0, z_j^{n1}]; \\ \dots & \dots \\ A_m z(t) + B_m [u_{\text{гл}}(t) + w_m(t)], & z_j \in [z_j^{nm-1}, z_j^k], \end{cases} \quad (24)$$

и моделью прогнозирования нагрузки

$$w_j^{\text{п}}(t) = \bar{w}_j + \phi_{1j}(w_{t-1} - \bar{w}_j) + \phi_{2j}(w_{t-2} - \bar{w}_j), \quad (24a)$$

где  $z$  –  $n$ -вектор фазовых координат;  $z_j$  – компонента  $z$ , определяющая границы переключения стадии;  $z_j^o, z_j^k$  – начальное и конечное значения  $z_j$ ;  $A_j, B_j, j = \overline{1, m}$  – матрицы параметров для  $m$  стадий;  $w_j^{np}(t)$  – нагрузка на электродвигатель на  $j$ -й стадии.

Физическая реализация данных алгоритмов возможна простым микропроцессорным устройством. В памяти микропроцессорного устройства содержатся модели объекта управления для различных его состояний функционирования и программы, позволяющие синтезировать оптимальное управляющее воздействие. Это дает возможность производить автоматическую коррекцию управляющего воздействия при переходе из одного состояния в другое.

*ГТТУ, кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»*

*Д.Л. Полушкин, А.С. Клинков, М.В. Соколов, И.В. Шашков*

### **ВАЛКОВО-ШНЕКОВЫЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ТЕРМОПЛАСТОВ И ЭЛАСТОМЕРОВ**

В России ежегодно образуется около 130 млн. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов. Из этого количества промышленной переработке подвергается не более 3 %, остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения. Утилизируемые отходы представляют собой серьезный источник загрязнения, однако при правильной организации управления отходами они могут являться неиссякаемым дополнительным сырьевым и энергетическим источниками ресурсов.

Наиболее перспективным методом утилизации отходов полимерных материалов является механический рециклинг или вторичное использование.

Развитые Европейские страны с каждым годом увеличивают процент утилизации отходов посредством вторичной переработки (рециклинга). Это позволяет использовать вторичный материал для переработки в изделия не ответственного назначения или добавлять его к первичному без потери качества получаемого конечного продукта или изделия.

Особую сложность составляет утилизация отходов пленочных упаковочных полимерных материалов, что связано с затруднением их измельчения и дробления. При использовании агломератора получается материал, различный по гранулометрическому составу и насыпной плотности, что негативно сказывается при дальнейшей переработке в материальных цилиндрах перерабатывающих машин.

Основными проблемами переработки пластиковых отходов являются сбор, очистка от инородных включений и сортировка. Эти стадии предварительной переработки отходов полимерных материалов являются самыми энерго- и ресурсоемкими, что в конечном результате сказывается на себестоимости продукции.

На кафедре «Переработка полимеров и упаковочное производство» Тамбовского государственного технического университета разработана технология и оборудование для вторичной переработки отходов термопластичных полимерных материалов. Данная технология позволяет полностью исключить дробление, что дает возможность снизить энерго- и трудовые затраты и способствует уменьшению себестоимости продукции.

Экспериментальная установка представляет собой валковый пластикатор-гранулятор, выполненный на базе лабораторных вальцов 190 80/80, работающих по непрерывной схеме [1].

Для непрерывного отбора расплава полимера с поверхности валков, а также дополнительной гомогенизации и профилирования изделий разработано отборочное шнековое устройство. Недостатками использовавшегося ранее отборочно-гранулирующего устройства [2] являлись сложность создания необходимого давления в отборочном устройстве.

Указанную техническую задачу предполагается решить посредством использования пары цилиндр–шнек для срезания вальцовой массы, дополнительной ее гомогенизации и создания высокого давления перед формирующей головкой.

Отборочное шнековое устройство представляет собой материальный цилиндр с расположенным шнеком, выполняющим функцию транспортирования и дополнительной гомогенизации вальцовой смеси. С одной стороны цилиндра – зона загрузки – выполнено окно с закрепленным на верхней кромке съемно-подрезным ножом; с другой стороны – зона выгрузки – расположено формообразующее отверстие.

При вальцевании существенное влияние на качественные показатели вторгранулята оказывает так называемая суммарная величина сдвига, которая зависит от различных конструктивных параметров валковой машины и технологических параметров процесса вальцевания. В работах Р.В. Торнера [3] суммарная величина сдвига определена для периодического режима вальцевания.

Величина сдвига для периодического режима вальцевания

$$\gamma_x = \tilde{\gamma}_x i(t),$$

где  $\tilde{\gamma}_x$  – средняя удельная деформация сдвига, реализуемая за один проход при вальцевании с фрикцией;  $i(t)$  – число проходов.

В работе [1] предложено определение суммарной величины сдвига для непрерывного процесса вальцевания.

Для этого сделаны следующие допущения:

1. Разбиваем длину валка на множество элементарных участков  $z_j$ , соответствующих  $j$ -му проходу.

Суммарную величину сдвига определяем по формуле

$$\gamma_B = \sum_{j=1}^k \gamma_j,$$

где  $\gamma_j$  – величина сдвига за один проход.

2. Считаем, что безразмерная координата сечения выхода  $X_K$  изменяется от зоны загрузки до зоны выгрузки по линейному закону.

На стадии отбора расплава с поверхности валков мы имеем традиционный процесс экструзии, о качестве которого можно судить также по суммарной величине сдвига  $\gamma$ , которая представляет собой функцию различных конструктивных параметров шнека, формирующих каналов экструзионной головки и технологических параметров процесса содержащихся в математической модели экструзии резиновых смесей.

Суммарная величина сдвига в каналах шнека определяется следующим образом

$$\gamma_{ш} = \dot{\gamma}_p \tau,$$

где  $\dot{\gamma}_p$  – расчетная скорость сдвига в каналах шнека,  $c^{-1}$

$$\dot{\gamma}_p = \frac{\pi D n \left( \frac{1}{nr} + 1 \right)}{60h};$$

$\tau$  – время пребывания перерабатываемого материала в материальном цилиндре, с

$$\tau = \frac{WhL}{Q \sin \varphi};$$

$W = (t - e) \cos \varphi$  – ширина винтового канала шнека, м;  $Q$  – производительность шнековой машины,  $m^3/c$ .

Суммарная величина сдвига в формирующих каналах определяется следующим образом

$$\gamma_{фк} = \sum_{i=1}^n \gamma_i,$$

где  $\gamma_i = \dot{\gamma}_i \tau_i$ ;  $\tau_i = \frac{F_i l_i}{Q_i}$ ;  $\gamma_i$  – суммарная величина сдвига;  $\gamma_i$ ,  $\dot{\gamma}_i$ ,  $\tau_i$  – сдвиг, скорость сдвига, время пребывания перерабатываемого материала в  $i$ -м канале, соответственно;  $F_i$ ,  $l_i$  – площадь поперечного сечения и длина  $i$ -го канала, соответственно [4].

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод, что суммарная величина сдвига для валково-шнекового процесса будет равна алгебраической сумме суммарных величин сдвига для непрерывного процесса вальцевания, процесса экструзии при отборе расплава полимера и суммарной величины сдвига, возникающей в формирующих каналах

$$\gamma_{сум} = \gamma_v + \gamma_{ш} + \gamma_{фк},$$

где  $\gamma_v$  – суммарной величины сдвига для непрерывного процесса вальцевания;  $\gamma_{ш}$  – суммарная величина сдвига в винтовом канале шнека;  $\gamma_{фк}$  – суммарная величина сдвига в формирующих каналах.

Использование данной технологии должно позволить прогнозировать качество вторгнатулированного материала при переработке отходов термопластов на валковой машине непрерывного действия.

Наряду с этим валковые машины традиционно используются для приготовления и предварительного подогрева резиновых смесей. Использование отборочно-шнекового устройства позволит интенсифицировать процесса вальцевания. Между тем наличие  $V_z$  составляющей скорости течения резиновой смеси в межвалковом зазоре, что определяет непрерывность процесса вальцевания, накладывает дополнительные сдвиговые деформации на перерабатываемый материал. В связи с этим наличие отборочно-шнекового устройства в совокупности с непрерывным вальцеванием не только способствует интенсификации процесса, но и вместе с тем сокращает время вальцевания, что несомненно облегчает труд вальцовщика. В конечном итоге мы получаем процесс приготовления резиновой смеси с заранее прогнозируемыми свойствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шашков, И.В. Валковое оборудование и технология процесса непрерывной переработки отходов пленочных термопластов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.В. Шашков. – Тамбов, 2005. – 16 с.
2. Авторское свидетельство СССР № 448957, М. Кл<sup>3</sup>. В29b 1/08, В29f 3/00 29.05.75.
3. Торнер, Р.В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов) / Р.В. Торнер. – М. : Химия, 1977.
4. Соколов, М.В. Расчет шнековых машин для переработки резиновых смесей при заданном качестве экструдата / М.В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Т. 12, № 4А. – С. 468 – 474.

*ТГТУ, кафедра «Переработка полимеров и упаковочное производство»*

**П.С. Беляев, А.Н. Давыдов, А.А. Скворцов, М.В. Забавников**

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЭКСТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Вторичной переработке полимерных упаковочных материалов уделяется все большее внимание, так как происходит их неограниченный рост. Значительное место в упаковке занимают полимерные материалы, срок разложения которых значителен.

Одним из возможных способов утилизации полимерных упаковочных материалов является создание на их основе композиционных материалов, применяющихся в других отраслях промышленности, например, в строительной индустрии в качестве не ответственных конструкционных материалов, например: облицовки, отделочных материалов, теплоизоляции и т.д.

Для сокращения энергетических и временных затрат при получении композиционного материала возможно использование экструзионного метода. Экспериментальная установка представляет собой одношнековый лабораторный экструдер с диаметром червяка 20 мм,  $L/D = 25$ . Экструдер состоит из червяка, вращающегося внутри цилиндрического корпуса. Обог-

рев корпуса осуществляется элементами сопротивления, сгруппированными в три тепловые зоны обогрева. На конце корпуса установлена формующая головка с диаметром отверстия 5 мм, обеспечивающая получение профильного изделия в виде прутка. Корпус устанавливается на станине. Осевое усилие воспринимается блоком упорных подшипников. Привод червяка осуществляется от электродвигателя постоянного тока через клиноременную передачу и одноступенчатый червячный редуктор. Скорость вращения червяка регулируется с помощью преобразователя электрического тока, путем увеличения или уменьшения напряжения поворотом ручки на преобразователе.

Экструдруемый материал поступает на переработку в виде крошки размером 7...3 мм. Смесь термопластов загружается в бункер; через загрузочное отверстие она поступает к червяку, а в формующей головке происходит формование прутка.

В качестве сырья для получения полимерной композиции использовалась двухкомпонентная смесь полимеров: дробленые трубы из ПЭВД и ПЭТФ-бутылки в различном процентном соотношении. Исходные материалы имели следующие показатели: индекс расплава ПЭВД – 0,36 г / 10 мин, ПЭТФ – 7,8 г / 10 мин; температура плавления ПЭВД – 133 °С. Для определения индекса расплава термопластов использовался грузовой капиллярный вискозиметр ИИРТ-М, который соответствует ГОСТу 11645–73 (стандарт СЭВ 896–78). Перед испытаниями вискозиметр прогревали в течение одного часа, с капилляром необходимого размера, для ПЭВД диаметр отверстия в капилляре – 2 мм, а для ПЭТФ – 1 мм (т.к. его вязкость расплава значительно ниже по сравнению с полиэтиленом). Нагрузка на расплав полимера составляла 10 кг для полиэтилена и 5 кг для полиэтилентерефталата. Температура расплава полимерного материала, при которой производились исследования, составляет: ПЭВД – 190 °С, ПЭТФ – 250 °С. На аналитических весах определяли массу срезанных прутков с точностью до 0,001 г. За результат испытаний принимали среднее квадратичное всех параллельных определений для каждого эксперимента.

Для проведения экспериментов требовалось введение стадии сушки материалов (чтобы избежать гидролиза ПЭТФ при получении композиционного материала в экструдере). Сушка полиэтилена проводилась при температуре 110 °С в течение трех часов, а ПЭТФ при температуре 150 °С также в течение трех часов. Подбирая температурный режим, процентное содержание полиэтилентерефталата и скорость вращения шнека, были получены следующие результаты: при температурах в зонах пластикации и дозирования 260 – 290°С, частотах вращения шнека 7,5 – 17,5 об/мин и процентном содержании полиэтилентерефталата от 5 до 10 % – наблюдалось расслоение образцов.

Образцы в виде лопаток получали вырубкой специальным ножом из пластин, изготовленных в прессформе на рамном прессе при следующих заданных параметрах прессования: температура 260 °С, давление 100 кГс/см<sup>2</sup> и время выдержки под давлением 20 мин.

В процессе исследования был установлен диапазон, когда расслоение образцов не наблюдалось: температура зоны загрузки 190 °С, температуры зон плавления и дозирования 290 °С, частота вращения шнека 7,5 об/мин, и процентное содержание полиэтилентерефталата в массе полиэтилена 5 %.

Для определения напряжения разрыва проводились испытания на разрывной машине СМГИ-Ц-250. Скорость раздвижения захватов в испытательной машине 28 мм/мин. Перед испытанием измеряли толщину и ширину образцов в их рабочей части с точностью до 0,01 мм не менее чем в трех местах. Образцы, у которых результаты измерений толщины и ширины рабочей части различались больше, чем на 0,2 мм, заменялись другими.

Результаты серии опытов показывают, что даже незначительное добавление ПЭТФ (5 %) в ПЭВД приводит к увеличению напряжения разрыва примерно в 1,5 раза по сравнению с исходным ПЭ.

Это позволяет сделать вывод о дальнейшем и более подробном изучении свойств полимерной композиции, что в свою очередь приводит к снижению количества бытовых отходов и получению нового композиционного материала с набором неплохих эксплуатационных свойств.

*ТГТУ, кафедра «Переработка полимеров и упаковочное производство»*

*А.Н. Блохин, М.Н. Ладохина*

## **АРМИРОВАНИЕ ЭПОКСИДНОГО КЛЕЯ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ТРУБКАМИ**

После того как современная физика металлов подробно разъяснила нам причины их пластичности, прочности и ее увеличения, началась интенсивная систематическая разработка новых материалов. Это приведет уже в обозримом будущем к созданию материалов с прочностью, во много раз превышающей ее значения у обычных сегодня материалов. Два перспективных пути открывают комбинированные материалы, усиленные либо волокнами, либо диспергированными твердыми частицами. У первых в неорганическую металлическую или органическую полимерную матрицу введены тончайшие высокопрочные волокна из стекла, углерода, бора, бериллия, стали или нитевидные монокристаллы. В результате такого комбинирования максимальная прочность сочетается с высоким модулем упругости и небольшой плотностью. Именно такими материалами будущего являются композиционные материалы на основе нанотрубок.

Композиционный материал – конструкционный (металлический или неметаллический) материал, в котором имеются усиливающие его элементы в виде нитей, волокон или хлопьев более прочного материала. Примеры таких материалов: пластик, армированный борными, углеродными, стеклянными волокнами, жгутами или тканями на их основе. Комбинируя объемное содержание компонентов, можно получать материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами.

Свойства композитов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними. Чем выше прочность и модуль упругости волокон, тем выше прочность и жесткость композиционного материала.

Идеальным наполнителем для армирования композита является углеродный наноматериал (УНМ) и углеродные нанотрубки в частности. Их основные достоинства заключаются в следующем:

- внешний диаметр  $\approx 50$  нм;
- высокие прочностные характеристики (модуль упругости 1060 гПа – трубки, 750 гПа – волокна, к примеру у стали 500 гПа);
- химическая стойкость;
- тепло- и электропроводность.

Эти характеристики и позволяют успешно использовать данные материалы в качестве армирующих добавок. Введение УНМ в полимерную матрицу улучшает прочностные и фрикционные характеристики, повышает термостабильность, способствует появлению новых свойств, таких, как токопроводение и поглощение радиационного излучения. Малые размеры углеродного материала на макромолекулярном уровне помогают взаимодействовать в полимере с его молекулами, скрепляя их параллельные пласти, тем самым увеличивая прочность композита при сдвиге, поскольку сдвиговая нагрузка и является слабым местом полимера.

Армирование углеродными наноматериалами имеет и свои трудности, они имеют изогнутую форму, что способствует их сплетению в клубки, также силы межмолекулярного притяжения помогают им удерживаться в плотной связи. И, конечно, введение их в таком состоянии не дает никакого прочностного улучшения, а наоборот, являясь концентраторами напряжений, они ухудшают прочностные характеристики композиционного материала на основе эпоксидной смолы до 18 % по отношению к чистому полимеру, и такой материал не проявляет новых свойств.

Существует два пути равномерного внедрения УНМ:

- подбор специального компонента, который обволакивает своими молекулами нанотрубку, тем самым отделяя ее от других, и в то же время эти молекулы прикрепляются к полимерной молекуле, являясь посредником между молекулой углерода и полимерной молекулой;
- механическое диспергирование.

Первый способ введения дает хорошие результаты, но очень сложно подобрать материал, одинаково хорошо взаимодействующий с УНМ и полимером. К тому же разнообразие полимерных материалов еще более усложняет этот подбор. Диспергирование более применимо в промышленности.

Были проведены опыты по диспергированию наноуглерода в ультразвуковой установке мощностью 1 кВт непосредственно в эпоксидной смоле и жидких растворителях. Лучшее распределение было в жидких растворителях, что видно из графика (рис. 1).

Углеродный продукт вводился в смесь растворителей с последующим добавлением в них эпоксидной смолы при незначительном нагреве и выпаркой растворителей до 80 %. Образцы, изготовленные таким образом, подвергались дальнейшим исследованиям и испытаниям.

Вязкость связующего, содержащего 2 % нанотрубок, в области низких (до 900 °С) температур ниже по сравнению с более наполненным образцом (3 %). Затем их поведение практически одинаково. Отверждение начинается при температуре  $\approx 130$  °С, температура стеклования  $\approx 195$  °С для обеих композиций. Характер поведения кривой для немодифицированной эпоксидной матрицы отличается прежде всего более низкой температурой стеклования ( $\approx 180$  °С), более высокой вязкостью, отверждение начинается при температуре ( $\approx 110$  °С).

Испытания стандартных образцов на сжатие и изгиб проводились по ГОСТ 25.602–80, ГОСТ 25.604–82 на универсальных испытательных машинах. Результаты этих испытаний на рис. 2, 3.

Как видно из этих опытов, армирование углеродными материалами – весьма перспективное направление в области создания новых или улучшения существующих конструкционных материалов.

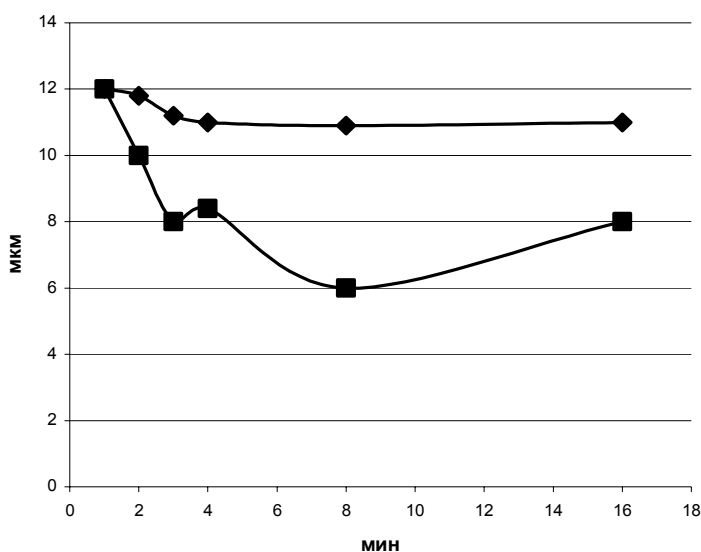


Рис. 1. Диспергирование УНМ

—◆— в эпоксидной смоле; —■— в растворителе

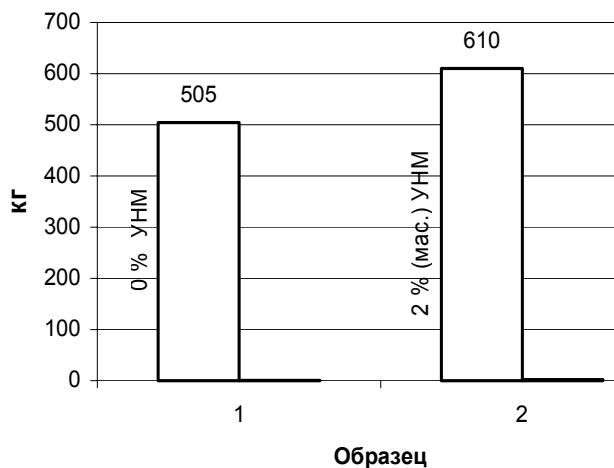


Рис. 2. Испытание на сжатие

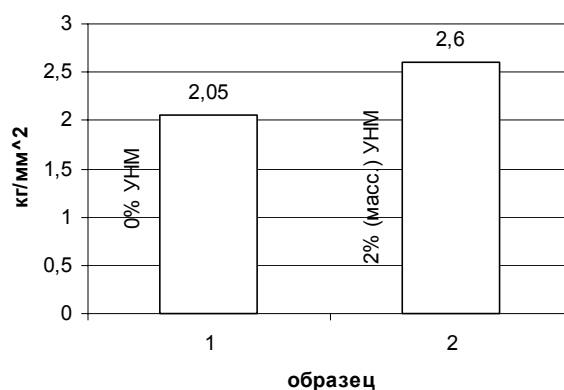


Рис. 3. Испытание на изгиб

ТГТУ, кафедра «Техника и технология машиностроительных производств»

А.Е. Бураков

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНМ В ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ И ГИБКИХ ПОРИСТЫХ ПОДЛОЖЕК

Проблема использования углеродных наноматериалов в процессах очистки различных веществ с каждым днем все более актуальна. Эти вещества, имеющие множество уникальных свойств, могут стать прекрасными адсорбентами (поглотителями), на их основе могут быть созданы фильтрующие элементы, способные обеспечивать степень очистки до 99,9999 %.

Но из-за своих невероятно малых размеров применение этого вещества в процессах фильтрации очень осложнено (УНМ практически невозможно удержать ни в картриджных элементах, ни в тканевых рулонных фильтрах и др.). В свете этого наиболее перспективным выглядит следующее направление исследований: углеродные наноматериалы должны быть жестко закреплены на какой-то твердой пористой основе (подложке). Причем закрепление должно быть минимальным по площади (например, один конец нановолокна «врастает» в подложку).

В качестве материала для подложки оптимальными выглядят пористая керамика и градиентно-пористый кремний.

Пористая керамика в настоящее время приобретает все большее значение в различных областях техники и технологии. Ее применение осуществляется в двух главных направлениях.

Первым является теплоизоляция, при этом решающим являются теплоизоляционные свойства, т.е. коэффициент теплопроводности и теплозащита. Вторым направлением являются области, где решающим свойством материала являются его пористая структура и связанные с ней свойства, главным образом размеры пор и обуславливаемая ими проницаемость, удельная поверхность и т.п. Применение пористой керамики для фильтрования освоено сейчас многими фирмами.

Разработана технология получения пористых керамических труб с использованием метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) из природных концентратов-ильменита, кварца и др. Области применения этих изделий в:

- нефтехимической промышленности как для очистки топлив, масел и других нефтепродуктов, так и в качестве прочных электронагревателей;
- газовой промышленности для очистки природного газа;
- химической промышленности для очистки воздуха, пара, растворов кислот, щелочей;
- качестве рабочих элементов для капиллярной сушки высококонцентрированных суспензий;
- металлургической промышленности для очистки газовых выбросов и промышленных стоков;
- теплоэнергетике в качестве газовых горелок, для очистки природного газа перед сжиганием;
- коммунальном хозяйстве для очистки питьевой воды.



Еще больший интерес для исследований представляет градиентно-пористый кремний. В Институте проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН (г. Черноголовка, Московская обл.) были выполнены работы по созданию градиентно-пористой структуры кремния, на основе которой изготовлены кремниевые мембраны со сквозными отверстиями (рис. 1). Поры в кремнии изменяются с глубиной по сечению и структуре. Для увеличения удельной площади на поверхности макропор сформирован слой углеродных нановолоконных трубок.

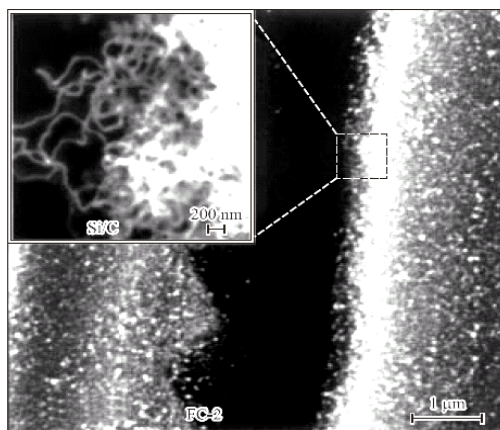


**Рис. 1. Образцы мембран из пористого керамического материала**

Созданная структура является основой для последующего формирования интегральной структуры электродов твердо-полимерных топливных элементов с удельной площадью электропроводящей поверхности по углероду не менее  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ .

Возникла идея использовать этот уникальный материал для получения фильтровального элемента высочайшей степени очистки. Суть ее заключалась в следующем: с целью увеличения удельной поверхности градиентно-пористого кремния разработана технология газофазного химического осаждения слоя углеродного волокнистого наноматериала на поверхности макропор. Процесс осаждения слоя углеродного волокнистого наноматериала при каталитическом пиролизе протекает строго селективно, а получаемый материал практически не содержит сажи. Благодаря этому, при условии равномерного распределения катализатора, на поверхности пор происходит формирование сплошного нановолокнистого слоя углерода (рис. 2)

Такие условия синтеза, при которых зарождение углеродного нановолокна происходит непосредственно на поверхности пор кремния, обеспечивают хорошую адгезию между выращенным слоем и кремниевой основой. Согласно предварительным измерениям, удельная поверхность углеродного волокнистого материала, выращенного таким способом, превышает  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ . Нановолокнистый слой углерода достаточно однородно расположен на внутренней поверхности макропор, толщина слоя составляет около  $0,1 - 0,4$  микрона и зависит в основном от режимов осаждения. Слой представляет собой смесь нановолокон и нанотрубок. Поверхностное сопротивление пористой структуры с толщиной углеродного слоя порядка  $0,35$  микрона, по крайней мере, в четыре раза ниже, чем аналогичное без наноуглеродного слоя. По взаимной договоренности с Институтом проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН нам были предоставлены образцы градиентно-пористого кремния.



**Рис. 2. Слой волокнистого наноуглерода**

На полученные образцы был нанесен катализатор, полученный двумя методами: методом Патила и золь-гель методом. Затем образцы были помещены в реактор и подверглись процессу пиролиза. Обработанные таким образом, они были отправлены в ИПТМОМ для проведения диагностики на качественном оборудовании.

Как сопутствующий вариант рассматривается разработка технологии газофазного химического осаждения слоя углеродного волокнистого наноматериала «Таунит» на поверхности макропор фильтрующей керамики с целью увеличения удельной поверхности ее пористой структуры и, как следствие, повышения адсорбционной способности. Материал, полученный на образцах, изготовленных совместно с ООО «Промкерам-фарфор» (Украина), исследовался Санкт-Петербургским политехническим университетом и Воронежским Государственным Техническим Университетом (рис. 3).

Проводятся исследования по внесению УНМ в структуру активного слоя различных мембран (ультрафильтрационных, нанофильтрационных, обратноосмотических). Прделанные на мембранах *ESPA* и МГА-95 эксперименты показали следующие предварительные результаты:

*ESPA* – при незначительном уменьшении производительности ( $10 - 15 \%$ ) степень очистки (в частности по  $\text{MgSO}_4$ ) увеличилась в 2,6 раза;

МГА-95 – производительность уменьшилась на  $3...5 \%$ , степень очистки увеличилась в 2,3 раза.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение УНМ для создания новых фильтрующих элементов представляется многообещающим и перспективным для промышленного использования.

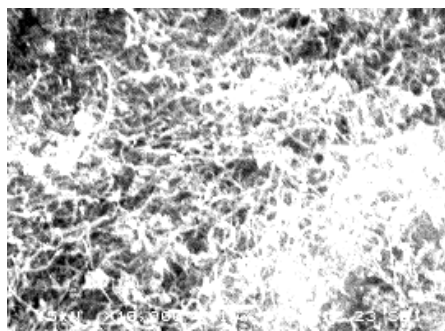


Рис. 3. Фотография наноматериала

ТГТУ, кафедра «Техника и технология машиностроительных производств»

**Е.Ю. Никифорова**

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ

Использование ультрадисперсных состояний веществ и материалов в технике – одно из перспективных направлений современного материаловедения. Применение их настолько широко, что охватывает практически все отрасли производства, в том числе производство катализаторов, носителей катализаторов, сорбентов, изготовление стекла и керамики, лаков и красок, огнеупоров, наполнителей полимеров – в химической промышленности; активных масс щелочных аккумуляторов и сухих гальванических элементов, диэлектриков и полупроводников – в электротехнической промышленности. Поэтому ультрадисперсные кристаллические порошки привлекают к себе в последнее время все большее внимание физиков, химиков, материаловедов. Существует множество методов получения оксидов металлов, базирующихся на газофазном, плазмохимическом, термическом и других процессах. В последнее время получили развитие новые перспективные направления синтеза нанопорошков металлов, одним из которых является способ получения ультрадисперсных порошков металлов электролизом расплавов и растворов их солей.

**Производство металлических порошков электролизом.** Электролиз представляет собой своеобразный процесс восстановления, осуществляемый не с помощью восстановителей, а за счет использования энергии электрического тока. В зависимости от условий электролиза на катоде получают *твердые хрупкие* осадки в виде плотных слоев, чешуек или кристаллов, *губчатые мягкие* осадки и *рыхлые (черные)* осадки [2]. Этот способ наиболее экономичен при производстве химически чистых порошков.

На технологические параметры и свойства катодного осадка влияют: расстояние между электродами, концентрация и температура электролита, плотность тока, длительность наращивания порошка, кислотность электролита и наличие в нем посторонних ионов, скорость циркуляции электролита, форма и состояние поверхности электродов, присутствие специальных добавок. В настоящее время порошки металлов высокой степени дисперсности выделяют из водных растворов в основном по трем известным методам: на неподвижных твердых электродах, из ванн с жидкими металлическими катодами и в двухслойной электролитической ванне на вращающихся катодах.

**Электроосаждение на неподвижных твердых электродах.** Основными условиями осаждения тонких порошков на неподвижных твердых электродах являются значительная плотность тока, превышающая предельные значения, и очень низкая концентрация соли выделяемого металла [3].

В качестве электролита используют преимущественно простые соли металлов с различными добавками, которые вводятся для повышения буферных свойств и увеличения электропроводности растворов. На рис. 1 представлена схема электролизера для производства порошка серебро – палладий [4].

Электроосаждение [3] высокодисперсных металлов сопровождается интенсивным разрядом ионов водорода, поэтому катодный выход по току, как правило, значительно ниже анодного и достигает лишь 50 – 60 %. В результате выделения водорода происходит быстрое изменение состава и pH электролита, особенно приэлектродного слоя. Образуется большое количество гидроксидов и основных солей, а готовый продукт загрязняется различными примесями. Между тем известно, что необходимым условием получения стандартных по дисперсности и физико-химическим свойствам порошков является поддержание постоянства состава раствора. Наиболее рациональным решением проблемы стабильности электролита является выравнивание катодного и анодного выходов по току. С этой целью применяют комбинированные (растворимые и нерастворимые) аноды либо изменяют степень пассивности легко пассивирующихся электродов, а также поддерживают постоянство pH-растворов.

В результате [3] исследований установлено, что структура и выход по току порошкообразных осадков определяются не только природой материала электрода, обусловленной его атомным строением, кристаллографической ориентацией, но и состоянием поверхности катода, соотношением активных и пассивных участков на ней, наличием различного рода адсорбционных пленок.

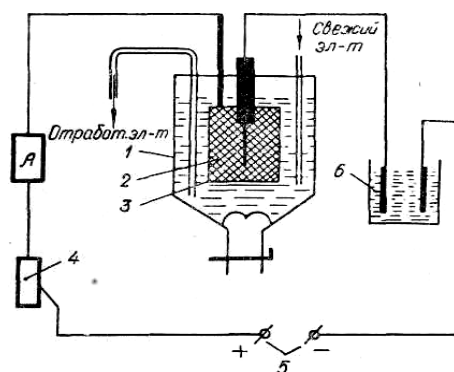


Рис. 1. Схема электролизера для получения порошка серебро – палладий:

1 – корпус электролизера; 2 – катод никелевый; 3 – анод нерастворимый (платиновая сетка); 4 – реостат; 5 – выпрямитель; 6 – кулонометр

Актуальность [5] вопроса защиты тонких порошков металлов от окисления приобретает важное значение по мере увеличения их дисперсности. В связи с этим к числу недостатков метода электролитического выделения высокодисперсных порошков на неподвижных твердых электродах, помимо низкого выхода по току и большого расхода электроэнергии, следует отнести необходимость немедленных операций, связанных с защитой порошка от окисления.

**Выделение высокодисперсных порошков на жидких металлических катодах.** Электролиз водных растворов с применением ртути или расплавленных металлов получил большое распространение в амальгамной металлургии. Этот метод получил развитие и доведен до промышленного производства в ряде зарубежных стран: Японии, США, ФРГ, Франции. В России осаждение порошков на ртутном катоде не нашло применения, главным образом, из-за токсичности ртути и довольно сложной технологии переработки этих порошков в изделия.

Основы метода были разработаны Джоулем [3], который проводил электролиз растворов железа с использованием чистых растворимых железных анодов. Обычно электролизер представляет собой корыто, заполненное примерно на 25 мм ртутью и установленное на жестком основании. Сверху заливается определенное количество соответствующего электролита, в который погружаются на специальных держателях аноды. Удаление металла из ртути производят фильтрацией или в магнитном поле с последующей дистилляцией в атмосфере водорода. Метод ртутного электролиза позволяет выделять очень тонкие порошки железа, кобальта и никеля для целей катализа, металлокерамики, производства различных магнитных материалов.

**Осаждение высокодисперсных металлов в двухслойной ванне.** Натансоном Э.М. разработан метод получения высокодисперсных катодных осадков металлов и сплавов в двухслойной электролитической ванне [2]. Двухслойная электролитическая ванна имеет некоторые особенности [3] и представляет собой электролизер, в котором нижним слоем является водный раствор соответствующего электролита, а верхним слоем – раствор поверхностно-активного вещества в углеводородной среде. Катод – металлический диск, вращающийся в вертикальной плоскости и лишь небольшой частью своей поверхности погруженный в электролит. Аноды – неподвижны. Электролитом в большинстве случаев служат разбавленные растворы простых солей. Подвижный катод непрерывно смачивается углеводородной средой (толуол, ксилол, бензол и др.), содержащей примеси веществ, поверхностно-активных к поверхности раздела металл – углеводород, что приводит к его резкой гидрофобизации. При проведении электролиза ионы металла разряжаются на пассивированной поверхности электрода. В связи с этим процесс электрокристаллизации происходит с большим перенапряжением, которое должно быть достаточным, чтобы вызвать в некоторых местах поверхности катода образование зародышей. Благодаря вращению поверхность электрода периодически выводится из зоны разряда и, проходя органический слой, вновь пассивируется. Образовавшиеся кристаллы лиофилизируются ПАВ и немедленно диспергируются в органическом слое в виде высокодисперсных, не связанных между собой частиц.

Несмотря на ряд преимуществ получения порошков в условиях двухслойной электролитической ванны по сравнению с первым методом (в частности, высокая дисперсность, отсутствие операций, связанных с защитой высокодисперсного металла от окисления и др.), этот метод имеет и определенные недостатки, обусловленные наличием вращающихся деталей и использованием очень разбавленных растворов электролитов. Осаждение высокодисперсных металлов сопровождается, как правило, обильным выделением водорода, в связи с чем выход по току составляет 45 – 65 %, довольно большим расходом электроэнергии, включением в осадок, в некоторых случаях вредных примесей.

**Электролиз расплавленных сред.** Электролитами для получения [2] большинства металлических порошков из расплавов являются хлориды; некоторые порошки получают из фторидных или хлоридно-фторидных ванн. В герметичных электролизерах создают инертную газовую атмосферу (чаще всего аргон) или вакуум.

Структура катодных осадков зависит от условий их осаждения. При этом большое влияние на характер выделяемого осадка оказывают состав и степень чистоты электролита, а также материал и состояние поверхности катода. При наличии ничтожных следов влаги осадки выделяются в виде губки, а при содержании в электролите небольших количеств примесей железа или марганца металлы выделяются в виде черного порошка.

В заключение следует подчеркнуть, что все рассмотренные способы получения высокодисперсных порошков металлов имеют как преимущества, так и недостатки. Процесс получения порошков металлов на неподвижных твердых электродах, помимо низкого выхода по току и большого расхода электроэнергии, осложняется необходимостью немедленных операций, связанных со стабилизацией порошков в отношении коррозии. При получении порошков в двухслойной ванне отсутствуют операции, связанные с защитой высокодисперсных металлов от окисления, что значительно упрощает процесс последующей обработки полученных порошков. Преимуществом получения высокодисперсных металлов на неподвижных твердых электродах является простота в технологическом оформлении установок, тогда как второй способ встречает некоторые трудности при внедрении его в производство, обусловленные необходимостью проектирования электролизеров со специальным токоподводом, вращающимся валом и катодами. Выбор того или иного способа получения высокодисперсных порошков металлов зависит в конечном счете от требований, предъявляемых промышленностью к их качественным характеристикам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрунин, В.Ф. Российская ниша наноматериалов как перспективная база нанотехнологий / В.Ф. Петрунин // Нано- и микросистемная техника. – 2005. – № 12. – С. 1 – 3.
2. Либенсон, Г.А. Основы порошковой металлургии / Г.А. Либенсон. – М. : Металлургия, 1975. – 300 с.
3. Желибо, Е.П. Электролитическое осаждение высокодисперсных железа и кобальта из концентрированных растворов : дис. ... канд. хим. наук / Е.П. Желибо. – Киев, 1972. – 120 с.
4. Электрохимическое получение высокодисперсных порошков Ag – Pd с заданного химического состава / Б.П. Юрьев, С.П. Шкурякова // Порошковая металлургия. – 1973. – № 6. – С. 6–7.
5. Эванс, Ю.Р. Коррозия и окисление металлов / Ю.Р. Эванс ; пер. англ. под ред. И.Л. Розельферда. – М. : Машгиз, 1962. – 856 с.

ТГТУ, кафедра химии

*Л.В. Голубева, Н.А. Бобкова, Ю.В. Бабкина, С.Н. Миронова*

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА С УЛУЧШЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Производство молочных консервов в России является важной и перспективной отраслью молочной промышленности. Сгущенные молочные продукты предназначены для длительного хранения, в течение которого должны оставаться без изменения их органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Они пригодны также для длительного хранения с последующим употреблением в пищу, удобны в транспортировке [1].

В настоящее время с учетом современных концепций науки о питании, а также с ростом числа людей, страдающих сахарным диабетом, наблюдается стойкая тенденция увеличения потребления низкокалорийных продуктов питания с улучшенными функциональными свойствами.

Эксперименты и исследования проводились на кафедре технологии молока и молочных продуктов Воронежской государственной технологической академии с целью разработки технологии нового концентрированного молокосодержащего продукта с улучшенными функциональными свойствами. В новом продукте проводили замену от 10 до 100 % сахарозы фруктозой.

Фруктоза является перспективным сырьем для производства сгущенных консервов, так как продукты с ее использованием имеют повышенную хранимоспособность и более высокие потребительские свойства. Применение в качестве подслащивающего вещества фруктозы позволяет получать продукт для массового потребления, так как она включается в метаболизм бесконфликтно (без участия инсулина) и имеет рекомендации для употребления лицам, страдающим различными заболеваниями, в том числе сахарным диабетом. Фруктоза (фруктовый сахар), эмпирическая формула  $C_6H_{12}O_6$ , является самой сладкой из природных сахаров, сладость ее составляет 1,73. Важным свойством фруктозы является ее синергическая способность в смеси с другими синтетическим заменителями сахара создавать пищевые добавки высокой степени сладости. На основе фруктозы получают различные патоки, искусственный мед, начинки, напитки, мороженое, консервы [2].

В процессе исследования определяли количество и время введения фруктозы, фиксировали продолжительность и температуру термообработки, продолжительность охлаждения, конечную температуру концентрированного молокосодержащего продукта.

Вырабатывали концентрированный молокосодержащий продукт (контроль) и концентрированные молокосодержащие продукты с заменой 25, 50 и 100 % сахарозы на фруктозу.

Технологический процесс включает следующие операции:

- подготовку сырья;
- смешивание и растворение компонентов;
- гомогенизацию;
- пастеризацию;
- охлаждение;
- упаковку и маркировку.

Лучшими физико-химическими и органолептическими показателями характеризовался продукт, в котором фруктозу вводили в нормализованную молочно-растительную смесь перед пастеризацией.

Полученный концентрированный молокосодержащий продукт имеет хорошие органолептические и физико-химические показатели (табл. 1).

Обозначение образцов:

1. Концентрированный молокосодержащий продукт (контроль).
2. Концентрированный молокосодержащий продукт с заменой 25 % сахарозы на фруктозу.

#### **1. Физико-химические показатели концентрированного молокосодержащего продукта после выработки**

Номер образца	Массовая доля, %			Активная кислотность, pH
	сухих веществ	влаги	жира	
1	78,6	25,4	4,5	4,9
2	77,0	25,0	3,9	4,65

3	77,9	25,1	3,9	4,75
4	77,9	25,1	3,9	4,9

3. Концентрированный молокосодержащий продукт с заменой 50 % сахарозы на фруктозу.
4. Концентрированный молокосодержащий продукт с заменой 100 % сахарозы на фруктозу.

На кафедре было проведено изучение структурно-механических свойств выработанного молокосодержащего продукта. Опыты осуществляли на ротационном вискозиметре РВ-8 и вискозиметре Геплера, температура изменялась от 40 до 80 °С.

Полученный продукт характеризовался повышенным осмотическим давлением, однородной консистенцией и высокими вкусовыми качествами. Динамическая вязкость составляла от 2 до 4 Па · с и в процессе хранения в течение 12 месяцев не превышала 15 Па · с. Для придания свежесделанному продукту более вязкой консистенции в состав рецептуры вводили стабилизационные системы.

Органолептическая оценка имеет субъективные особенности, поэтому для подтверждения ее результатов были проведены исследования по измерению среднего размера кристаллов углеводной составляющей продукта. Линейные размеры кристаллов лактозы в концентрированном молокосодержащем продукте определяли при увеличении в 600 раз по методике Л.В. Чекулаевой.

Установлено, что лучшим образцом по дисперсности кристаллов лактозы является продукт с заменой 100 % сахарозы на фруктозу. В течение 4 месяцев хранения размер кристаллов в этом образце не превышает 7 мкм. В молочных консервах с заменой 50 и 25 % сахарозы на фруктозу наблюдается рост кристаллов до 7,6 мкм и до 8,0 мкм, соответственно. При этом в контрольном образце наибольшие размеры кристаллов до 8,9 мкм.

Таким образом, полученный концентрированный молокосодержащий продукт характеризуется улучшенными потребительскими и функциональными свойствами. Фруктоза равномерно распределяется по всей массе продукта. Консистенция и внешний вид выработанных образцов удовлетворяют требованиям стандартов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнездилова, А.И. Кристаллизация лактозы и сахарозы в рекомбинированных молочных консервах с сахаром / А.И. Гнездилова, В.Б. Шевчук // Молочная промышленность. – 2004. – № 3. – С. 31–32.
2. Голубева, Л.В. Современные тенденции технологии сгущенного молока с сахаром / Л.В. Голубева, Н.А. Бобкова // Молочная промышленность. – 2006. – № 5. – С. 74–75.

*Воронежская государственная технологическая академия,  
кафедра «Технология молока и молочных продуктов»*

*О.Г. Гончарова, Е.И. Мельникова, Е.Б. Терешкова*

#### **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СОУСОВ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ**

**Целью исследований** была разработка рецептуры и совершенствование технологии производства молокосодержащих соусов повышенной биологической ценности. Актуальность исследований обоснована реализуемыми на государственном уровне тенденциями в области здорового питания, которые связаны с созданием ассортимента функциональных молочных продуктов, обладающими высокой пищевой и биологической ценностью, благоприятно воздействующими на функции человеческого организма и нормализацию его обменных процессов.

В качестве молочного ингредиента предложено использование творожной сыворотки. В нее переходят практически все витамины молока, и в первую очередь водорастворимые, а некоторые (холин) даже накапливаются. Анализ белкового, углеводного и минерального комплексов свидетельствуют о высокой ценности творожной сыворотки как пищевого сырья, промышленная переработка которого необычайно перспективна и экономически целесообразна.

С целью повышения пищевой и биологической ценности проводили ее ультрафильтрационное концентрирование. Предварительно сыворотку пастеризовали при температуре (76 ± 2) °С с выдержкой 20 с и охлаждали до температуры (40 ± 2) °С.

Из овощных компонентов использовались тыква и топинамбур. Предложена технология их переработки с целью получения пюре, являющегося одним из ингредиентов молокосодержащего продукта. Полифруктаны, составляющие 75 % углеводного комплекса топинамбура, и инулин применяют при лечении сахарного диабета. Употребление топинамбура значительно снижает содержание сахара в крови.

Тыква гармонично сочетает в себе витамины, белки, ферменты, благодаря чему она легко усваивается и быстро переваривается. Клетчатка тыквы хорошо разваривается и в пюреобразном состоянии легко усваивается. Высокое содержание в тыкве пектина (0,2 – 0,7) предохраняет слизистую оболочку желудка и кишечника от повреждений, облегчает состояние больных с воспалением толстого кишечника. Она улучшает пищеварение, рекомендуется при ожирении, снижении функции желчного пузыря, отеках, вызванных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Проведен комплекс исследований по применению ультрафильтрационного концентрата творожной сыворотки в технологии овощных соусов. Сочетание молочного и растительного сырья позволило объединить ценный нутриентный состав и получить продукт, который наиболее полно отвечает современным концепциям рационального питания.

В ходе работы была исследована хранимоспособность, изменение титруемой и активной кислотности УФ-концентрата в процессе хранения, микробиологические показатели. Прогнозируемый срок хранения УФ-концентрата составляет 72 ч.

Для формирования структуры и консистенции соуса, сохраняющейся в широких температурных диапазонах, применяли яблочный пектин. Оптимальная доза его внесения составила 3 %.

Была изучена возможность замены в рецептуре продукта сахарного сиропа, традиционно используемого в сладких молокосодержащих соусах, концентратом сладких веществ стевии, являющимся интенсивным подсластителем натурального происхождения.

В качестве контрольного образца при разработке рецептуры молокосодержащего сладкого соуса нами был выбран традиционный молочный соус, рецептура которого представлена в табл. 1.

**На основе проведенных исследований следует оптимальный компонентный состав соуса «Оригинальный» (табл. 2).**

**Исследован минеральный и витаминный состав соуса «Оригинальный» (табл. 3).**

Полученный соус «Оригинальный» обладает хорошими органолептическими (табл. 4), физико-химическими свойствами и выраженной функциональной направленностью.

## 1. Рецепттура соуса

Наименование ингредиента	Содержание, %
Молоко	42,0
Масло сливочное	4,0
Сахар-песок	7,1
Мука пшеничная	4,0
Пюре тыквенное	10,0
Вода питьевая	50,0

## 2. Оптимальная рецепттура соуса «Оригинальный»

Наименование рецептурного ингредиента	Содержание, %
УФ-концентрат творожной сыворотки	66,65
Пюре тыквы	13,2
Пюре топинамбура	13,2
Пектин яблочный	3,0
Сахарный сироп	3,65
Лимонная кислота	0,2
Концентрат сладких веществ стевии	0,3
Ароматизатор «Абрикос»	0,1

## 3. Минеральный и витаминный состав соуса «Оригинальный»

Определяемый показатель	Содержание
Витамины:	
рибофлавин, мг/кг	–
аскорбиновая кислота, мг/кг	143,38
Сырая зола, %	0,55
Макроэлементы:	
кальций, %	0,16
фосфор, %	0,07
Микроэлементы:	
цинк, мг/кг	10,63
медь, мг/кг	1,33

## 4. Органолептические показатели качества соуса «Оригинальный»

Наименование показателя	Соус «Оригинальный»	Контрольный образец
-------------------------	---------------------	---------------------

Внешний вид	Однородная масса, глянцевая поверхность	
Консистенция	Однородная протертая, в меру густая	
Вкус, запах, аромат	Сладкий вкус с выраженным ароматом абрикоса	Вкус приторно сладкий, аромат используемого тыквенного пюре

Комплексный анализ органолептических, физико-химических и микробиологических показателей соуса в процессе хранения позволил установить оптимальный срок хранения – 7 суток.

Воронежская государственная технологическая академия,  
кафедра «Технология молока и молочных продуктов»

И.А. Комаров, А.А. Мазов, В.В. Леденев, Я.В. Савинов

### ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГРУНТА НА ПОДЗЕМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Расчет подземных конструкций и сооружений с учетом и без учета их взаимного влияния осложняется условностью применяемых моделей основания. Эксперименты по определению напряжений в срезе немногочисленны. Причиной их является отсутствие мездоз или их значительная дороговизна. Точность измерения малых напряжений невысока. Ниже используется метод фиксации горизонтальных напряжений с помощью динамометров сжатия.

Эксперименты проводили в пространственном металлическом лотке размерами  $200 \times 170 \times 130$  (h) см. Для измерения горизонтальных напряжений в послойно уплотненном песчаном основании устанавливали вертикальные жесткие стальные площадки размером  $100 \times 100 \times 5$  мм (рис. 1, а). Расстояние между их осями в обоих направлениях равнялось 220 мм. Усилие от этих штампов передавалось через стальные стержни в защитных трубках на динамометры сжатия ДОСМ. 3. 002 (рис. 1, б). Последние упирались в жесткую стену. Моделью штампа являлся жесткий стальной диск диаметром 240 мм. Ступенчатую возрастающую нагрузку на штамп создавали гидравлическим домкратом через цилиндрический шарнир.

Величина бокового давления грунта является функцией большого числа параметров. В экспериментах определяли зависимость

$$\sigma_x = \sigma_x(\rho, c, \varphi, E_0, F, e, \delta, d_{st}, E_s, J_{st}, d_{st}, \lambda, \bar{L}),$$

где  $\rho$  – плотность грунта;  $c, \varphi$  – удельное сцепление и угол внутреннего трения;  $E_0$  – начальный модуль деформации;  $F$  – сосредоточенная сила;  $e, \delta$  – эксцентриситет и угол наклона силы;  $e_0 = e/d_{st}$  – относительный эксцентриситет;  $d_{st}$  – диаметр штампа;  $E_s, J_{st}$  – жесткость стального штампа;  $\lambda = h_i / d_{st}$  – относительное заглубление центра площадки, на которой определяется давление грунта;  $\bar{L} = L / d_{st}$  – относительное расстояние от измерительных площадок до оси модели фундамента.

В рассмотренной серии опытов изменяли  $e_0 = 0; \pm 0,25$  и  $0,5; \bar{L} = 1; 1,5$  и  $2; \lambda = 1, 2, 3; \rho = 1,7 \text{ г/см}^3$  при  $\omega = 0,1$ .

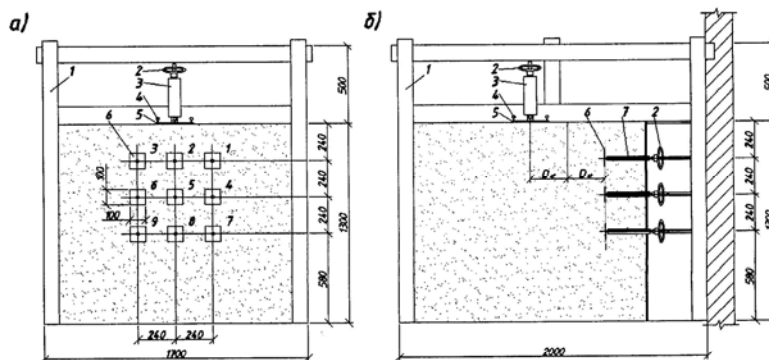


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- а – поперечный разрез; б – продольный разрез;  
1 – стальной пространственный лоток; 2 – динамометры сжатия ДОСМ 3.002;  
3 – гидравлический домкрат; 4 – индикаторы часового типа ИЧ-10;  
5 – штамп; 6 – вертикальные пластины; 7 – стальные стержни в защитной трубке

Типичные графики приведены на рис. 2 и 3. При  $F > 0,8$  скорости перемещений резко возросли. Эпюры горизонтальных перемещений (рис. 3) приведены лишь для  $\lambda = 1$ . Для площадок, расположенных на относительной глубине  $\lambda = 2$  и  $3$ , по очертанию подобны, но отличаются по численному значению.

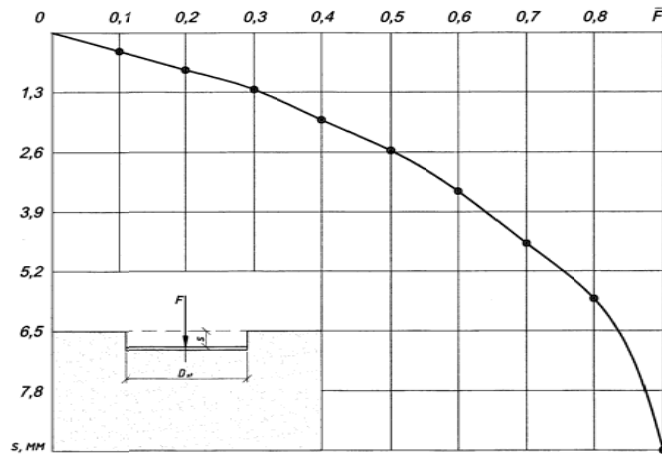


Рис. 2. Зависимость осадки штампа от нагрузки при центральном нагружении

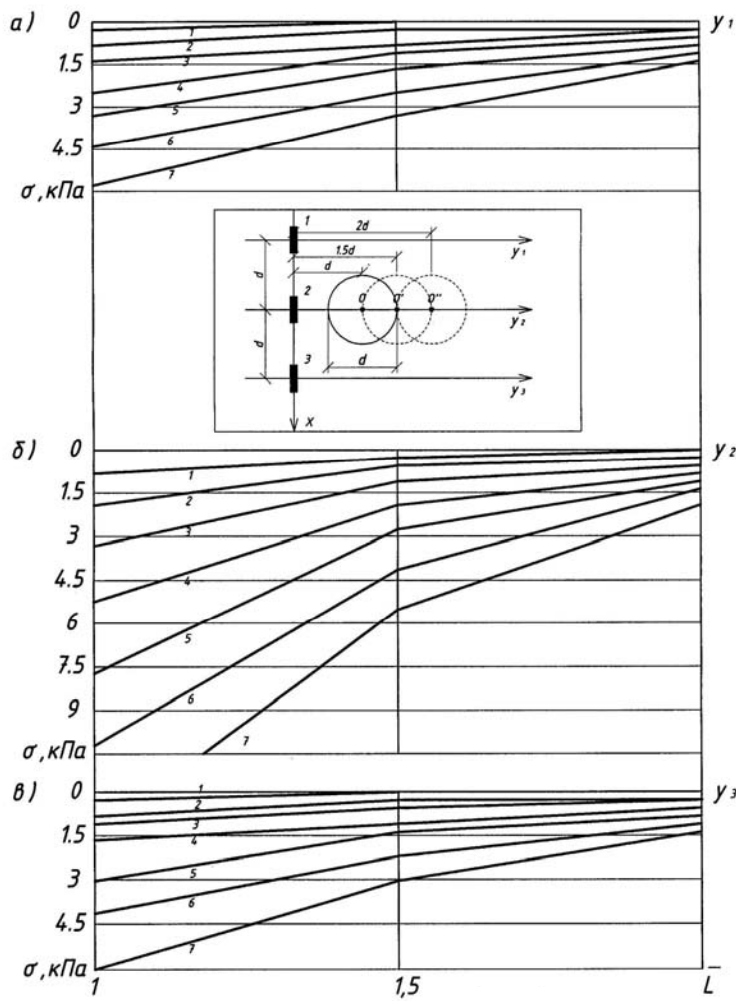


Рис. 3. Эпюры горизонтальных напряжений на штампы  $d = 24$  см  
 1 (а); 2 (б); 3 (в) от центрально приложенной нагрузки  $F$ , кН:  
 1 – 0,1; 2 – 0,2; 3 – 0,3; 4 – 0,4; 5 – 0,5; 6 – 0,6; 7 – 0,7

В проведенной серии экспериментов установлены закономерности изменения горизонтальных напряжений в грунте от ряда влияющих параметров.



ОБХОД МАЛЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ ПРИ ТРАССИРОВАНИИ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Трассирование автомобильных дорог при традиционных изысканиях на местности выполняют обычно с помощью технических теодолитов Т 15, Т 30 или их модификаций со средней квадратической погрешностью измерения горизонтального угла одним приемом, соответственно, 15" и 30", а разбивку пикетажа – с использованием землемерных стальных двадцатиметровых лент типа ЛЗ с относительной погрешностью измерения длин линий 1 : 2000.

Нередко возникает ситуация, когда в ходе изысканий в створ трассы попадают сравнительно небольшие по площади препятствия (например, столб, реликтовое дерево или просто стог сена), которые будут устранены на стадии строительства. В таких случаях возникает необходимость продления створа через препятствие, его закрепление с обеих сторон и измерения длины недоступного отрезка между точками закрепления.

Удобным способом для обхода препятствия является построение на створе треугольника, применяя при этом имеющиеся в распоряжении теодолит и мерную ленту (рис. 1).

При дополнительных построениях (измерениях) необходимо оценить точность определения длины створа I-III по теории погрешности измерений, так как требуемая точность должна быть не менее точности разбивки пикетажа.

Последовательность работ определяет количество построений (измерений) при обходе:

- теодолит на станции I перед препятствием; прибор ориентируют на предыдущую точку трассы A, откладывают угол  $\alpha$  (рис. 1) и по линии визирования расстояние  $d_{I-II}$ ;

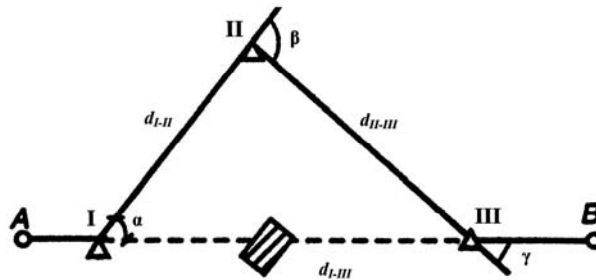


Рис. 1. Обход препятствия построением на створе треугольника  
(общий случай)

- теодолит на станции II; прибор ориентируют на станцию I, откладывают угол  $\beta$  таким образом, чтобы была обеспечена видимость на продолжении створа.

Далее вычисляют угол  $\gamma = \beta - \alpha$  и по теореме синусов определяют расстояние до точки продолжения створа

$$d_{II-III} = d_{I-II} \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

По линии визирования откладывают расстояние  $d_{II-III}$  и закрепляют станцию III.

Искомое расстояние

$$d_{I-III} = d_{I-II} \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}.$$

Очевидно, что при обходе небольшого по площади препятствия наиболее простым решением, в том числе с точки зрения обработки результатов, является построение на створе равностороннего треугольника со стороной 20 м (одна длина землемерной ленты) (рис. 2).

Для оценки точности определения длины створа I-III как косвенного измерения используем формулу для определения средней квадратической погрешности функции общего вида, так как длина створа является функцией трех величин –  $b$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ( $d_{I-II} = b$ ,  $d_{II-III} = a$ ,  $d_{I-III} = d$ )

$$m_d^2 = \left(\frac{\partial d}{\partial b}\right)^2 m_b^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial \beta}\right)^2 m_\beta^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial \gamma}\right)^2 m_\gamma^2.$$

Отсюда

$$m_d^2 = \left(\frac{\sin \beta}{\sin \gamma}\right)^2 m_b^2 + \left(b \frac{\cos \beta}{\sin \gamma}\right)^2 m_\beta^2 + \left(b \frac{\cos \gamma \sin \beta}{\sin^2 \gamma}\right)^2 m_\gamma^2.$$

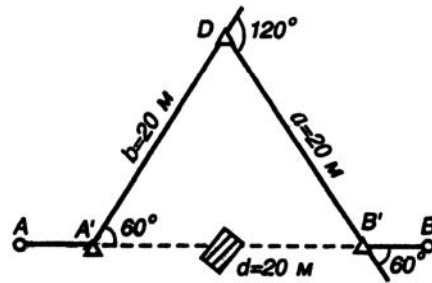


Рис. 2. Обход препятствия построением на створе треугольника (случай построения равностороннего треугольника)

В случае применения равностороннего треугольника средняя квадратическая погрешность построения отрезка  $b$  землемерной лентой типа ЛЗ с относительной погрешностью измерения длин линий 1 : 2000

$$m_b = \frac{2000}{2000} = 1,0 \text{ см.}$$

Для теодолита 2ТЗ0 со средней квадратической погрешностью измерения горизонтального угла одним приемом равна  $30''$ , средняя квадратическая погрешность определения угла  $\gamma = \beta - \alpha$

$$m_\gamma^2 = m_\beta^2 + m_\alpha^2; \quad m_\gamma = \sqrt{2} \cdot 0,5'.$$

В итоге погрешность определения расстояния длины створа I-III равна:

$$m_d^2 = \left( \frac{\sin 120^\circ}{\sin 60^\circ} \right)^2 1,0^2 + \left( 2000 \frac{\cos 120^\circ}{\sin 60^\circ} \right)^2 \left( \frac{\pi}{180 \cdot 120} \right)^2 + \left( 2000 \frac{\cos 60^\circ \sin 120^\circ}{\sin^2 60^\circ} \right)^2 \cdot 2 \cdot \left( \frac{\pi}{180 \cdot 120} \right)^2 = 1,085 \text{ см}^2,$$

$$m_d = 1,042 \text{ см.}$$

Определим относительную погрешность

$$f_d = \frac{1,042}{2000} = \frac{1}{1919} > \frac{1}{2000}.$$

Очевидно, для соблюдения требования

$$f_d \leq \frac{1}{2000} \quad (1)$$

необходимо, чтобы  $m_d \leq 1$ , а значит и  $m_b^2 \leq 1$ .

В нашей задаче требование (1) выполняется только при условии  $\left( \frac{\partial d}{\partial b} \right)^2 m_b^2 < 1$  или  $m_b^2 < 1$ , (так как  $\frac{\partial d}{\partial b} = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = 1$ ), т.е. необходимо повышение точности построения сторон треугольника I-II и II-III. Повышение точности достигается построением с выполнением повторных измерений (рис. 3).

При этом средняя квадратическая погрешность определяется как погрешность арифметической середины

$$M_b = \frac{m_b}{\sqrt{n}}.$$

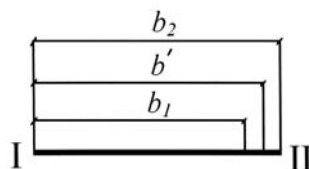


Рис. 3. К построению сторон треугольника

Расчет показывает, что достаточно двух измерений

$$M_b = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ см}; \quad M_b^2 = 0,5 \text{ см}^2.$$

Тогда

$$m_d^2 = 0,5 + 0,085 = 0,585 \text{ см}^2; \quad m_d = 0,765 \text{ см.}$$

$$f_d = \frac{0,765}{2000} = \frac{1}{2614} < \frac{1}{2000},$$

требование (1) выполняется.

Повышение точности построения углов не требуется.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия : учебник / Г.А. Федотов. – 2-е изд., исправ. – М. : Высшая школа, 2004. – С. 340 – 342.

*ТГТУ, кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»*

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ

М.Е. Глинкин, Е.И. Глинкин

### ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Компьютерный электропривод предназначен не только для механизации, автоматизации и электрификации рабочих процессов, но также служит для информатизации – основы информационных технологий за счет коммуникабельного информационного обеспечения – неделимого комплекса аппаратных и метрологических средств, программного и математического обеспечения, организующего по априорной информации адаптивный диапазон регулирования с заданной точностью нормируемых мер.

Информационные технологии невозможны без микропроцессорных систем, адаптивных в диапазоне автоматического контроля с регламентируемой точностью. Многогранность компонент и форм представления функции не согласует процессы обмена, преобразования и управления аппаратных средств, хранения и обмена информации программного и математического обеспечения с их анализом метрологическими средствами. Это обусловлено конструированием микропроцессорных систем комбинаторными методами специалистами схемотехники и программирования, математики и физики. При этом схемы конфликтуют с программами, архитектура не синхронна с алгоритмом, а следящая обратная связь автоматически не регламентирует диапазон и точность регулирования.

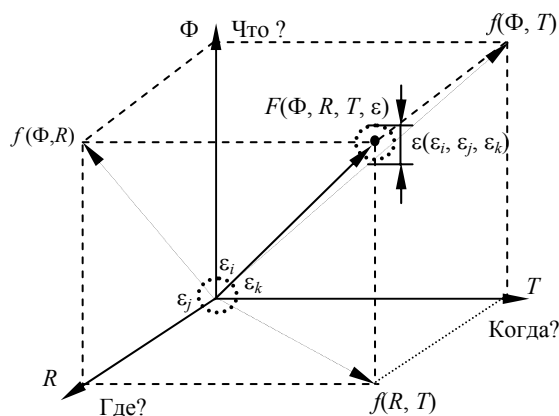
Целью работы является повышение эффективности микропроцессорных систем на основе технологии проектирования согласованных компонент их обеспечения по модели информационных процессов.

Информационные процессы обмена энергией и преобразования сигнала, управления структурой и хранения сообщений, их накопление и передача, анализ и синтез рационально представить в виде вектора функции информационного континуума с адресацией по координатам пространство-время-функция. При этом физические явления объективного мира, существующие в реальном пространстве и времени, замещают по принципам аналогии информационной моделью, систематизирующей функцию в мнемонике с упорядоченной адресацией для ее теоретического изучения в науке и практической реализации в технике.

Вектор функции адресуют в удобной для моделирования системе координат. Наиболее наглядным представлением является декартова система координат, в которой вектор проецируют по трем ортогональным измерениям в нормированных эквивалентах счисления. Вектор функции  $F$  моделируют структурой «черного ящика» (рис. 1), гранями которого служат нормированные ординаты  $\Phi$ ,  $R$ ,  $T$  триады «Что?», «Где?», «Когда?» для кодирования в функциональном базисе  $\{\Phi_i\}_1^n \in \Phi$ , адресации в объеме пространства  $\{R_j\}_1^m \in R$  (например, по мере длины  $R_1 = X$ , ширины  $R_2 = Y$  и высоты  $R_3 = Z$ ) и синхронизации по временным интервалам  $\{t_k\}_1^l \in T$ . Для задания функции с заданной степенью точности ординаты нормируют эквивалентно соответствующим мерам  $\{\varepsilon_{ijk}\} \in \varepsilon$ , что характеризует функцию  $F$  тетрадой  $\{\Phi, R, T, \varepsilon\}$  в информационном континууме с точностью эквивалентных мер.

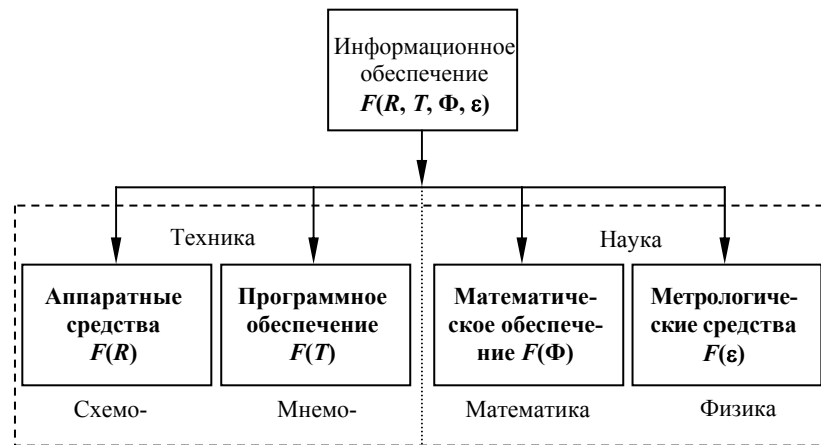
Из информационной модели очевидно, что неопределенность хотя бы адреса пространства или кода функции, интервала синхронизации или нормы погрешности дезориентируют вектор функции. Ненормирование адресов, интервалов и кода исключает метрологическую эффективность информационных компонент схемотехники, мнемотехники, научных образов математики и физики.

Информационная модель (рис.1) систематизирует вектор функции  $F\{\Phi, R, T, \varepsilon\}$  в информационное обеспечение (ИО) по компонентам (рис. 2) схемотехники на аппаратные средства (АС) и программное обеспечение (ПО), а также математическое обеспечение (МО) и метрологические средства (МС), соответствующие математике и физике из области науки.



**РИС. 1 ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ**

**Рис. 1. Информационная модель**



**Рис. 2. Компоненты информационного обеспечения**

АС отражают функцию в адресном объеме пространства  $F(R)$  схемотехники на уровне схем различного уровня иерархии (структурные, функциональные, принципиальные и т.д.) по методам их проектирования (синтез и анализ) в виде единой системы конструкторской документации (ЕСКД), регламентируемой стандартами (ТУ, ГОСТ, РСТ). Схемы поясняют функцию в ортогональных координатах пространства  $R(X, Y, Z)$  на уровне структур и связей, отражающих алгоритм информационного процесса согласно его математической модели. Схемы, на примере компьютера, реализуют конструктивы (микросхемы, платы, шлейфы).

АС интегрируются в архитектуру за счет программного обеспечения, включающего программы и методы их проектирования, регламентируемые ЕСКД и стандартами. Образ архитектуры компьютера аналогичен плоти человека из анатомического театра, которая нежизнеспособна без энергии духа и конституции. Программы на различных иерархических уровнях (блок-схемы, листинги, таблицы, ...) только инициируют схемы АС, вместе с ними определяют потенциальные возможности архитектуры микропроцессорных средств, но не их динамику работы и эффективность функционирования. Это обусловлено программами ПО, копирующими функцию во временных координатах  $F(T)$  в виде структур операций и адресной последовательности для реализации алгоритма информационного процесса по математической модели. Технические решения подобны музейным экспонатам, не одушевленным духом творчества экскурсовода, вооруженного теоретическими знаниями науки, закрепленными практикой опыта.

Алгоритмы и модели, методы и способы их реализации интегрируют математическое обеспечение, моделирующее информационный процесс в функциональном поле  $F(\Phi)$ . По математической модели операторами исчисления и счисления выявляются способы преобразования информации и рассчитываются алгоритмы определения информативных параметров, моделирующих характеристики физики информационных процессов энергоснабжения и аналитического контроля, автоматического регулирования и телеуправления. Продуктом МО служат алгоритмы, реализуемые структурами и связями программ и схем, управляющими архитектурой микропроцессорных систем и сетей. МО оживляет архитектуру, но это не полноценный компьютер, а малолетний ребенок, не знающий прав и обязанностей, игнорирующий правила и законы.

Информационное обеспечение и его компоненты регламентируют метрологические средства по критериям оценки эквивалентных мер для организации адаптивного диапазона с заданной степенью точности относительно нормируемых мер. Информационная модель (рис. 3) иллюстрирует нормирование осей ординат  $\Phi, R, T$  минимальными дискретами  $\Delta\Phi, \Delta R, \Delta T$  с весом погрешности  $\varepsilon_i, \varepsilon_j, \varepsilon_k$ . При фиксированном диапазоне уменьшение погрешности ниже заданного критерия  $\varepsilon < \varepsilon_0$  повышает точность определения вектора функции  $F(\Phi, R, T, \varepsilon)$  за счет увеличения адресного пространства информационного континуума, а при программном управлении весом кода для заданной погрешности  $\varepsilon_0$  изменяется цифровой эквивалент кода и диапазон мер адаптируется пропорционально внешним возмущениям. Следящая обратная связь по заданным эквивалентам мер и критериям оценки регулирует адресное пространство по заданным законам управления или внешним воздействиям и адаптирует информационное обеспечение по компонентам к реальному диапазону с точностью эквивалентных мер. МС компьютерных систем аналогичны кодексам и правилам, конституции и законам интеллектуального общества с регламентируемыми правами и обязанностями, нравственностью и моралью.

Информационный анализ модели процессов преобразования систематизирует по принципу аналогии вектор функции пространственно-временного континуума в информационное обеспечение микропроцессорных систем как неделимого комплекса компонент: аппаратных и метрологических средств, математического и программного обеспечения. Основными формами представления функции служат схемы АС и программы ПО, алгоритмы МО и меры МС, моделирующие информационные процессы кодами функции в адресном пространстве синхронно интервалам времени с адаптацией по диапазону с точностью эквивалентных мер.

Таким образом, информационная модель организует технологию проектирования информационного обеспечения микропроцессорных систем с согласованными образами схемо- и мнемотехники, математики и физики для автоматизации в адаптивном диапазоне с заданной точностью аналитического контроля и технологических процессов, электрооборудования и энергоснабжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинкин, Е.И. Схемотехника МИС. Компьютерный электропривод / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 76 с.

## НОВЫЙ ЭТАП В КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Компьютерное моделирование к настоящему времени полностью доказало свою перспективность при анализе, управлении и проектировании химико-технологических процессов и систем (ХТС). Можно выделить два этапа в развитии компьютерного моделирования ХТС, и сейчас мы находимся в преддверии третьего. Третий этап отличается от первых двух в первую очередь тем, что при моделировании учитывается неполнота (неопределенность) информации о ХТС, которой располагаем при решении вышеназванных задач. При этом в постановку задачи включается требование обеспечения работоспособности (гибкости) ХТС.

Первый этап компьютерного моделирования начался в пятидесятых годах XX в. и был связан с переводом расчета материальных и тепловых балансов ХТС с ручного на компьютерный. Была выработана общая концепция универсальной моделирующей программы, состоящей из управляющей программы, библиотеки модулей для расчета химико-технологических аппаратов, банка физико-химических свойств, библиотеки математических моделей и алгоритмов структурного анализа. В этот период было создано несколько десятков универсальных моделирующих программ.

Настоящий расцвет компьютерного моделирования начался с появлением персональных компьютеров в восьмидесятые годы XX в., и к этому времени лидирующее положение в мире заняли четыре универсальные моделирующие программы: ASPEN PLUS, HYSIS, CHEMCAD и PRO/II. Эти программы обладают обширными библиотеками технологических модулей, банками физико-химических свойств и удобным для пользователя интерфейсом. Их широко используют при проектировании новых и реконструкции действующих ХТС. Однако на определенном этапе совершенствования универсальных моделирующих программ было осознано, что наибольшие возможности компьютерного моделирования ХТС связаны не с передачей компьютеру традиционных для проектирования функций по расчету материальных и тепловых балансов, а с реализацией других функций и решением новых задач. И прежде всего задач оптимизации при проектировании новых ХТС и управлении действующими ХТС.

Начало второго этапа в развитии компьютерного моделирования можно условно отнести ко второй половине восьмидесятых годов XX в., когда в течение короткого времени произошел переход к персональным компьютерам и появились первые прототипы вышеназванных универсальных моделирующих программ, в которые были введены оптимизационные процедуры. Их стали применять не только для расчета отдельных технологических схем, но и для оптимизации стационарных режимов функционирования ХТС. Но все же вплоть до настоящего времени универсальные моделирующие программы гораздо чаще применяют только для расчета материальных и тепловых балансов с использованием наиболее полных и совершенных модулей расчета аппаратов и банка физико-химических свойств, снабженного данными, отвечающими последним достижениям науки. Причина состоит и в значительно большей математической трудности оптимизационного расчета по сравнению с балансовым и в непривычности функции оптимизации для проектировщиков. Но главное и принципиальное затруднение связано с частичной неопределенностью информации, которой мы располагаем, когда должны решать задачу оптимизации. Неопределенность практически всегда имеет место на этапе проектирования и часто – на этапе эксплуатации ХТС. Учет неопределенности информации требует как разработки новых математических постановок задач, так и новых подходов и методов их решения [1, 2].

Рассмотрим задачу оптимизации стационарных режимов ХТС на этапе проектирования. Запишем систему уравнений ХТС в общем виде

$$f_i(d, z, y) = 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где функции  $f_i(d, z, y)$  получены из уравнений для отдельных аппаратов ХТС и соотношений связи между ними;  $d$  – вектор конструктивных переменных;  $z$  – вектор режимных (управляющих) переменных;  $y$  – вектор состояний ХТС (например, вектор концентрационного состава, температур и расходов потоков и т.п.).

Обычно из уравнений (1)  $y$  определяется как однозначная функция

$$d, z : y = y(d, z).$$

Далее при проектировании должен быть соблюден ряд требований-ограничений, как правило, в форме неравенств и иногда в форме равенств:

$$g_j(d, z) \leq 0 \quad \text{или} \quad g_j(d, z) = 0, \quad j = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Ограничения могут быть технологическими, экономическими, экологическими и регламентными. Ограничением в форме равенства часто является производительность по основному продукту.

Наконец, для оптимизации должен быть задан критерий как функция переменных ХТС:  $I(d, z)$ , подлежащий минимизации или максимизации. Критерий может быть технологическим или чаще – экономическим (например, приведенные затраты, прибыль и т.д.).

Математически задачу оптимизации ХТС (для случая минимизации критерия) можно записать:

$$\min_{d \in D, z \in Z} I(d, z); \quad (3)$$

$$g_j(d, z) \leq 0 \quad \text{или} \quad g_j(d, z) = 0, \quad j = 1, \dots, m. \quad (4)$$

В научной и прикладной литературе задачу (3), (4) принято называть задачей нелинейного программирования (задача НЛП). Методам решения таких задач посвящена обширная литература [3 – 7].

Решив задачу (3), (4), получим оптимальные значения  $d, z$ , обеспечивающие минимум критерия  $I(d, z)$  при соблюдении ограничений (4).

Так, однако, обстоит дело в идеальном случае. В реальности на этапе проектирования в математическом описании ХТС всегда присутствуют неопределенности. Одни из них, например, параметры сырья или технологические переменные могут изменяться во время работы ХТС, оставаясь в пределах некоторого диапазона изменений. Для них принципиально невозможно указать единственное значение. Другие могут быть в реальности постоянными для данной ХТС, но их значения могут быть известны лишь с точностью до определенного интервала, например, некоторые коэффициенты в уравнениях химической кинетики или тепло- и массопереноса. Чтобы учесть те и другие в математическом описании ХТС, достаточно ввести неопределенные параметры  $\xi$  в зависимости для  $f$  и  $g_j$ , считая, что

$$f = f(d, z, \xi), \quad g_j = g_j(d, z, \xi), \quad j = 1, \dots, m,$$

где  $\xi$  – вектор неопределенных параметров, принимающих любые значения из заданной области  $\Xi$ , которую обычно считают прямоугольной

$$\Xi = \{\xi : \xi^L \leq \xi \leq \xi^U\}. \quad (5)$$

Таким образом, решение задачи (3), (4) на самом деле зависит от значения, которое принимает вектор  $\xi$ , и само оказывается неопределенным.

Традиционный путь преодоления данного затруднения состоит в следующем. Вектору неопределенных параметров приписывают некое «номинальное» значение:  $\xi = \xi^N$  и, решая задачу (3), (4) при номинальном  $\xi^N$ , определяют номинальное значение оптимального вектора конструктивных переменных  $d^N$ . После этого волевым образом (на основе имеющихся знаний о проектируемом процессе и интуиции) вводят так называемые «запасы»  $\gamma_i$  ( $\gamma_i > 1$ ) и принимают при проектировании

$$d_i = \gamma_i d_i^N,$$

где  $d_i$  – компонента вектора конструктивных параметров (например, длина, диаметр реактора, поверхность теплообмена в теплообменнике, число тарелок в ректификационной колонне и т.п.).

Недостатки данного подхода очевидны, так как он не гарантирует ни оптимальности полученного решения, ни того, что все ограничения будут выполнены во время эксплуатации ХТС. Если запасы окажутся недостаточными, то ограничения будут нарушенными, если слишком большими, то будет перерасход затрат.

Наиболее адекватным для данного случая является подход, когда неопределенность в параметрах учитывается в самой постановке оптимизационной задачи. Этот подход применительно к задачам химической технологии в наиболее удачной форме был предложен в работах [8 – 10].

Вместо ограничений (4) вводят единое ограничение

$$F(d) = \max_{\xi \in \Xi} \min_{z \in Z} \max_{j \in J} g_j(d, z, \xi) \leq 0, \quad (6)$$

где  $J = \{1, \dots, m\}$  – множество индексов для функций-ограничений. Ограничение (6) называют ограничением работоспособности (гибкости) ХТС, а функцию  $F(d)$  – функцией гибкости. Если ХТС с вектором  $d$ , получившим определенное значение, удовлетворяет ограничению (6), то ХТС называют работоспособной (гибкой). Гибкая ХТС сохраняет работоспособность при любых значениях  $\xi$  из области неопределенности  $\Xi$ .

В качестве критерия оптимизации принимают некоторую среднюю величину. В точной математической формулировке это будет математическое ожидание  $I$  по переменной  $\xi$  в  $\Xi$ , что приводит к необходимости чрезвычайно сложных вычислений многомерного интеграла.

В работах [8 – 10] была предложена аппроксимация многомерного интеграла взвешенной суммой с небольшим числом членов

$$\sum_{i=1}^s w_i I(d, z^i, \xi^i), \quad (7)$$

где  $\xi^i$  – аппроксимационные точки (представительные точки области  $\Xi$ , участвующие в операции усреднения критерия);  $s$  – число аппроксимационных точек;  $w_i$  – весовые коэффициенты, значения которых определяют теоретически (если известны вероятностные распределения неопределенных параметров  $\xi_k$ ), либо принимают субъективно с учетом знаний о процессе  $w_i > 0$ ,  $\sum_{i=1}^s w_i = 1$ .

В результате получают следующую двухэтапную задачу:

$$\min_{d \in D, z^i \in Z} \sum_{i=1}^s w_i I(d, z^i, \xi^i); \quad (8)$$

$$g_j(d, z^i, \xi^i) \leq 0, \quad i = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, m; \quad (9)$$

$$F(d) \leq 0. \quad (10)$$

Постановка задачи (8) – (10) наиболее часто применяется при оптимизации ХТС с неопределенностью. Эту постановку можно трактовать как оптимальный выбор запасов технологического оборудования.

Задачами анализа гибкости ХТС принято называть задачи, которые так или иначе связаны с учетом требования выполнения условия гибкости (6). К настоящему времени анализ гибкости оформился как целое научное направление, в котором можно выделить две проблемы: первая – адекватная постановка задачи, учитывающая особенности ХТС; вторая – эффективное численное решение.

Задача оптимизации с неопределенностью – основная задача анализа гибкости. Двухэтапная постановка (8) – (10) является для нее сейчас наиболее распространенной.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Островский, Г.М. О новых проблемах в теории гибкости и оптимизации ХТП при наличии неопределенности / Г.М. Островский, Ю.М. Волин // ТОХТ. – 1999. – Т. 33, № 5. – С. 578 – 590.
2. Островский, Г.М. Оптимизация ХТП в условиях неопределенности при наличии жестких и мягких ограничений / Г.М. Островский, Ю.М. Волин // ДАН. – 2001. – Т. 376, № 2. – С. 215 – 218.
3. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование / Д. Химмельблау. – М. : Мир, 1975.
4. Мину, М. Математическое программирование / М. Мину. – М. : Наука, 1990.
5. Островский, Г.М. Оптимизация химико-технологических процессов: теория и практика / Г.М. Островский, Т.А. Бережинский. – М. : Химия, 1984.

6. Реклейтис, Г. Оптимизация в технике : в 2 кн. / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсдел. – М. : Мир, 1986.
7. Nocedal, J. Numerical optimization. Springer series in operations research / J. Nocedal. – Berlin : Springer, 1999.
8. Grossmann, I.E. Optimum design of chemical plants with uncertain parameters / I.E. Grossmann, R.W.H. Sargent // AIChEJ. – 1978. – V. 24, № 6. – P. 1022.
9. Grossmann, I.E. Decomposition strategy for designing flexible chemical plants / I.E. Grossmann, C.A. Floudas // AIChEJ. – 1982. – V. 28, № 4. – P. 686.
10. Halemane, K.R. Optimal process design under uncertainty / K.R. Halemane, I.E. Grossmann // AIChEJ. – 1983. – V. 29, № 3. – P. 425.

*Государственный научный центр РФ «Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова», Москва, ТГТУ, кафедра «Технологическое оборудование и прогрессивные технологии»*

*О.С. Дмитриев, А.А. Черепанина*

### **АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

В связи с интенсивными разработками технологий получения новых материалов с заданными свойствами, каковыми являются и композиты, остро встает вопрос обеспечения высокой точности определения их теплофизических свойств (ТФС). Это вызвано тем, что качество изделий из полимерных композитов во многом определяется температурно-временным режимом их получения. Перспективным подходом к получению оптимальных режимов отверждения в настоящее время является математическое моделирование и оптимизация с использованием измеренных свойств материала.

Для определения параметров математической модели процесса отверждения разработан ряд методов. В качестве метода определения теплофизических свойств композитов  $C(T, \beta, \gamma)$ ,  $\lambda(T, \beta, \gamma)$  в зависимости от температуры  $T$ , степени отверждения  $\beta$  и содержания связующего  $\gamma$  использовано решение обратной задачи теплопроводности, полученное методом интегральных характеристик. Результатом решения явилось интегро-функциональное уравнение Вольтерра второго рода относительно ТФС, при помощи которого получены расчетные формулы и алгоритмы обработки опытных данных, составляющие основу математического обеспечения измерительной системы.

При решении обратных задач теплопроводности по восстановлению теплофизических свойств по экспериментальным температурным измерениям возникает необходимость сглаживания опытных данных. Традиционные методы сглаживания, например, сплайн-функциями не позволяют учитывать априорных сведений о температурных полях. В результате сглаживания возникает риск искажения восстановленного температурного поля и заглаживания локального изменения теплофизических свойств.

Указанные недостатки могут быть устранены с помощью применения для обработки температурных измерений теории оптимальной фильтрации случайных полей. При этом необходимо учитывать, что измерение температурного поля производится в дискретные моменты времени. Поэтому актуальной становится проблема восстановления температурных полей по конечному числу дискретных наблюдений.

В реальных условиях нагрев исследуемого материала приводит к изменению величин  $C$  и  $\lambda$ . Таким образом, для сохранения работоспособности фильтров необходима их текущая подстройка по этим параметрам. Для этого необходимо получить алгоритмы адаптивной фильтрации, что затруднено отсутствием априорных сведений о температурных зависимостях теплоемкости и теплопроводности. В связи с этим адаптация проводится по методу максимума функционала правдоподобия. Суть этого метода сводится к тому, что в течение некоторого времени сигналы от температурных датчиков поступают на многоканальную схему, в которой каждый канал настроен на свои значения  $C$  и  $\lambda$ . Наилучшее совпадение «истины» с «шаблоном» и позволяет выбрать оценочные значения данных параметров.

В целом адаптивный фильтр состоит из двух подключенных параллельно блоков, первый из которых является непосредственно оптимальным фильтром и на который по истечении очередного периода адаптации поступают данные со второго блока для подстройки по неизвестным параметрам. Таким образом, в процессе одного цикла наблюдений могут быть решены как прямая, так и обратная задача теплопроводности.

Предложенная методика решения обратной задачи теплопроводности с использованием оптимального сглаживания экспериментальных данных положена в основы алгоритмического и программного обеспечения информационно-измерительной системы исследования процесса отверждения композитов.

*ТГТУ, кафедра физики*

*З.М. Селиванова, А.А. Самохвалов, В.А. Князев,  
Хоруб Хазем Халед, Ибрахим Ияд Ахмад*

### **МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Важным этапом проектирования интеллектуальной информационно-измерительной системы (ИИИС) является задача разработки ее информационной модели на основе принятых гипотез и предположений. При этом должны учитываться постановки задач и измерительные ситуации, в которых планируется функционирование системы; функции и структура системы; взаимодействие ее элементов и взаимодействие с внешней средой; методы, используемые в системе [1 – 3].

Рассмотрена методика решения задачи построения информационной модели на примере ИИИС контроля свойств материалов, которая заключается в следующем.

1. Составляется исходная информация об исследуемых материалах (ИМ) и разрабатываются модели ИМ. Выполняется классификация исследуемых материалов для рассматриваемой предметной области. Устанавливается множество определяемых параметров  $U_n$  в соответствии с требованиями пользователя ИИИС. При этом учитываются априорная информация, уровни ее достоверности, диапазоны значений исследуемых материалов.

2. Формируются требования к исходной информации. Для этого с помощью системы измерительных преобразователей проводятся тестовые измерения с целью выявления исходной экспериментальной информации об исследуемых материалах при воздействии множеств дестабилизирующих факторов (ДФ)  $V_{ДФ}$ .

3. Определяются информационные параметры ИИИС. Уровни входных сигналов при воздействии ДФ, поступающие на входы аналого-цифровых преобразователей соответствующих микроконтроллеров, и их диапазоны задаются множеством  $X_{вх\_ДФ}$ . Уровни выходных сигналов, формирующихся на выходах соответствующих микроконтроллеров, задаются множеством  $Y_{вых\_ДФ}$ . Решаются вопросы опреде-



ления сигналов пуска ИИИС и управляющих сигналов, позволяющих подключить микроконтроллеры, реализующие алгоритмы функционирования для соответствующей предметной области и определяемых параметров.

4. Выбираются и анализируются параметры информационного канала передачи и обработки полученной информации из системы измерительных преобразователей, поступающей в микроконтроллеры: объем памяти микроконтроллеров (ОПМК)  $J_{\text{ОПМК}}$ , необходимый для хранения априорной, промежуточной, экспериментальной информации. Важными параметрами также являются: среднее время передачи информации  $t_{\text{пи}}$  по информационным каналам и время обработки полученной информации  $t_{\text{опи}}$ . Параметры информационного канала представляются множеством  $J_{\text{ик}}$ .

5. Создается пользовательский информационный канал. Формируется множество параметров информационного канала, известных с определенной мерой доверия, которые пользователь заносит в базу знаний информационной системы (информация пользователя) в процессе эксплуатации системы. Информация включает сведения о предметной области, исследуемых материалах, структуре ИИИС, диапазонах определяемых параметров, мощности теплового воздействия на ИМ, дестабилизирующих факторах для рассматриваемой предметной области.

6. Определяется информация, вносимая в базу знаний экспертами ( $J_{\text{из}}$ ) и информация пользователей ( $J_{\text{ип}}$ ), изложенные в п. 5, а также информация для других предметных областей, для которых возможно определение параметров качественных свойств материалов с помощью проектируемой системы. При этом учитывается информация экспериментальная ( $J_{\text{экс}}$ ) и априорная ( $J_{\text{апр}}$ ).

7. Формируются информационные каналы для создания базы знаний: пользовательский  $J_{\text{ип}}$ , экспертный  $J_{\text{из}}$ ; для формирования априорной  $J_{\text{апр}}$ , экспериментальной  $J_{\text{экс}}$  и текущей информации  $J_{\text{тек}}$ ; для построения моделей  $J_{\text{мод}}$ , методов  $J_{\text{мет}}$  и алгоритмов  $J_{\text{ал}}$  функционирования системы. Информация базы знаний представляется множеством  $J_{\text{бз}}$ .

8. Создаются информационные каналы блока принятия оптимальных решений (БПР) в условиях неопределенности. При этом формируются информационные сигналы в блок усилителей (БУ) для выбора структуры усилителя  $J_{\text{бу}}$ , интеллектуальный измерительный зонд (ИИЗ) для формирования соответствующей структуры зонда  $J_{\text{изз}}$ , в блок формирования теплового воздействия (БФТВ) на исследуемые материалы ( $J_{\text{БФТВ}}$ ), в блок микроконтроллеров (БМК) для подключения микроконтроллера соответствующей предметной области ( $J_{\text{БМК}}$ ). Информация блока принятия решений отображается множеством  $J_{\text{БПР}}$ .

9. Составляется информация об архитектуре информационно-измерительной системы, структуре и алгоритме функционирования. Архитектура ИИИС отражает модель представления знаний (базу знаний), методы принятия решений, используемую структуру ИИИС, включая устройство цифровой индикации полученных результатов измерения, интерфейс пользователя и эксперта. Структуры ИИИС представляются множеством  $S_{\text{ИИИС}}$ . Применяемые при проектировании структуры отличаются переносными вычислительными блоками, которые характеризуются используемыми видами микроконтроллеров, структурой блоков усилителей, интеллектуальных измерительных зондов с микроконтроллером с соответствующим программным обеспечением для конкретной предметной области и измерительной ячейкой, структурой блоков питания и формирования тепловых импульсов.

10. Оценивается техническая эффективность моделируемой системы множеством критериев  $K_{\text{ИИИС}}$  при функционировании в условиях неопределенности при воздействии дестабилизирующих факторов. В качестве критериев технической эффективности используются: потери точности  $\Pi_{\text{т}}$ , потери оперативности  $\Pi_{\text{о}}$  и относительная погрешность измерения  $\delta$ .

На основе полученной информации формируются требования к объекту моделирования и составляется информационная модель ИИИС ( $M_{\text{инфИИИС}}$ ). Модель интеллектуальной информационно-измерительной системы формально представлена следующим кортежем множеств:

$$M_{\text{инфИИИС}} = \langle T_{\text{им}}, U_{\text{п}}, V_{\text{ДФ}}, X_{\text{вхДФ}}, Y_{\text{вхДФ}}, J_{\text{ик}}, J_{\text{ип}}, J_{\text{из}}, J_{\text{бз}}, J_{\text{БПР}}, S_{\text{ИИИС}}, K_{\text{ИИИС}} \rangle,$$

где  $T_{\text{им}} = \{T_{\text{им}i}, i = 1, \dots, N\}$  – множество выходных сигналов с исследуемых материалов;  $U_{\text{п}} = \{U_i, i = 1, \dots, m\}$  – множество определяемых параметров;  $V_{\text{ДФ}} = \{V_{\text{ДФ}i}, i = 1, \dots, n\}$  – множество дестабилизирующих факторов;  $X_{\text{вхДФ}} = \{X_{\text{вхДФ}i}, i = 1, \dots, x\}$  – множество входных сигналов при воздействии ДФ;  $Y_{\text{вхДФ}} = \{Y_{\text{вхДФ}i}, i = 1, \dots, y\}$  – множество выходных сигналов при воздействии ДФ;  $J_{\text{ик}} = \{J_{\text{ОПМК}}, t_{\text{пи}}, t_{\text{опи}}\}$  – множество параметров информационного канала;  $J_{\text{ип}} = \{J_{\text{ип}i}, i = 1, \dots, l\}$  – множество информации, поступающей от пользователя;  $J_{\text{из}} = \{J_{\text{из}i}, i = 1, \dots, h\}$  – множество информации, поступающей от эксперта;  $J_{\text{бз}} = \{J_{\text{ип}}, J_{\text{из}}, J_{\text{апр}}, J_{\text{экс}}, J_{\text{тек}}, J_{\text{мет}}, J_{\text{мод}}, J_{\text{ал}}\}$  – множество информации, хранящейся в базе знаний;  $J_{\text{БПР}} = \{J_{\text{бу}}, J_{\text{изз}}, J_{\text{БФТВ}}, J_{\text{БМК}}\}$  – множество информации, поступающей с блока принятия решений;  $S_{\text{ИИИС}} = \{S_{\text{ИИИС}i}, i = 1, \dots, j\}$  – множество структур ИИИС;  $K_{\text{ИИИС}} = \{\Pi_{\text{т}}, \Pi_{\text{о}}, \delta\}$  – множество критериев оценки технической эффективности системы.

На основе информационной модели разрабатывается структура интеллектуальной информационно-измерительной системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селиванова, З.М. Интеллектуальная информационно-измерительная система для определения теплофизических свойств твердых материалов / З.М. Селиванова // Проектирование и технология электронных средств. – 2005. – № 2. – С. 35 – 37.
2. Селиванова, З.М. Интеллектуальный измерительный зонд для неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов / З.М. Селиванова // Датчики, системы. – 2005. – № 2. – С. 34–35.
3. Селиванова, З.М. Об одном интеллектуальном методе неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов / З.М. Селиванова, Ю.Л. Муромцев // Вестник ТГТУ. – 2005. – Т. 11, № 2А. – С. 355 – 362.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Приведена классификация систем диспетчерского управления электрических сетей для проектирования рациональной архитектуры предприятия «Моршанские электрические сети» (МОЭС).

Сложность эксплуатации и состыковки различных в принципах работы устройств автоматики, телемеханики и АСУ неизбежно приводит к снижению эффективности управления технологическим процессом распределения и потребления электроэнергии. А если учесть, что стоимость средств передачи данных и каналов связи, необходимых для управления подстанциями, составляет от 50 до 70 % стоимости средств автоматизации, то становится очевидным, что для предприятия электрических сетей, на современном этапе, проблема выбора пути дальнейшего развития средств автоматизации является более чем актуальной.

Для предприятия «Моршанские электрические сети» филиала Тамбовэнерго, на современном этапе, актуальна проблема разработки и внедрения на производстве автоматизированной системы диспетчерского управления технологическим процессом (АСДУ ТП) территориально-распределенных подстанций напряжением 110/35/10 кВ, 110/35/6 кВ, 35/10 кВ. Организованные ВЧ каналами по ЛЭП – 35 кВ, технические средства автоматизации в МОЭС представлены 7 каналами ТМ – (устройства ТМ-800) и 4 каналами ТС – (телесигнализации – УТС-8).

На предприятии МОЭС, имеющем в своем составе 36 подстанций различного класса напряжения, уровень телемеханизации составляет всего 19,4 %. Кроме этого, на центральной базе предприятия локальной сетью персональных компьютеров (ПК) представлена АСУ ОП, частично выполняющая функции организации производства: планового отдела (ПО), производственно-технического отдела (ПТО) и бухгалтерии. Технологический процесс передачи-приема и потребления электроэнергии на предприятии электрических сетей является столь сложным, динамичным и подверженным случайным возмущающим воздействиям, что без автоматизированного управления его функционирование просто невозможно.

Автоматизация оперативно-диспетчерского управления технологическим процессом подстанций является одной из важных задач совершенствования управления производством в ПЭС. Это тем более важно, что структурно и функционально задачи оперативно-диспетчерского управления в наибольшей степени подготовлены к постановке на ЭВМ. В то же время, создание АСДУ ТП подстанций в ПЭС имеет много специфических черт. Это связано с такими особенностями электроэнергетики, как: совпадение во времени производства и потребления энергии и невозможность ее складирования, взаимосвязь режимов большого количества работающих подстанций, размещенных на большой территории и связанных линиями электропередачи и др.

1. Наиболее простой и достаточно надежной является система телемеханики с жесткой структурой управления объектами, например ТМ – 800, ТМ – 320, ТМ – 310 и др. Однако жесткая структура таких систем не позволяет в полной мере реализовать автоматизацию контролируемых подстанций.

2. Вариант частично интеллектуальной структуры в телемеханических вычислительных комплексах, например, ГРАНИТ, УВТК – 501 и других, достаточно полно реализуют выполняемые функции по контролю и управлению объектами, что позволяет на их основе строить частичную АСУ ТП подстанций.

3. Наиболее полно функции сбора и передачи, управления и хранения информации в автоматизированных системах реализуют полностью интеллектуальные структуры, например АИСТ, КОМПАС, но агрегатный метод телемеханических систем является громоздким и не гибким для управления электротехническим оборудованием на рассредоточенных подстанциях.

4. Структуры, реализующие функцию локальный интеллект в терминальных устройствах RTU 211 (система АBB) и устройств КП (ПТК SMART, СИСТЕЛ), позволяют создавать комплекс автоматизированных систем диспетчерского управления сетей и территориально распределенных подстанций в ПЭС в режиме реального времени. Но их широкое применение ограничено высокой стоимостью внедрения для рассредоточенных подстанций.

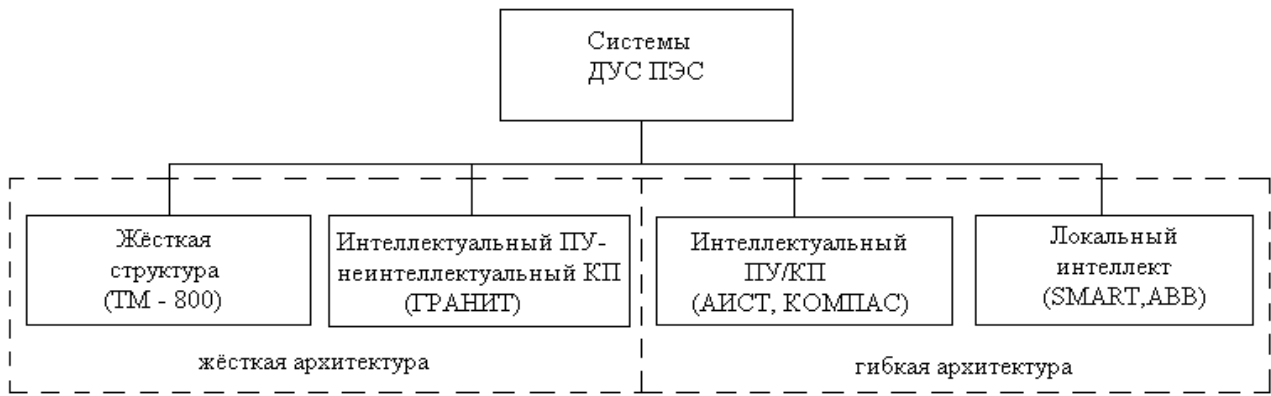
5. Информационный анализ систем ДУС ПЭС показывает их вектор развития от жесткой структуры (ТМ – 800) к жесткой архитектуре (ГРАНИТ) и повышение гибкости архитектуры от интеллектуальных ТИС, ТУК (АИСТ, КОМПАС) к локальным интеллектуальным ПТК (ABB SCADA, SMART и т.д.).

6. ПТК SMART как наиболее рациональное техническое решение с гибкой структурой и открытой модульной архитектурой.

Анализ известных систем диспетчерского управления сетей позволяет их систематизировать по развитию регламентированной структуры в интеллектуальную структуру:

- жесткая структура систем телемеханики обеспечивает высокую надежность выполняемых функций при относительно малой информационной емкости и низкой скорости передачи информации;
- гибкая (частично или полностью интеллектуальная) структура телеинформационных систем, телемеханических вычислительных и телеуправляемых комплексов обеспечивает высокие надежность, информационную емкость и скорость передачи информации;
- локальный интеллект программно-технических комплексов – высшее звено в структурах автоматизированных систем управления сетей и подстанций для предприятия электрических сетей.

Информационный анализ систем ДУС ПЭС показывает их вектор развития от жесткой структуры (ТМ – 800) к жесткой архитектуре (ГРАНИТ) и повышение гибкости архитектуры от интеллектуальных ТИС, ТУК (АИСТ, КОМПАС) к локальным интеллектуальным ПТК (ABB SCADA, SMART и т.д.) (рис. 1).



**Рис. 1. Классификация ДУС для предприятий электрических сетей**

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

Е.С. Егорова

### ЦЕЛЕВОЕ РАСХОДОВАНИЕ СРЕДСТВ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

Одной из важнейших экономических функций социального страхования является функция перераспределения доходов. Перераспределение доходов происходит при наступлении социальных рисков – событий, снижающих индивидуальные трудовые доходы граждан. Механизм такого перераспределения связан с образованием страховых фондов, которые формируются за счет необходимого продукта, а не прибыли. Что же касается их социально-экономической природы, то они представляют собой общественно-групповую собственность. Уровень обобществления здесь может быть разный (общенациональные системы страхования, профессиональные системы, системы отдельных организаций).

Эти обстоятельства необходимо иметь в виду при рассмотрении содержания функции перераспределения доходов. Во-первых, в данном случае осуществляется перераспределение необходимого продукта. Во-вторых, перераспределяются собственные средства застрахованных, что позволяет тем, которые не затронуты наступившим риском, поддерживать тех, кто им затронут. В силу этого недопустимо изъятие государством средств из страховых фондов.

Ресурсы, выделяемые рыночной системой для обеспечения воспроизводственного процесса, не могут перераспределяться для решения других социальных целей (уменьшение дифференциации доходов, поддержание беднейших слоев населения и других социальных групп, не участвующих в формировании фонда средств социального страхования и т.п.). Если такие решения имеют место, то это неизбежно приводит к снижению качества функционирования системы социального страхования и услуг, оказываемых Фондом социального страхования.

Целевое перераспределение средств между участниками процесса в случае наступления социального риска определяет качество перераспределения, которое в конечном итоге оказывает влияние на уровень воспроизводства рабочей силы и, в конечном счете, определяет качество услуг социального страхования.

Одним из основополагающих принципов социального страхования является принцип страховых выплат только при наличии взносов в страховую систему. В этом принципиальное отличие страховой системы от иных форм социальной защиты (социальной помощи, социального обеспечения и т.п., в которых такой жесткой зависимости нет). Поэтому если человек не участвует в формировании финансовой базы страхового сообщества, т.е. не застрахован, он и не может претендовать на социальное (материальное) обеспечение при наступлении страхового случая. В качестве же плательщиков страховых взносов выступает работодатель, а в отдельных случаях плательщиком может быть государство.

В действующей системе социального страхования предусмотрена возможность получения страховых услуг без участия в формировании финансовой базы социального страхования. Наиболее ярким примером такого положения является ситуация в обязательном медицинском страховании, где страховые взносы за неработающее население региональными органами власти не вносятся или вносятся не в полном объеме, однако медицинские услуги эта категория населения получает наряду с теми, за кого страховые взносы внесены.

Функции, возложенные на Фонд социального страхования, можно условно разделить на традиционные функции социального страхования и функции, не имеющие непосредственного отношения к социальному страхованию (табл. 1).

#### 1. Функции, выполняемые Тамбовским региональным отделением Фонда социального страхования

Традиционные функции социального страхования	Функции социальной помощи и социальной поддержки
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обеспечение пособий по временной нетрудоспособности; беременности и родам; женщинам, вставшим на учет в ранние сроки беременности; при рождении ребенка, по уходу за ребенком до достижения им возраста полутора лет; пособий на погребение и др.</li> <li>– Медицинская, социальная и профессиональная реабилитация пострадавших на производстве.</li> <li>– Санаторно-курортное обслуживание работников и их детей.</li> <li>– Разработка и осуществление программ охраны здоровья работников</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обеспечение инвалидов техническими средствами реабилитации, включая изготовление и ремонт протезно-ортопедических изделий.</li> <li>– Оплата путевок и проезда к месту лечения и обратно льготных категорий граждан.</li> <li>– Пособия гражданам, подвергшимся воздействию радиации вследствие радиационных аварий и ядерных испытаний.</li> <li>– Оздоровление детей и подростков</li> </ul>

В основу деления заложен принцип страховых выплат только при наличии взносов в фонд социального страхования. Так, первая группа функций направлена на покрытие социальных рисков работающих граждан и членов их семей, за которых работодатели осуществляют страховые взносы в фонд. Тогда как вторая группа функций направлена на социальное обеспечение различных категорий граждан, не имеющих отношения к формированию фонда средств социального страхования.

В результате мы имеем ситуацию, при которой лица, не участвующие в формировании доходной базы фонда социального страхования получают социальные выплаты. Если такие выплаты частично или полностью осуществляются за счет средств плательщиков, это свидетельствует о том, что аккумулированные средства используются на цели нестрахового характера. Следовательно, действующая система не является страховой и можно сделать вывод, что качество оказываемых услуг в такой системе низко в результате нерационального и нецелевого использования ресурсов.

Одним из факторов, определяющих качество услуг социального страхования, является соблюдение принципов социального страхования. Наличие выплат нестрахового характера ставит под вопрос соблюдение *принципа страховых выплат только при наличии взносов и качества услуг социального страхования*. Таким образом, необходимо убедиться, что страховые выплаты осуществляются за счет страховых отчислений плательщиков, а выплаты нестрахового характера производятся исключительно за счет дотаций федерального бюджета.

Представляется целесообразным провести анализ доходов и расходов регионального отделения Фонда социального страхования с целью определения степени покрытия расходов на цели социального страхования за счет налогов и взносов на социальное страхование, а также степени обеспеченности дотационными средствами социальных расходов на обеспечение граждан, не участвующих в формировании фонда социального страхования (табл. 2).

Анализ вышеприведенных данных свидетельствует о том, что доходы от налогов и взносов социального характера недостаточны для покрытия расходов на цели социального страхования и требуют привлечения от 10 до 20 % дополнительных средств. В свою очередь, дотации федерального бюджета на сто и более процентов покрывают расходы фонда на цели нестрахового характера, что исключает возможность нецелевого использования средств плательщиков. Итак, *принцип страховых выплат только при наличии взносов* в существующей системе социального страхования соблюдается, что оказывает положительное влияние на качество системы и услуг социального страхования.

## 2. Коэффициенты покрытия расходов

Показатель	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Налоги и взносы на социальное страхование, тыс. р.	343 227,1	496 197,1	572 274,7	663 206,6	649 658,8
Расходы на цели социального страхования, тыс. р.	438 102,8	610 941,0	676 339,9	692 042,3	716 336,6
<b>Коэффициент покрытия, %</b>	<b>0,783</b>	<b>0,812</b>	<b>0,846</b>	<b>0,958</b>	<b>0,907</b>
Трансферты федерального бюджета, тыс. р.	1 436,1	2 179,5	2 409,3	7 202,3	219 736,5
Расходы на социальное обслуживание, социальную помощь и социальную поддержку, тыс. р.	1 434,1	2 179,5	2 409,3	2 847,3	219 168,8
<b>Коэффициент покрытия, %</b>	<b>1,001</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>2,530</b>	<b>1,003</b>

Однако некоторые платежи, относящиеся к традиционным функциям социального страхования, такие, как единовременное пособие при рождении ребенка и пособие по уходу за ребенком до достижения им полутора лет (с 01.01.2006) выплачиваются как работающим, так и неработающим гражданам. В результате, несмотря на целевое использование средств, в существующей системе социального страхования все же присутствует элемент социального обеспечения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О Фонде социального страхования Российской Федерации : постановление Правительства РФ № 101 от 12 февр. 1994 г. (с изменениями от 24 июля 1995 г., 19 февр., 15 апр., 23 дек. 1996 г., 22 нояб. 1997 г., 23 дек. 1999 г., 19 июля 2002 г., 2 авг. 2005 г.)

ГТТУ, кафедра «Финансы и кредит»

С.А. Зазуля

## АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В настоящее время все более востребованными становятся услуги по анализу состояния информационной системы. Без объективных результатов подобной экспертизы сложно планировать работы по построению новой или модернизации действующей системы. Под аудитом понимается проверка информационной системы и сравнение результатов данной проверки с определенными критериями.

По форме аудит ИБ может быть внутренним и внешним. Внутренний аудит ИБ проводится самой организацией или от ее имени для внутренних целей и может служить основанием для принятия декларации о соответствии требованиям стандартов или нормативных документов по защите информации и обеспечению информационной безопасности. Внешний аудит ИБ проводится внешними независимыми коммерческими организациями, имеющими лицензии на осуществление аудиторской деятельности в области ИБ. Внешний аудит ИБ обязателен для всех государственных или негосударственных организаций,

являющихся собственником или пользователем конфиденциальной информации, требующей защиты в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также для всех организаций, эксплуатирующих объекты ключевых систем информационной и телекоммуникационной инфраструктуры Российской Федерации.

Виды аудита:

- активный (инструментальный анализ защищенности);
- экспертный (обследование);
- аудит на соответствие российским и международным стандартам в области информационных технологий и информационной безопасности.

**Активный аудит.** Одним из самых распространенных видов аудита является активный. Это исследование состояния защищенности информационной системы с точки зрения хакера (некого злоумышленника, обладающего высокой квалификацией в области информационных технологий).

Зачастую компании-поставщики услуг активного аудита именуют его инструментальным анализом защищенности, чтобы отделить данный вид аудита от других.

Суть активного аудита состоит в том, что с помощью специального программного обеспечения и специальных методов осуществляется сбор информации о состоянии системы сетевой защиты. Под состоянием системы сетевой защиты понимаются лишь те параметры и настройки, использование которых помогает хакеру проникнуть в сети и нанести урон компании.

При осуществлении данного вида аудита на систему сетевой защиты моделируется как можно большее количество сетевых атак. При этом аудитор искусственно ставится именно в те условия, в которых работает злоумышленник, – ему предоставляется минимум информации, только та, которую можно раздобыть в открытых источниках.

Естественно, атаки всего лишь моделируются и не оказывают какого-либо деструктивного воздействия на информационную систему. Их разнообразие зависит от используемых систем анализа защищенности и квалификации аудитора. Результатом активного аудита является информация обо всех уязвимостях, степени их критичности и методах устранения, сведения о широкodоступной информации сети заказчика.

По окончании активного аудита выдаются рекомендации по модернизации системы сетевой защиты, которые позволяют устранить опасные уязвимости и тем самым повысить уровень защищенности информационной системы от действий «внешнего» злоумышленника при минимальных затратах на информационную безопасность.

Активный аудит – услуга, которая может и должна заказываться периодически. Активный аудит условно можно разделить на два вида: «внешний» активный аудит и «внутренний» активный аудит.

При «внешнем» активном аудите специалисты моделируют действия «внешнего» злоумышленника. В данном случае проводятся следующие процедуры:

- определение доступных из внешних сетей IP-адресов заказчика;
- сканирование данных адресов с целью определения работающих сервисов и служб, определение назначения отсканированных хостов;
- определение версий сервисов и служб сканируемых хостов;
- изучение маршрутов прохождения трафика к хостам заказчика;
- сбор информации об информационной системе заказчика из открытых источников;
- анализ полученных данных с целью выявления уязвимостей.

«Внутренний» активный аудит по составу работ аналогичен «внешнему», однако при его проведении с помощью специальных программных средств моделируются действия «внутреннего» злоумышленника.

**Экспертный аудит.** Экспертный аудит можно условно представить как сравнение состояния информационной безопасности с «идеальным» описанием, которое базируется на требованиях, предъявленных руководством в процессе проведения аудита и описание «идеальной» системы безопасности, основанное на аккумулированном в компании-аудиторе мировом и частном опыте.

При выполнении экспертного аудита сотрудники компании-аудитора совместно с представителями заказчика проводят следующие виды работ:

- сбор исходных данных об информационной системе, об ее функциях и особенностях, используемых технологиях автоматизированной обработки и передачи данных;
- сбор информации об имеющихся организационно-распорядительных документах по обеспечению информационной безопасности и их анализ;
- определение точек ответственности систем, устройств и серверов информационной системы;
- формирование перечня подсистем каждого подразделения компании с категорированием критичной информации и схемами информационных потоков.

Один из самых объемных видов работ, которые проводятся при экспертном аудите, – сбор данных об информационной системе путем интервьюирования представителей заказчика и заполнения ими специальных анкет.

Необходимо отметить, что при экспертном аудите безопасности информационной системы учитываются результаты предыдущих обследований, выполняются обработка и анализ проектных решений и других рабочих материалов, касающихся вопросов создания информационной системы.

Ключевой этап экспертного аудита – анализ проекта информационной системы, топологии сети и технологии обработки информации. По результатам работ данного этапа предлагаются изменения в существующей информационной системе и технологии обработки информации, направленные на устранение найденных недостатков с целью достижения требуемого уровня информационной безопасности.

На этапе анализа информационных потоков организации определяются типы информационных потоков информационной системы организации и составляется их диаграмма, где для каждого информационного потока указывается его ценность (в том числе ценность передаваемой информации) и используемые методы обеспечения безопасности, отражающие уровень защищенности информационного потока.

На основании результатов данного этапа работ предлагается защита или повышение уровня защищенности тех компонент информационной системы, которые участвуют в наиболее важных процессах передачи, хранения и обработки инфор-

магии. Для менее ценной информации уровень защищенности остается прежним, что позволяет сохранить для конечного пользователя простоту работы с информационной системой.

В рамках экспертного аудита производится анализ организационно-распорядительных документов, таких, как политика безопасности, план защиты и различного рода инструкции.

Организационно-распорядительные документы оцениваются на предмет достаточности и непротиворечивости декларируемым целям и мерам информационной безопасности.

Особое внимание на этапе анализа информационных потоков уделяется определению полномочий и ответственности конкретных лиц за обеспечение информационной безопасности различных участков информационной системы. Полномочия и ответственность должны быть закреплены положениями организационно-распорядительных документов.

Результаты экспертного аудита могут содержать разноплановые предложения по построению или модернизации системы обеспечения информационной безопасности:

- изменения в существующей топологии сети и технологии обработки информации;
- рекомендации по выбору и применению систем защиты информации и других дополнительных специальных технических средств;
- предложения по совершенствованию пакета организационно-распорядительных документов;
- предложения по этапам создания системы информационной безопасности;
- ориентировочные затраты на создание или совершенствование средств обеспечения информационной безопасности (включая техническую поддержку и обучение персонала).

**Аудит на соответствие стандартам.** Суть данного вида аудита наиболее приближена к тем формулировкам и целям, которые существуют в финансовой сфере, – при проведении данного вида аудита состояние информационной безопасности сравнивается с неким абстрактным описанием, приводимым в стандартах.

Официальный отчет, подготовленный в результате проведения данного вида аудита, включает следующую информацию:

- степень соответствия проверяемой информационной системы выбранным стандартам;
- степень соответствия собственным внутренним требованиям компании в области информационной безопасности;
- количество и категории полученных несоответствий и замечаний;
- рекомендации по построению или модификации системы обеспечения информационной безопасности, позволяющие привести ее в соответствие с рассматриваемым стандартом;
- подробная ссылка на основные документы заказчика, включая политику безопасности, описания процедур обеспечения информационной безопасности, дополнительные обязательные и необязательные стандарты и нормы, применяемые в данной компании.

Ниже перечислены примеры стандартов, на соответствие которым проводится аудит системы информационной безопасности:

1. Существующие руководящие документы Гостехкомиссии:
  - «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации»;
  - «Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации»;
  - «Безопасность информационных технологий. Критерии оценки безопасности информационных технологий» (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408–2002 или «Общие критерии»).
2. Зарубежные и международные стандарты:
  - Международный стандарт ISO/IEC 15408 «Общие критерии оценки безопасности информационных технологий» (Common Criteria for Information Technology Security Evaluation);
  - Международный стандарт ISO/IEC 17799 «Информационные технологии. Управление информационной безопасностью» (Information Technology – Information Security Management);
  - Британский стандарт BS 7799 (Code of Practice for Information Security Management BS7799);
  - Немецкий стандарт «Руководство по обеспечению безопасности ИТ базового уровня» (IT Baseline Protection Manual).

Сегодня сложно найти современную компанию, которая не касалась бы вопроса защиты информации. По мере развития компании все ее бизнес-процессы замыкаются на внутреннюю информационную систему, и обеспечение нормальной работы этой системы становится жизненно важным для организации. Подразделения информационной безопасности и службы автоматизации тратят немалые силы и средства на выработку политики информационной безопасности и внедрение конкретных средств защиты.

Чтобы средства, выделенные на обеспечение защиты информации, не были потрачены впустую и защита соответствовала поставленным задачам, неотъемлемой ее частью должен быть процесс проверки состояния информационной безопасности.

Периодический аудит информационной безопасности дает возможность реагировать на происходящие в ней изменения и позволяет:

- ознакомиться с реальным положением дел по информационной безопасности;
  - избежать ущерба от атак или публичного раскрытия конфиденциальных сведений из-за наличия уязвимостей в информационной системе;
  - контролировать и координировать работу персонала, ответственного за защищенность системы, а также проверять, насколько эффективны внедряемые средства защиты.
- Аудит – это друг и партнер подразделений безопасности.

## К ВОПРОСУ ОБ ИПОТЕЧНОМ КРЕДИТОВАНИИ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Понятие «ипотеки» уверенно вошло в жизнь современного общества России, хотя буквально десять лет назад оно было знакомо только узкому кругу специалистов и эрудитов. Сегодня ситуация существенно изменилась. Понимание важности интеграции финансового рынка и рынка недвижимости через ипотеку как средство развития каждого из них уже нашло должное проявление в среде финансистов, банкиров и у представителей законодательной и исполнительной власти. Более того, миллионы простых граждан не только заинтересованно следят за развитием ипотеки, но и становятся участниками ипотечного кредитования, возлагая на него определенные надежды в расширении своего бизнеса или в решении индивидуальной жилищной проблемы.

В современной экономике под ипотекой понимают залог в обеспечение кредита в форме недвижимого имущества. Она имеет, однако, свои особенности.

Во-первых, ипотечный кредит – это ссуда под строго определенный залог. В случае неуплаты займа заложенная недвижимость продается для погашения долга. Залог – недвижимость, это облегчает залогодержателю контроль за сохранностью предмета залога, однако усложняет реализацию залога, в случае непогашения кредита.

Во-вторых, основное назначение ипотечных ссуд имеет строго целевое назначение. Они используются для финансирования приобретения, постройки и перепланировки как жилых, так и производственных помещений, а также освоения земельных участков.

В-третьих, ипотечные кредиты предоставляются на длительный срок, обычно на 10 – 30 лет. Длительный срок растягивает погашение кредита во времени, уменьшая, таким образом, размер ежемесячных выплат.

В настоящее время складывается несколько систем ипотечного кредита. Одна из них опирается на коммерческого застройщика, для которого недвижимость представляет не предмет потребления, а товар и источник прибыли. Эта система включает элементы ипотеки и оформления кредитов под залог объекта нового строительства. Другая система основана на оформлении закладной на имеющуюся недвижимость и получении под нее кредита на новое строительство.

Таким образом, система ипотечного кредитования включает два основных направления:

- непосредственную выдачу ипотечных кредитов хозяйствующим субъектам и населению;
- продажу ипотечных кредитов на вторичном рынке ипотечных обязательств, которая обеспечивает дополнительное привлечение ресурсов для кредитования.

В России ипотечное кредитование стали активно развивать с 2000 г., поскольку изначально считали, что оно несет существенные выгоды экономике страны:

- 1) позитивно сказывается на развитии реального сектора экономики, что способствует увеличению экономического потенциала страны;
- 2) положительно влияет на выход страны не только из инвестиционного, но и из инфляционного кризиса, отвлекая средства из текущего оборота во внутренние накопления. К тому же развитие ипотечного кредитования предприятий способствует наращиванию инвестиционной активности хозяйствующих субъектов в условиях дефицита кредитных ресурсов долгосрочного характера;
- 3) позволяет привлечь в качестве инвесторов физическое население. Не секрет, что сегодня еще мало «привлекательных» производств для населения, так как ему необходима уверенность в сохранении и преумножении своих свободных денежных средств. Огромные суммы банковских вкладов населения под достаточно невысокий процент можно привлечь к ипотечному кредитованию недвижимости, в частности жилья, что позволяет населению получать дополнительные доходы;
- 4) оказывает положительное влияние на преодоление социальной нестабильности, на решение проблемы занятости и обеспеченности населения жильем (вследствие жесткой территориальной привязки строительства в производство вовлекаются дополнительные местные трудовые ресурсы);
- 5) способствует решению государственных задач, являясь составной частью некоторых государственных программ;
- 6) считается относительно низкорисковой банковской операцией. Большая часть рисков при ипотеке перекладывается на плечи заемщика и инвестора. Используя различные виды ипотечных ссуд (с плавающей процентной ставкой), банк также снижает свои риски. Снижению риска при ипотечном кредитовании также способствует целевой характер ссуд, операции с недвижимостью зачастую являются менее рискованными по сравнению с текущими кредитными операциями коммерческих банков. В итоге, обращение к ипотеке может стать элементом разумной и эффективной кредитной политики для коммерческого банка.

Однако практика последних лет выявила существенные недостатки ипотечного кредитования в России:

- 1) основная трудность в выдаче ипотечного кредита – это отсутствие платежеспособного населения во всех регионах страны, кроме Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, что обусловлено низким уровнем жизни потенциальных заемщиков (так, поданным министерства регионального развития России, в 2006 г. только 6 % жилья было приобретено с использованием ипотеки, и в основном – на вторичном рынке);
- 2) рост ипотеки привел к значительному увеличению спроса на недвижимость, так как возможности приобретения среднего по стоимости жилья у населения растут, а адекватного увеличения предложения такой недвижимости не происходит (По данным минрегиона России, на 1 октября 2006 г. средняя цена квадратного метра в стране составляла 33,3 тыс. р. на первичном рынке и 32,3 тыс. р. – на вторичном. Рост по сравнению с 2005 г. составил 40 %);
- 3) из-за ажиотажного роста цен на рынке жилой недвижимости летом 2006 г. люди покупали все подряд, не всегда при этом рассчитывая на свои силы, в итоге более 1 % покупателей не в состоянии выполнить свои обязательства по кредиту;
- 4) получая ипотечный кредит под приобретаемую недвижимость, заемщик становится ее собственником, но при этом накладываются существенные ограничения на право отчуждения имущества (т.е. он не в праве продать его для погашения кредита в случае неплатежеспособности, что приведет к изъятию недвижимости банком, как это прописано в законе об ипотеке);



5) существует вероятность «банкротства» застройщика, осуществляющего ипотечное кредитование покупателей жилья, в результате чего многие заемщики теряют последние средства к существованию, как это было с «Социальной инициативой»;

6) несовершенство законодательства в области ипотеки, увеличивающее риск ипотечных операций для банка, чем активно могут пользоваться недобросовестные заемщики. Так, согласно поправкам в Жилищный и Гражданский кодексы, принятые Госдумой в первом чтении 28 июля 2006 г., предлагается запретить отчуждать жилое помещение, если в нем проживают бывшие члены семьи собственника до тех пор, пока перед ними хозяин жилья не выполнит имеющихся обязательств, возникших либо по решению суда, либо в соответствии с законом. И это может стать поводом для обременения собственника жилплощади обязательствами перед всеми, кто прописан в его квартире. При таком толковании невозможно будет изъять квартиру у неплательщика, если там прописана его бывшая жена, так как сначала он должен обеспечить ее другим жильем или дать на него деньги. Это сводит на нет преимущества закона об ипотеке, который дает право банку в случае дефолта заемщика продать заложенную квартиру (вне зависимости от того, кто там прописан) и погасить ссуду. Если же кредитору придется дожидаться, пока неплательщик выполнит все свои обязательства, это может длиться до бесконечности и о долге можно будет просто «забыть»;

7) существенным недостатком ипотеки является так называемая «переплата» за квартиру, которая может достигать 100 % и более. «Переплата» по ипотеке включает в себя проценты по ипотечному кредиту и ежегодные суммы обязательного страхования. Кроме того, в процессе получения ипотечного кредита заемщику приходится нести еще некоторые дополнительные расходы, такие, как оплата услуг оценочной компании и нотариуса, плата банку за рассмотрение заявки на кредит, сбор за ведение ссудного счета и т.п. Накладные расходы в совокупности могут достигать 10 % первоначального взноса на приобретение жилья.

Несмотря на наличие отрицательных сторон ипотечного кредитования в России, оно действительно увеличивает возможности населения в приобретении недвижимости. В 2006 г. в России было выдано ипотечных кредитов на сумму более 155,60 млрд. р., что на 44 % выше планировавшегося финансовыми аналитиками.

По данным газеты «Новая Тамбовщина», только 5 – 7 % жителей Тамбовской области имеют достаточно средств на покупку квартиры сразу, поэтому для развития ипотеки на Тамбовщине утвержден Закон Тамбовской области № 42-3 от 23 мая 2006 г. «Об областной целевой программе «Развития ипотечного жилищного кредитования в Тамбовской области на 2006 – 2010 годы». Данная целевая программа проводится в рамках приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье».

Ипотеку в Тамбове и Тамбовской области представляют четыре ипотечных банка, которые предлагают заемщикам 23 ипотечные программы для приобретения жилья в кредит как на первичном, так и на вторичном рынках недвижимости.

Ставки по ипотеке в Тамбове и Тамбовской области находятся в диапазоне 11,50 – 13,00 % годовых по рублевым кредитам и 9,80 – 13,50 % годовых по валютным кредитам. Минимальный первоначальный взнос по ипотеке в Тамбове составляет 5 %. Срок ипотечного кредитования в Тамбове может достигать 30 лет.

Ипотека в Тамбове – это не только кредит на жилье. Ипотечные банки предлагают также нецелевые кредиты под залог недвижимости, которая имеется в собственности заемщика.

Таким образом, на сегодняшний момент развитие ипотеки в Тамбовской области является объективной необходимостью, одной из основ развития как региона, так и России в целом.

*ТГТУ, кафедра «Бухгалтерский учет и аудит»*

*Е.В. Аленичева, Т.И. Любимова*

## **О ПРОБЛЕМЕ ТВОРЧЕСКОГО САМОРАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ**

На сегодняшний день очевидно, что успешность профессиональной деятельности современного специалиста в значительной степени определяется его творческим потенциалом, завершение формирования которого происходит в стенах высшего учебного заведения. Как вид человеческой деятельности творчество характеризуется рядом существенных признаков, проявляющихся в целостном единстве, интегративно. Рассматривая творчество как деятельность в широком смысле этого слова, следует отметить прежде всего его социальную и личностную значимость, а также прогрессивность, проявляющуюся через позитивный вклад в развитие личности и общества в целом. Творчество предполагает новизну и оригинальность процесса или результата через разрешение противоречия, проблемной ситуации или творческой задачи. Говоря о реализации творческой деятельности, нельзя не учитывать необходимость как объективных предпосылок (условий) для творчества, так и субъективных предпосылок в виде положительной мотивации и творческих способностей личности, а также знаний и умений, являющихся базой продуктивной творческой деятельности.

Все рассмотренные признаки творческой деятельности являются необходимыми и достаточными компонентами творчества как процесса, однако в свете задач, стоящих перед высшей школой на современном этапе, с нашей точки зрения наиболее актуально именно формирование субъективных предпосылок творчества в профессиональной деятельности специалиста. Естественно, что творческая деятельность в отдельно взятой узкой профессиональной сфере имеет специфические особенности, без исследования которых невозможно формирование творческих способностей конкретного специалиста. Следовательно, детальное изучение специфических особенностей творческой деятельности, присущей всему многообразию узкопрофессиональных видов человеческой деятельности является необходимым условием успешного обучения творчеству студентов в стенах высшего учебного заведения. Однако времена, когда можно было научить (и научиться) чему-либо, однажды и навсегда безвозвратно прошли. Необходимость непрерывного образования давно осознана обществом. Кроме того, следует учитывать тот факт, что с учетом развития общества у современного человека нередко возникает потребность в смене профессионального поля деятельности, и эта тенденция продолжает усиливаться. Выход из сложившегося противоречия между практикой обучения студентов специфическим особенностям творческой узкопрофессиональной деятельности и требованиями социального заказа, проявляющимися в наличии у специалиста готовности к разнообразным видам профессиональной деятельности, к постоянному изменению содержания этой деятельности, кроется в формировании общих знаний, умений и навыков творческой деятельности в широком смысле этого слова, обучении творческому саморазвитию личности.

В последнее время философы стали рассматривать жизнь человека как непрерывный творческий процесс. Современный человек, создавая и преобразуя условия своего существования, одновременно создает и преобразует самого себя, т.е. осуществляет творческое саморазвитие. Значимость создания условий для творческого саморазвития личности в отечественной педагогической практике подчеркивается в трудах многочисленных исследователей. Так, В.И. Андреев отмечает, что «...в процессе реформирования образования в России принцип творческого саморазвития должен стать одним из приоритетных и системообразующих, открыть новые педагогические стратегии». Автор подчеркивает различия в понятиях «развитие» и «саморазвитие». Понятие «развитие личности» раскрывается обычно через прогрессивное количественное и качественное изменение личности, причем основная причина этих изменений – деятельность педагога, возможны и спонтанные изменения личностных качеств. Понятие «саморазвитие личности» имеет два существенных отличия:

а) изменения в личной сфере происходят только под воздействием личности на самое себя;

б) изменения происходят не только в мотивах, эмоциональной, интеллектуальной сферах, но и в процессах самопознания, самоопределения, самореализации, самосовершенствования, самоуправления.

В понятиях «развитие» и «саморазвитие» есть и общие признаки. Так, главным механизмом осуществления этих процессов является разрешение объективных и субъективных противоречий, решение постоянно усложняющихся творческих задач. Так как саморазвитие – процесс, предполагающий активную позицию развивающейся личности, понятие «саморазвитие» по содержанию родственно понятию «самовоспитание». Представляет интерес точка зрения, согласно которой ведущей функцией самовоспитания выступает самоуправление личности в различных видах деятельности. Таким образом, понятие «саморазвитие» представляется существенно более широким, чем «самовоспитание», так как оно охватывает педагогические, психологические, философские и другие аспекты личности.

Андреев В.И. выявил и сформулировал основные законы и приемы творческого саморазвития личности. Применительно к практике высшей школы представляют особый интерес закон целостного творческого саморазвития личности, закон ускорения творческого саморазвития в условиях конкуренции и стремления к лидерству, закон сотворчества. *Закон целостного творческого саморазвития личности* предполагает системный подход к процессу саморазвития, в ходе которого прогрессивные изменения в одном из компонентов (самопознании, самоуправлении, самосовершенствовании и др.) неизбежно ускоряют процесс творческого саморазвития личности в целом. *Закон ускорения творческого саморазвития в условиях конкуренции и стремления к лидерству* согласуется с законами рынка и особенно эффективен в условиях современного производства. *Закон сотворчества* предполагает учет сложившейся практики современного производства, где успешность деятельности определяется уровнем кооперации и сотрудничества в решении творческих задач. Для творческого саморазвития личности существенное значение имеют такие эвристические методы генерирования новых идей, как метод мозгового штурма, эвристических вопросов, организационных стратегий, для реализации которых необходимо коллегиальное творчество.

Успешная реализация названных законов творческого саморазвития личности возможна лишь при условии научно обоснованной организации педагогической системы высшего учебного заведения, весь компонентный состав которой ориентирован на решение проблемы творческого саморазвития. Так, одной из основных целей функционирования данной образовательной системы должна являться осознанная необходимость формирования знаний, умений и навыков творческого саморазвития субъектов педагогической системы. Данная цель предполагает не только соответствующее содержательное наполнение учебного процесса, но и применение таких форм, средств и методов обучения, которые позволили бы осуществить ее наиболее результативно. Например, в качестве наиболее приемлемых для осуществления данной цели педагогических технологий можно отметить проблемное обучение, технологии сотрудничества, метод проектов и др.

Поднятая проблема формирования творческого саморазвития личности в условиях высшей школы является актуальной и требует дальнейшего исследования и развития.

ТГТУ, кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»

И.В. Галыгина, Л.В. Галыгина, Н.П. Воскобойникова

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МНОГОМЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАВОВОГО ПОЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Современные педагоги должны владеть информацией, создающей правовое поле профессиональной деятельности. Правовое поле создается нормативными документами, разработанными на основе «Закона Российской Федерации об образовании»:

- концепция модернизации Российского образования на период до 2010 г.;
- концепции по отраслям образования (химия, физика, математика и т.д.);
- концепция профильного обучения и др.

Объем нормативной документации, как правило, очень велик, что создает затруднения для использования информации без ее специальной переработки. Использование дидактической многомерной технологии (ДМТ) для построения логико-смысловой модели (ЛСМ) нормативных документов позволяет выявить сущность, отструктурировать информацию и сконцентрировать основные идеи любой концепции в удобной для восприятия форме.

Объектом ЛСМ в данном случае является соответствующая концепция, а каркас составляют оси, раскрывающие ее сущность.

Каждый тип ЛСМ конструируется из двух типов осей:

1. *Ось «Классификация»*. Название оси является классификационным признаком рассматриваемого объекта, а узловые точки – некоторая совокупность, соответствующая данному классификационному признаку.
2. *Ось «Свойство»*. Название оси является каким-либо свойством рассматриваемого объекта конструирования, узловые точки оси при этом являются характеристиками, раскрывающими данное свойство.

В зависимости от набора осей можно выделить следующие типы ЛСМ:

1. ЛСМ типа «Классификация» (К). Каркас модели образован осями типа «Классификация».

2. ЛСМ типа «Свойство» (С). Каркас ЛСМ типа «Свойство» представляет собой совокупность осей, каждая из которых имеет тип «Свойство».

3. ЛСМ «Классификация–Свойство» (КС) (смешанный тип). Каркас логико-смысловой модели типа «Классификация–свойство» образуется из осей обоих типов. При этом соотношение осей типа «Классификация» и «Свойство» может быть различным. Например, если объект классифицируется одним или двумя признаками, то нецелесообразно строить для него отдельную модель типа «Классификация», в этом случае рационально использовать модель смешанного типа.

Например, концепция профильного обучения (ПО) может быть представлена в виде ЛСМ, каркас которой содержит оси типа «Свойство» и «Классификация»: цель, ступень ПО, модель организации ПО, вид ПО, вид итоговой аттестации, тип учебного курса, вид профиля, кадровое обеспечение. Таким образом, рассматриваемая модель имеет тип «Классификация–Свойство» (рис. 1).

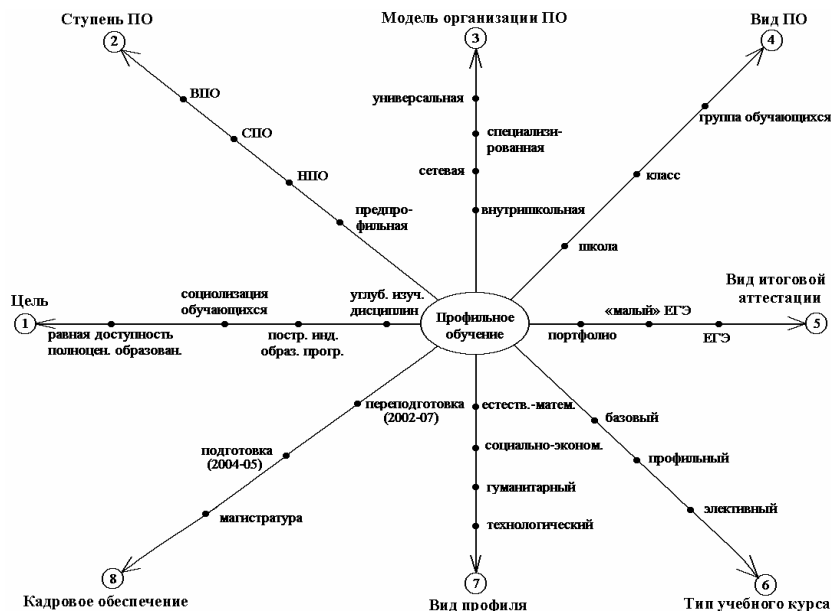


Рис. 1. ЛСМ «Профильное обучение» уровень «сущность» типа «Классификация–Свойство»:

НПО – начальное профильное обучение; СПО – среднее профильное обучение; ВПО – высшее профильное обучение; ЕГЭ – единый государственный экзамен

Построенная модель не требует подробных объяснений за исключением второй, пятой и шестой осей. Вторая ось содержит четыре ступени профильного обучения, такие, как:

- предпрофильная (9 класс основной школы);
- начальная профильная (НПО) – профессиональные лицеи;
- средняя профильная (СПО) – образовательные учреждения среднего специального образования (колледжи, училища, техникумы);
- высшая профильная (ВПО) – образовательные учреждения высшего профессионального образования (институты, университеты, академии).

Пятая ось «Вид итоговой аттестации» имеет три узловые точки:

- портфолио, который в документах Министерства образования РФ «Цели и задачи предпрофильной подготовки» рассматривается как пакет сертифицированных документов, позволяющих фиксировать индивидуальные достижения обучающихся в учебной деятельности. Портфолио позволяет учитывать результаты, достигнутые учеником в разнообразных видах деятельности: учебной, творческой, социальной, коммуникативной и др.;
- «малый» ЕГЭ (единый государственный экзамен по курсу основной школы);
- ЕГЭ – единый государственный экзамен по курсу полной средней школы.

Особого внимания заслуживает образовательная сеть (ОС) как новый элемент системы образования. ОС можно представить в виде логико-смысловой модели типа «Классификация» (рис. 2), каркас которой состоит из семи осей.

При создании образовательных сетей необходимо выполнять ряд требований, указанных в нормативных документах, которые удобно представить в виде ЛСМ «Требования к ОС» (рис. 3). Каркас данной модели типа «Свойство» состоит из восьми осей.

Применение ЛСМ как инструмента и продукта дидактической многомерной технологии дает возможность компактно и наглядно отобразить имеющуюся информацию, соответствующую структуре требований к уровню подготовки выпускников, позволяет преподавателям разработать программы обучения в соответствии с их индивидуальными особенностями и возможностями, ориентироваться и быть активными участниками ОС на современном этапе модернизации образования.

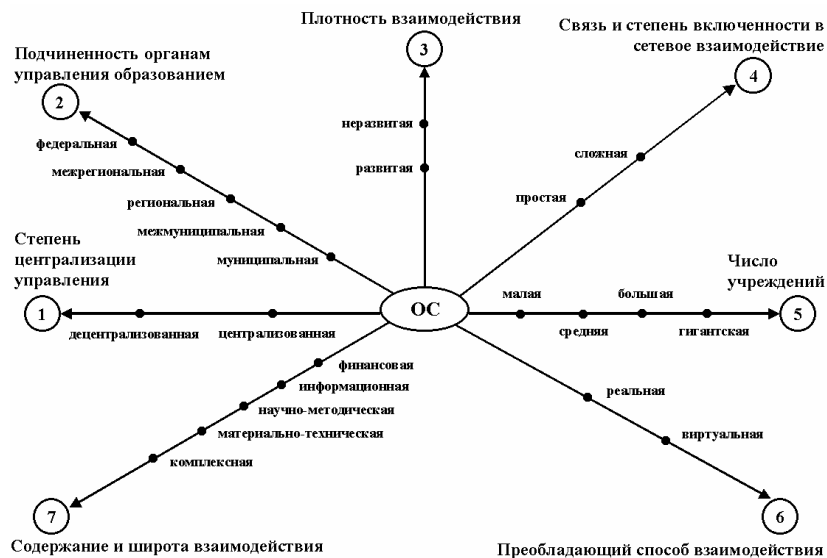


Рис. 2. ЛСМ «Образовательная сеть» уровня «сущность» типа «Классификация»:

ОС – образовательная сеть

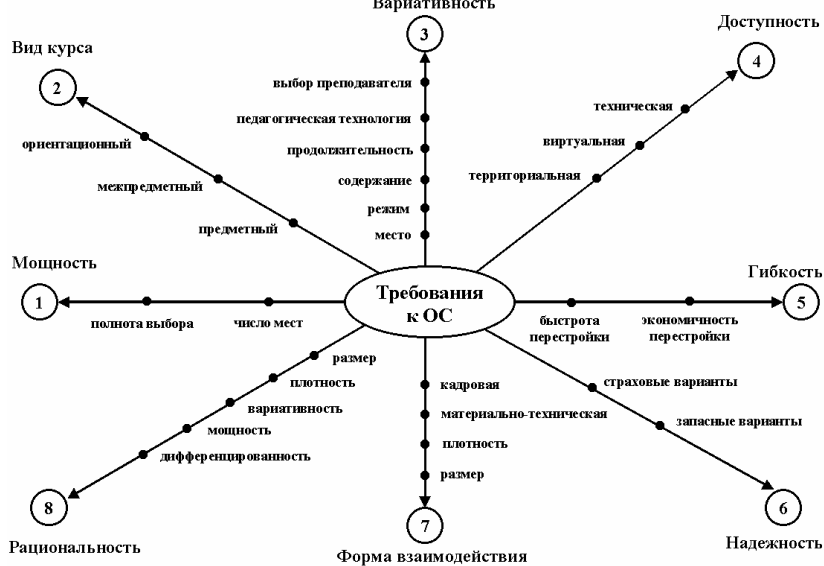


Рис. 3. ЛСМ «Требования к образовательной сети» уровня «сущность» типа «Свойство»:

ОС – образовательная сеть

Тамбов, институт повышения квалификации работников образования  
ТГТУ, кафедра «бухгалтерский учет и аудит»

**Е.И. Глинкин, С.В. Мищенко, К.Н. Шупило**  
**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТВОРЧЕСТВА**

Информационная технология творчества теоретически обоснована информационной концепцией и моделями творчества с согласованными компонентами информационного обеспечения и творческого мировоззрения для воспитания творческой Личности с гармоничным развитием по алгоритму научно-технического творчества.

**Информационная концепция развития творчества.** Информационная концепция отражает диалектическое развитие познания как неделимой последовательности интегральных функций обучения научным знаниям и образования технических навыков, созидания художественного мастерства и воспитания норм эффективности. Функции развивают процесс познания от простого к сложному из обучения и образования к созиданию и воспитанию при формировании мировоззрения как неделимой совокупности сфер деятельности людей: науки и техники, искусства и культуры. Интегральные компоненты мировоззрения целесообразно классифицировать в адресном пространстве программирования: пространство – время – функция, – для проектирования согласованных дифференциальных компонент рациональными методами творчества. Интеграция процессов познания формирует творчество субъекта от теоретических знаний к практическим навыкам через художественное творчество к нормам культуры за счет созидательных функций: знать и уметь, творить и ценить.

**Информационные модели творчества.** Развитие творчества предполагает моделирование формализованных признаков инноваций и их создателя с позиций концепции творчества рациональными методами идентификации.

Четырехмерной адресации инновации, представленной вектором  $F(\Phi, R, T, \epsilon)$ , компонентам информационного обеспечения (ИО) соответствуют формы представления функции: алгоритмы расчета математического обеспечения (МО) и архитектура (схемы и программы) технических средств (ТС), художественные образы творческого обеспечения (ТО) и нормы эффективности метрологических средств (МС). Разнообразным формам представления объекта творчества регламентирована

ны рациональные методы моделирования согласованных компонент: вычисление алгоритмов МО и проектирование архитектуры ТС, мастерство образов ТО и идентификация норм МС.

Информационная модель интегрирует науку и технику, искусство и культуру как неделимый комплекс сфер мировоззрения, от обучения и образования к созиданию и воспитанию. Их результатом является субъект творчества с интегралом научных знаний и технических навыков, художественного мастерства и культурных ценностей, соответствующим уровню инженера  $F(\Phi, R)$  и дизайнера  $F(R, T)$ , ученого  $F(\Phi, T)$  и интеллигента  $F(\Phi, R, T, \epsilon)$ .

Информационные модели творчества в рамках информационной концепции познания систематизируют интегральные признаки в информационное обеспечение объекта и сферы мировоззрения субъекта для их дифференциации на основные формы представления функции объекта и уровни созидания творческой личности.

**Информационное обеспечение творчества.** Информационное обеспечение объектов творчества объединяет неделимую совокупность интегральных компонент МО и ТО, ТС и МС, дифференцированных по этапам организации алгоритма на модели и методы, способы и формы.

**Структура развития творчества.** Морфологический анализ структуры развития творчества в координатах мировоззрения  $\{\Phi, R, T, \epsilon\}$  и познания  $\{1, 2, 3, 4\}$  показывает рациональный путь по вектору  $1\Phi - 2R - 3T - 4\epsilon$  идеального конечного результата обучения школьников с профилизацией по специальностям кафедр вузов для воспитания творческой Личности с гармоничным развитием.

**Развитие компонент творчества.** Анализ информационной модели развития творчества показывает неделимость комплекса дифференциальных компонент: математического МО и творческого ТО обеспечения, технических ТС и метрологических МС средств, их согласованное развитие при интеграции обучения и образования в созидание и воспитание по вектору информатизации от науки и техники к искусству и культуре для гармоничного развития творческой личности и научно-методического творчества. Творческий потенциал систематически пополняется неделимым комплексом согласованных между собой научных знаний и технических навыков, мастерства искусства и норм культуры. Дифференциация функции творчества в пространственно-временном континууме с точностью нормируемых мер ее компонент и их развитие по вектору информатизации наука – техника – искусство – культура повышают уровень новизны инноваций от стандартных решений и рационализаторских предложений до изобретений и открытий.

**Структура политехнического лицея-интерната.** Структура политехнического лицея-интерната (ПЛИ) ТГТУ отражает мировоззренческую концепцию творчества в интегральной системе школа – вуз областного уровня. Лицей-интернат реализует общеобразовательные программы среднего общего образования с углубленным обучением физике и математике и технической профилизацией по специальностям соответствующих кафедр университета, а также дополнительное образование во внеурочное время для реализации творческих интересов и способностей лицеистов. Задачи стандартного, углубленного и профильного обучения обусловлены развитием и совершенствованием системы непрерывного образования Тамбовской области с целью обеспечения «равнодоступности получения образования для детей из сельской местности, подготовки воспитанников к получению высшего образования».

Основная цель ПЛИ – это «ориентация старшеклассников к творческому труду в различных сферах научной и практической деятельности, всестороннему образованию и гармоническому развитию личности».

**Кафедра общеобразовательных дисциплин.** Кафедра общеобразовательных дисциплин (КОД) решает задачи обучения старшеклассников общеобразовательному стандарту с углубленным изучением физики и математики. КОД в рамках стандарта расширяет знания десяти- и одиннадцатиклассников по естественным, техническим и общественным наукам, а также обеспечивает оценку уровня довузовской подготовки на предметных олимпиадах областного, регионального и федерального ранга.

**Кафедра технического творчества.** Кафедра технического творчества (КТТ) отвечает за профильное обучение будущих абитуриентов по специальностям технических кафедр университета, развитие научно-технического и самодеятельного творчества лицеистов, а также эффективность научно-методической работы лицея-интерната. Теоретическую, практическую и организационную деятельность КТТ реализует на учебных занятиях в Школе юного инженера (ШЮИ), во внеурочное время в Студенческом конструкторском бюро (СКБ) и на научно-практических конференциях (НПК) различного иерархического уровня.

**Кафедра общей культуры.** Путь к храму Души и культуре Духа воспитанники постигают на кафедре общей культуры (КОК) в процессе познания (рис. 6) даров искусства пленять и просвещать (эстетики) и исторического наследия (этики), культуры труда (эргономики). Спецификой работы КОК является самодеятельное творчество учащихся во внеурочное время в классах общежития интерната для организации активного досуга молодежи. Единение ребят по интересам и способностям допускает разнообразные формы воспитания от собеседований и дискуссий до кружков и экскурсий.

Таким образом, структура лицея-интерната, в соответствии с информационными концепцией познания и моделью творчества, отражает мировоззрение в виде неделимого комплекса сфер: науки и техники, искусства и культуры, – в процессе обучения стандарту с углубленным изучением физики и математики на общеобразовательной кафедре, получения навыков творчества под руководством научно-методической кафедры и повышения художественного мастерства в творческих коллективах кафедры общей культуры с целью воспитания гармонично развитой личности.

**Алгоритм развития научно-технического творчества.** Алгоритм развития научно-технического творчества старшеклассников организован из шести этапов за два года обучения: теоретическим знаниям в учебных семестрах и закреплении практических навыков на летней практике десятиклассников, в СКБ ТЕМП – одиннадцатиклассников. Структура алгоритма включает коллективное обучение на занятиях (I) и индивидуальное закрепление теоретических знаний (II), реферативную отчетность теории по семестрам (III) и творческих навыков анализа на практике (IV), творческий синтез авторских исследований при подготовке выпускной работы (V) и защиту инноваций на научно-практических конференциях различного иерархического уровня (ШЮИ и кафедры КТТ, лицея и города). Алгоритм творчества способствует созданию информационных технологий научно-методической работы лицея на базе телекоммуникационных компьютерных сетей дистанционного образования для повышения качества обучения творчеству до уровня мировых стандартов.

**ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

В основе модели непрерывного профессионального образования заложен принцип опережающего развития образовательного потенциала по отношению к социально-экономическому потенциалу. Эти потенциалы взаимно обуславливают друг друга и находятся в диалектическом единстве. Принцип опережающего развития образовательного потенциала может успешно реализоваться через опережающее развитие науки и воспроизводство научных кадров высшей квалификации по приоритетным направлениям развития науки, технологий, техники и сферы образования. Динамичность совершенствования модели подготовки специалистов выражается в постоянном предвидении новых тенденций, изменений в науке и технике, профессиональной деятельности, организации содержания труда, благодаря чему может быть достигнуто непрерывное отражение происходящих изменений в системе подготовки специалистов. Главная конечная цель подготовки специалистов – обеспечить соответствие опережающих квалификационных требований к специалисту перспективам развития науки и техники, а также личностным и общественным потребностям [1].

«Локомотивом» необходимых социально-экономических преобразований в субъектах Российской Федерации сегодня становятся университеты. В силу концентрации в них всех видов интеллектуальных ресурсов и свойственной им открытости они способны воспринимать вызовы общества на региональном, национальном и международном уровнях и через инновации (инновационные проекты) в образовании и науке содействовать появлению талантливых выпускников, новых высоких технологий, современного динамичного менеджмента, формированию общества, основанного на знаниях, а в итоге – построению региональной экономики устойчивого развития.

Важнейшие инновационные проекты – это инструмент отношений нового типа между образованием, наукой, государством и бизнесом, где задача образования и науки – это новые разработки и их кадровое сопровождение, миссия государства – комфортные условия, а роль бизнеса – материализация разработок. Такого рода проекты представляют собой комплекс взаимосвязанных по ресурсам, исполнителям и срокам мероприятий, направленный на получение экономического эффекта, имеющего значение как для экономики в целом, так и для решения наиболее актуальных задач в социальной сфере и в первую очередь задач, связанных с повышением качества жизни населения.

Инновационные проекты проявили себя как эффективный инструмент государственно-частного партнерства, их предварительные результаты подтвердили заинтересованность промышленности в отечественных научно-технических разработках и возможность взаимодействия между наукой, бизнесом и федеральными органами исполнительной власти. В рамках каждого проекта реализуется цикл работ от создания перспективного инновационного продукта до освоения промышленного производства новой высокотехнологичной продукции и начала ее успешной реализации на рынке. Проекты предусматривают концентрацию финансовых ресурсов в отношении ограниченного числа приоритетных направлений, которые формируются на условиях партнерства государства с бизнес-сообществом и предполагают распределение между ними рисков по реализации проектов.

Важнейшим приоритетом социально-экономической политики является опережающее инновационное образование в вузах. Университеты являются одними из основных генераторов создания инновационно-активных предприятий. Студенты и преподаватели, имея прямой доступ к выполнению и результатам новейших исследовательских работ, способны генерировать большое количество эффективных бизнес-идей. В этих условиях эффективным примером государственного вмешательства является реализация сравнительно низкочастотных программ, направленных на формирование у студентов и преподавателей навыков создания и ведения инновационного бизнеса, а также поддержки возникающих венчурных предприятий на начальных стадиях инвестиционного цикла.

В Российской Федерации активизация инновационной активности вузов реализуется через развитие центров трансфера технологий и инновационно-технологических центров (ИТЦ), осуществляемого в рамках Федеральной целевой программы. По Программе СТАРТ (в рамках деятельности Фонда содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере) с 2004 г. обеспечивается финансирование на безвозвратной основе проведение НИОКР, цель которых – снять сомнения потенциального инвестора для начала финансирования проекта по организации разработки и производства товара (услуги). Специализированные университетские бизнес-инкубаторы, инновационно-технологические центры и Центр трансфера технологий созданы и в Тамбовской области.

Вместе с тем, существует необходимость в реализации комплексного подхода к интенсификации инновационной активности на базе вузов. В качестве приоритетных мер по активизации образовательного потенциала следует выделить содействие формированию на базе вузов высокотехнологичных предприятий и трансферу технологий в действующие предприятия (включая обеспечение кадрового сопровождения трансфера технологий), в том числе через реализацию следующих мер:

- введение образовательных курсов, направленных на формирование у студентов и преподавателей навыков создания и ведения инновационного бизнеса;
- целенаправленную поддержку и мониторинг создания на базе вузов элементов инновационной инфраструктуры, организацию и финансирование создаваемых на базе вузов венчурных предприятий;
- реализацию системы мер кадрового сопровождения трансфера технологий, предполагающего финансирование государством НИОКР и специализированной подготовки кадров в рамках важнейших инновационных проектов государственного значения.

В Тамбовской области реализуется 25 важнейших инновационных проектов государственного значения, объединенных в Программу социально-экономического развития Тамбовской области до 2015 г. Семь из них выполняются при непосредственном участии ТГТУ и его партнеров. Хотелось бы подчеркнуть, что данные важнейшие инновационные проекты государственного значения соответствуют приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации: живые системы, индустрия наносистем и материалов, информационно-телекоммуникационные системы, рациональное природопользование, энергетика и энергосбережение.

Остановимся на двух примерах важнейших инновационных проектов государственного значения:

1) целью реализации проекта «Разработка промышленной технологии и оборудования для производства углеродных наноматериалов» является разработка научного и кадрового обеспечения инновационного развития научно-

технологического и промышленного потенциала по реализации потребностей РФ в углеродных наноматериалах – фуллереноподобных структурах (многослойных нанотрубок и нановолокон);

2) целью реализации проекта «Разработка технологии получения регенеративных продуктов нового поколения и средств индивидуальной защиты органов дыхания человека» является разработка научного и кадрового обеспечения инновационного развития научно-технологического и промышленного потенциала по реализации потребностей РФ в системах жизнеобеспечения и средствах защиты людей от поражающих факторов оружия массового поражения, последствий техногенных аварий, катастроф, террористических актов, а также работающих во вредных и опасных для жизни условиях.

Реализация инновационных проектов обеспечит опережающую подготовку высококвалифицированных специалистов в области технологий перспективных материалов и химической безопасности Российской Федерации, а результаты проектов могут быть тиражированы в других университетах Российской Федерации (комплект учебных программ по подготовке, переподготовке и сертификации специалистов, электронные учебники, учебные пособия и практикумы по инженерным направлениям и специальностям в области новых химических технологий, систем жизнеобеспечения и защиты человека).

Создание современной научно-технической и программно-методической базы позволит поддерживать и развивать на качественно новом уровне имеющиеся в вузах научные школы мирового уровня в области химических технологий материалов и изделий сорбционной техники, процессов и аппаратов химических технологий, химического машиностроения, математического моделирования, оптимизации и автоматического управления процессами и системами регенерации воздуха, а также продвинуть развитие на базе вузов и научно-исследовательских институтов опытных производств по созданию систем жизнеобеспечения и средств защиты человека, превосходящих зарубежные аналоги или не имеющие аналогов вообще.

Программой стратегического развития ТГТУ предусмотрено создание инновационного консорциума непрерывного образования, науки и высоких технологий (Консорциума), целями которого являются: опережающая подготовка конкурентоспособных специалистов, способных реализовывать инновационные проекты в процессе создания новых знаний за счет интеграции фундаментальной науки, учебного процесса и производства; развитие научной, методической и материальной базы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов по приоритетным направлениям развития науки, технологиям и техники и региональной инновационной инфраструктуры в соответствии с реализацией Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2015 г.

В Консорциуме будут созданы все необходимые условия для опережающей подготовки интеллектуальных кадров – ключевых активов инновационной региональной экономики устойчивого развития, для подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, активизации участия молодых ученых, аспирантов и студентов в исследованиях и разработках, закрепления талантливой молодежи в сфере науки и высшего образования, включая обеспечение создания рабочих мест для молодых специалистов.

В Консорциуме должен приобрести оптимальную институциональную структуру сбалансированный, устойчиво развивающийся сектор исследований и разработок, обеспечивающий расширенное воспроизводство знаний, будет максимально использоваться интеллектуальный потенциал высшей школы, будут проводиться совместные исследования для решения задач социально-экономического, научно-технического и инновационного развития Тамбовской области и близлежащих субъектов РФ. Таким образом, Консорциум формирует социально-экономическую среду, обладающую долгосрочным потенциалом динамичного роста, способную обеспечить опережающий рост качества жизни населения и устойчивое расширенное воспроизводство, укрепление конкурентоспособности и безопасности региона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирсанов, А.А. Методологические проблемы создания прогностической модели специалиста / А.А. Кирсанов. – Казань : КГТУ, 2000. – 228 с.

*ТГТУ, кафедра «Технологическое оборудование и пищевые технологии»*

*О.А. Лакеева*

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ КОММЕРЦИИ

В новых экономических условиях все актуальнее становится проблема активизации учебного процесса, поиск таких форм обучения, которые способствовали бы не только более качественной подготовке учащихся, прочному закреплению знаний, но и активизировали их мыслительную и творческую деятельность, формировали практические навыки, прививали необходимые деловые качества. Одной из основных организационных форм учебной деятельности являются семинарские занятия (объект данного исследования), которые формируют исследовательский подход к изучению учебного и научного материала. Они активизируют творческий потенциал обучаемых, способствуют познанию ими собственной личности, своих способностей, дают инструмент поддержки себя в этом сложном, меняющемся мире [1].

Семинарские занятия – одна из наиболее действенных, эффективных форм в общей системе организации преподавания всех экономических дисциплин, к которым относится и коммерческая деятельность.

Коммерческая деятельность – одна из основополагающих составляющих современного бизнеса. Она представляет собой сложный процесс, включающий расчетные, хозяйственно-финансовые операции, правовые аспекты заключения сделок, поиск и анализ эффективных решений в области ценовой и товарной политики предприятий, работу с поставщиками и потребителями, организацию коммерческих контактов субъектов рынка таких, как аренда, лизинг, факторинг, комиссия и другие. В настоящее время в условиях рыночной экономики процветание бизнеса зависит от правильности построения процесса товародвижения. В экономических системах этим процессом, как правило, управляет коммерсант-товаровед, который выполняет функции по руководству торговым процессом, регулированию хозяйственных связей по закупке и продаже товаров с поставщиками и покупателями, по формированию оптимального ассортимента, организации рекламы товаров, обслужива-

нию покупателей. В связи с этим актуальным становится подготовка специалистов в области товароведения и коммерческой деятельности.

Государственный образовательный стандарт устанавливает следующие профессиональные требования к специалисту коммерции.

Специалист коммерции должен знать:

- основы гуманитарных, социально-экономических, математических и естественно-научных дисциплин для решения профессиональных, социальных, научных и педагогических задач;
- информационно-методическое обеспечение коммерческой деятельности;
- методы исследования, анализа и прогнозирования товарных рынков и товарного ассортимента;
- особенности моделирования бизнес-технологий;
- технологию формирования товарного ассортимента и способы ее оптимизации;
- процесс закупки товаров: источники поставок товаров, системы выбора поставщиков, порядок заключения и исполнения договоров купли-продажи;
- порядок оформления заказов и расчетов с поставщиками;
- методы определения объемов закупок и поставок товаров и способы их доставки;
- нормативно-правовые документы, регламентирующие правила транспортирования, приемки, складирования, хранения, реализации товаров и предоставления сервисных услуг;
- составляющие системы товародвижения, их сущность, условия, особенности организации, функционирования и пути минимизации издержек обращения;
- виды товарных запасов, пути их формирования, учет и контроль, методы планирования, оптимизации и управления;
- формы и методы продажи товаров, определение и прогнозирование ее объема;
- торгово-технологические процессы в коммерческой деятельности, особенности их организации и управления;
- организационную структуру предприятия, порядок взаимодействия коммерческой службы с другими подразделениями;
- методы определения и способы обеспечения эффективности коммерческой деятельности предприятия;
- виды коммерческих проектов и инноваций, порядок их разработки и использования для развития коммерческой деятельности.

Специалист коммерции должен уметь:

- создавать информационную базу для организации коммерческой деятельности;
- формировать товарный ассортимент;
- организовать работу с поставщиками и покупателями;
- организовать и управлять процессами купли-продажи и обмена товаров;
- управлять товарными запасами;
- применять методы стимулирования сбыта (продажи);
- анализировать коммерческую деятельность и определять ее эффективность;
- моделировать и проектировать коммерческую деятельность [2].

У специалиста коммерции должна быть сформирована готовность к решению профессиональных задач по следующим направлениям:

- коммерческо-организационная деятельность;
- научно-исследовательская деятельность;
- проектно-аналитическая деятельность [3].

Однако в условиях жесткой конкуренции на рынке труда, как показывает практика, большое значение приобретает знание следующих основных моментов успешной и безопасной торговли, которым в существующих учебных пособиях уделяется незначительное внимание:

1. Выкладка товаров с точки зрения их качественных характеристик.
2. Правила торговли (сертификация на практическом уровне).
3. Торговая наценка, которая включает не только знание процента наценки от цен изготовителя на каждую категорию товара, но и психологические моменты [2].

Для передачи студентам вышеперечисленных знаний, умений, навыков, готовностей необходимо использовать не только традиционную методику семинарских занятий, которые строятся как отчет студента по теме занятия, но и использовать нестандартные формы организации семинаров. С нашей точки зрения, наиболее эффективными являются:

1. Разбор ситуационных задач по теме лекции.
2. Экскурсии на торговые предприятия. Это поможет наглядно определить с точки зрения покупателя и коммерсанта-товароведа все достоинства и недостатки выкладки товаров и ценообразования в данном торговом предприятии, а также ознакомиться с товарно-сопроводительными документами и приемкой товара.
3. Тестирование, которое можно проводить как в середине, так и в конце изучения учебной дисциплины. Тестирование позволяет выявить, насколько хорошо материал был представлен преподавателем и усвоен студентами.
4. Обучение кейс методом (метод анализа ситуаций). Данный метод сильно воздействует на профессионализацию студентов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию по отношению к учебе. Метод кейсов способствует развитию умения анализировать ситуацию, оценивать альтернативы, выбирать оптимальный вариант и составлять план его осуществления. И если в течение учебного цикла такой подход применяется многократно, то у студентов вырабатывается устойчивый навык решения практических задач.

Вышеперечисленные формы семинаров стимулируют регулярное изучение научных источников и другой экономической литературы, усиливают познавательный интерес к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные во время лекций и изучения литературы; расширяют круг этих знаний в процессе самостоятельной подготовки к семинару, а также в результате выступлений других студентов и преподавателя на занятии; позволяют проверять достоверность полученных зна-



ний, вычленив наиболее важное, существенное в них; способствуют превращению знаний в твердые личные убеждения, рассеивают неясности, которые могли возникнуть в ходе лекций или при чтении экономической литературы; прививают навыки самостоятельного мышления и устного выступления, оттачивают мысль; помогают свободно оперировать правовыми категориями; способствуют более широкой социализации студентов в современных экономических условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торговое дело и рыночная экономика современной России : сб. статей / под ред. А.М. Новикова и др. – М. : ИРПО, 2000.
2. Товароведение продовольственных товаров : программа, метод. указ. / сост. О.А. Лакеева, Н.В. Молоткова. – Тамбов : Изд-во ТОИПКРО, 2006.
3. Коммерция : метод. указания по выполнению дипломных работ / сост.: А.Л. Денисова, Н.В. Молоткова, Е.В. Зайцев, Н.В. Дюженкова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003.

*ТГТУ, кафедра «Технология и организация коммерческой деятельности»*

**О.В. Ломакина**

#### **ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

Условия современной жизни требуют специалистов, овладевших всеми аспектами получаемых знаний, т.е. конкурентоспособных специалистов. Конкурентоспособность специалиста – способность, обеспечивающая последнему возможность конкурировать на рынке труда посредством приложения усвоенных им знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности, возможность самореализации. Конкурентоспособность специалиста зависит от качества профессиональной подготовки. Наше общество объективно заинтересовано в том, чтобы молодое поколение, каждый молодой человек не только был воспитан в духе творческого отношения к труду, но и овладел опытом творческой деятельности, был способен к творчеству. Развитие творческих способностей справедливо рассматривается как одна из главных задач, стоящих перед народным образованием.

Говоря о творческой деятельности, обычно исходят из общепринятого определения творчества как вида деятельности человека, результатом которой является идеальный или материальный продукт, обладающий новизной и общественной значимостью, ценностью. Опыт творческой деятельности нельзя передать рассказами о нем и творческой деятельности ученых и изобретателей, его нельзя передать и образцами такой деятельности, осуществляемой на глазах обучаемых. Нельзя потому, что, пока студент не вовлечен в процесс поисковой деятельности, он этим опытом не овладеет. Следовательно, для развития творческих способностей обучаемых необходимо вовлечь, включить их в специально организованный учебный научно-познавательный процесс, который является моделью (слепок) научного процесса познания. В обучении необходимо создавать познавательные ситуации, которые могли или должны были иметь место в науке и технике. В основе педагогики овладения опытом творческой деятельности лежат продуктивные методы обучения и, в частности, проблемный подход к обучению.

Проблема – сложная познавательная задача, решение которой представляет существенный практический или теоретический интерес. Если проблема правильно сформулирована, то она будет выполнять функцию логического средства, определяющего направление поиска новой информации и тем самым обеспечивающего эффективность деятельности, связанной с ее решением. Проблемы, которые ставят перед студентами, ставятся в системе, т.е. с каждой новой проблемой происходит усложнение материала, учащиеся достают новую информацию и переходят с одного уровня на другой.

В процессе проблемного обучения внимание обучаемых фокусируется на конкретных вопросах, они стимулируют познавательную активность, способствуют развитию умений и навыков по решению проблем. Образовательный процесс строится «вокруг студента», при этом роль преподавателя сводится к наблюдению, поддержке – не более. Эти проблемы будят любознательность студентов и способствуют тому, что они самостоятельно осваивают большие объемы новых знаний. Студенты начинают мыслить критически и аналитически, учатся искать соответствующие источники информации и ресурсы, необходимые им для решения стоящей проблемы. Задача преподавателей – разработать, сформулировать задания – проблемы.

В условиях активного внедрения новых педагогических технологий в учебный процесс лекции видоизменяются. Одной из интересных форм лекции является проблемная лекция. Подобная лекция строится по определенным правилам: весь материал должен быть разделен на части, каждая из которых включает проблемную ситуацию. Далее разрешение проблемных ситуаций идет по алгоритму:

- 1) формулируется проблема, проводится анализ, обозначаются рамки исследования,
- 2) проблема актуализируется до уровня значимости для каждого студента, готовятся основания (опорные знания) для решения проблемы;
- 3) сопоставляются результаты анализа ситуации с нормой (концепцией, теорией, критериями и т.д.);
- 4) разрабатываются механизмы достижения нормы в исследуемой проблеме;
- 5) сопоставляются результаты с целью (несоответствие рассматривается как новая проблема).

В ходе проблемной лекции можно слушать, сравнивать, выделять главное, обобщать, делать выводы и, кроме того:

- критически относиться к полученной информации (строить собственную гипотезу),
- доказывать (подбирать, выстраивать аргументы),
- творчески мыслить (получать новые смыслы, использовать их).

*ТГТУ, кафедра «Теоретическая механика»*

## РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ «ТАКТИКА» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРСКИХ КАДРОВ

Без тактической подготовки ни один из военнослужащих не может считать себя подготовленным к выполнению задачи по защите своего отечества. Тактическая подготовка является основой полевой выучки курсантов военных училищ. Поэтому тактика была и остается ведущей дисциплиной в подготовке офицеров.

Общая тактика – это главная составная часть тактической подготовки офицера любого профиля и любой специальности. Ее роль определяется тем, что она составляет основу военной подготовки общевойскового офицера и является базой тактико-специальной и военно-специальной подготовки офицеров родов войск и специальных войск.

Необходимые офицерские качества формируются в ходе изучения ряда тактических и тактико-специальных дисциплин, но главное место в решении этой задачи принадлежит тактике, которая исследует закономерности общевойскового боя. Только в бою можно добиться окончательной победы, завершить разгром противника, лишить его возможности оказывать сопротивление и овладеть его территорией.

В процессе изучения тактики у курсантов формируются взгляды на характер современной войны, на роль и предназначение видов и родов войск Вооруженных Сил Российской Федерации. Обучаемые усваивают основы теории общевойскового боя, овладевают умениями и навыками в организации и управлении подразделениями в бою. В ходе изучения тактики вырабатываются такие умения, которые нужны для офицера любой специальности:

- всесторонне и тщательно оценивать обстановку, прогнозировать ее изменения;
- принимать грамотное и своевременное решение;
- руководить и ставить боевые задачи подчиненным;
- рационально использовать имеющиеся в его распоряжении силы и средства;
- правильно учитывать все факторы, влияющие на ход и исход боя.

В результате изучения тактики обучаемые овладевают рациональными методами работы командира, познают искусство ведения боя. У них формируется такое важное качество, как творческое тактическое мышление, военно-профессиональная культура, вырабатываются умения проводить анализ, делать сравнения, сопоставлять и систематизировать факты, делать обобщения, выделять главное, существенное, формулировать выводы, обосновывать свои предложения, доказывать и отстаивать свое решение. В дальнейшем эти качества совершенствуются и развиваются в процессе изучения других дисциплин.

В ходе занятий по тактической подготовке курсанты должны, прежде всего, глубоко осознать общественную значимость своего труда, понять, что командирские качества офицера, приобретенные в училище, не только определяют успехи в его будущей деятельности, но и способствуют укреплению боевой готовности подразделения и части в целом.

Современный бой требует от офицеров проявления высоких морально-боевых качеств, в том числе таких, как смелость, решительность, инициативность, самостоятельность, настойчивость в достижении цели. Эти качества и формируются у будущих офицеров на занятиях по тактике.

Служба офицеров в войсках связана с воспитанием и обучением своих подчиненных, умелым действиям в боевой обстановке. Они должны уметь обучать подчиненных активным, решительным действиям в оборонительном и наступательном бою, в разведке, охране, выполнении других боевых задач.

Таким образом, дисциплина «Тактика» наряду с общественными науками и тактико-специальными дисциплинами закладывает основу военного образования, формирует профессиональную культуру, способствует развитию физических качеств будущего офицера и на базе этого вырабатывает высокое воинское мастерство, постоянную готовность к ведению боевых действий и достижению победы над врагом.

*ТГТУ, кафедра «Теория и организация коммерческой деятельности»*

**С.В. Фролов, А.М. Уваров, С.А. Лоскутов**

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ

Основной смысл книги во все времена ее существования связан с распространением информации и знаний. «Книги, – писал Ф. Бэкон, – корабли мысли, странствующие по волнам времени и бережно несущие свой драгоценный груз от поколения к поколению». Книгу можно рассматривать как некое транспортное средство, предназначенное для перемещения во времени и в пространстве нематериальных объектов (мыслей) из пункта отправления (мозга автора) в пункт прибытия (мозг читателя). Транспортное средство в первую очередь характеризует скорость и стоимость, в данном случае скорость и затраты доставки информации от автора к читателю. Эволюция книги известна – сначала были рукописные свитки, затем пришли книги в виде ко덱сного блока, затем печатные книги, и уже в наше время неотвратимо наступают электронные книги, способные транспортировать груз мыслей автора несравненно быстрее и дешевле, чем бумажные по безграничным каналам Всемирной паутины Интернет.

Осознание этой тенденции означает, что в ближайшем предвидимом будущем рейтинг и экономическое благополучие каждого университета, научного института и научного издательства будет все больше зависеть от их способности создавать, рекламировать, использовать и продавать на мировом рынке знаний свою продукцию в виде цифровых изделий – *электронных гиперкниг и проблемно-ориентированных библиотек электронных гиперкниг*.

Экономическая эффективность создания электронных книг очевидна. Приведем известный пример. Один из последних триллеров Стивена Кинга («Riding the Bullet») был продан через Интернет 400-тысячным тиражом. Объем книги 66 страниц. Чтобы скачать через Интернет одну копию этой электронной книги, нужно было заплатить 2,50 долл. Книга разошлась указанным тиражом в течение 24 часов после опубликования. Кинг заработал в результате такой он-лайн продажи 450 тыс. долл. за 24 часа.

Электронные учебники, справочники, журналы и т.п. произведения интеллектуального труда имеют огромный потенциал. Для их издания не нужны типографии, не нужна бумага (берегутся леса), не нужны склады для хранения и транспорт для перевозки, экономятся энергоресурсы, удешевляется и расширяется доступ к источникам знания.

Электронные книги (любая научная, техническая, медицинская, экономическая и другая специальная литература) могут доставляться заказчикам по каналам Интернет и на оптических (CD/DVD) дисках.

Использование компакт-дисков позволяет ученому, преподавателю, студенту, писателю, журналисту, любому работнику интеллектуального труда иметь и дома, и на рабочем месте богатую электронную библиотеку. Библиотеку, несоизмеримо более дешевую и занимающую несоизмеримо меньше места, чем печатная. Использование такой «компакт-библиотеки» сокращает время на посещение традиционных библиотек; упрощает, облегчает и ускоряет поиск информации; делает интеллектуальный труд более комфортным и производительным (достаточно «протянуть руку», вставить компакт-диск в дисковод, найти нужный фрагмент и использовать его для текущей работы).

Обычный «повествовательный» текст в электронном формате, надлежащим образом структурированный, оснащенный гипертекстовыми связями, позволяющими изучать его в различных дидактических последовательностях и с быстродействующим механизмом информационного поиска приобретает свойства, которыми тексты, напечатанные на бумаге, не обладают и обладать не могут. Главные – ассоциативность и быстродействие (экономия времени).

Книги, изначально ориентированные на последовательное (линейное) чтение и уже более 500 лет служащие основной формой представления и распространения знаний, являются трехмерными предметами, состоящими из плоских страниц. Страницы можно перелистывать и «перепрыгивать» с одной на другую. Оглавления, указатели, перекрестные ссылки, примечания, глоссарии являются вспомогательными средствами, изобретенными специально для ускорения нелинейных процессов поиска и усвоения информации. Гипертекст позволяет сделать качественно новый шаг для удовлетворения возрастающей потребности в ускорении процессов информационной навигации, поиска и восприятия знаний [1].

Есть все основания предвидеть быстрое развитие рынка электронных книг и, в первую очередь, рыночных сегментов электронных (гипертекстовых) справочников, учебной и научной литературы.

В Тамбовском государственном техническом университете на кафедре «Биомедицинская техника» было разработано электронное учебное пособие «Биология человека и животных». Подробнее о содержании пособия можно ознакомиться на сайте [www.telemed.tstu.ru](http://www.telemed.tstu.ru). Книга была рекомендована УМО вузов РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве электронного учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 200 400 (653 900) «Биомедицинская техника» по специальностям 200 401 (190 500) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», 200 402 (190 600) «Инженерное дело в медико-биологической практике» и направлению подготовки бакалавров и магистров 200 300 (553 400) «Биомедицинская инженерия».

Электронная книга была создана на основе программы NATATA eBook Compiler. Далее рассматриваются этапы создания электронной книги.

#### 1. Исходные данные для книги и преимущество NATATA eBook Compiler.

Для создания электронной книги нам необходимы исходные данные, это могут быть файлы в формате \*.doc, \*.rtf, \*.txt или другие форматы, которые содержат исходный текст книги.

Недостаток всех этих форматов книг очевиден: это отсутствие быстрого доступа к необходимой дополнительной информации (сноски, словарь, картинки и т.д.), неудобное оглавление и многое другое.

Существует много вариантов компиляторов электронных книг, но наиболее оптимальным из них считается NATATA eBook Compiler, который позволяет сократить размер книги, упростить работу с ней и защитить информацию, хранящуюся в книге от несанкционированного изменения.

#### 2. Преобразование книги формата \*.doc с помощью NATATA eBook Compiler в .exe файл.

##### 2.1. преобразование .doc в .html.

Для создания книги с помощью программы NATATA eBook Compiler необходимо преобразовать файлы \*.doc в формат \*.html, для этого существует много специализированных программ. При создании электронной книги «Биология человека и животных» применялся широко распространенный продукт корпорации Microsoft – FrontPage (рис. 1), с помощью которого можно легко преобразовать файлы формата \*.doc в формат \*.html.

Преимущество формата html над форматом doc заключается в том, что, используя язык гипертекстовой разметки, мы легко преобразуем текст книги, добавляя в него гиперссылки на используемые в тексте рисунки, термины, с помощью гиперссылок сделаем удобные переходы к нужным главам и компактное оглавление, которое всегда будет доступно (рис. 2, 3).

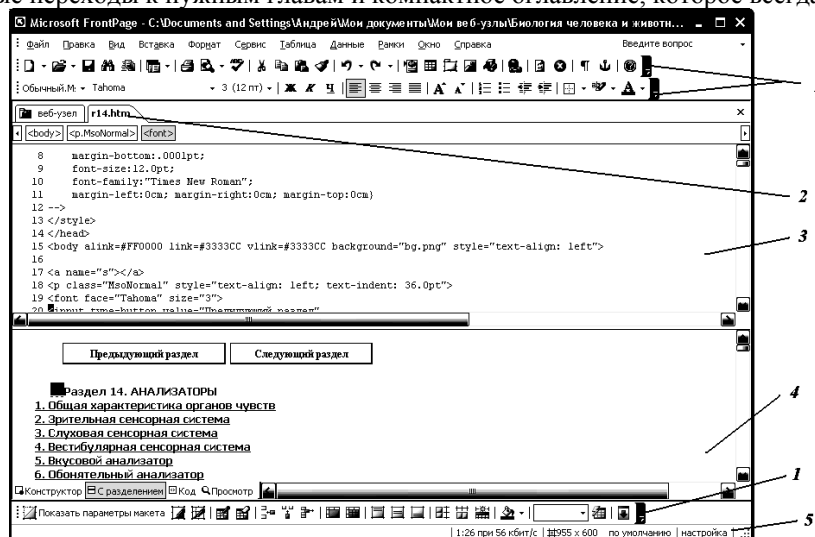


Рис. 1. Окно программы Microsoft Office FrontPage:

1 – панель инструментов; 2 – закладки html-страниц;

3 – окно html-кода; 4 – окно конструктора; 5 – строка состояния

## Раздел 1. ОРГАНИЗМ – ЖИВАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

### 1.1. Предмет биологии. Определение жизни. Признаки живой материи.

**Биология** (от греч. *bios*-жизнь, *logos*-понятие, учение) - наука, изучающая живые организмы. Развитие этой науки шло по пути изучения элементарнейших форм существования материи. Это относится и к живой, и к неживой природе. При таком подходе законы живого пытаются познать, изучая вместо единого целого отдельные его части, т.е. изучают элементарные акты жизнедеятельности организмов с применением законов физики, химии и т.д. При другом подходе «жизнь» рассматривают как совершенно особенное и уникальное явление, которое нельзя объяснить только действием законов физики и химии. Т.о. основная задача биологии как науки состоит в том, чтобы истолковать все явления живой природы, исходя из научных законов, не забывая при этом, что целому организму присущи свойства, в корне отличающиеся от свойств частей, его составляющих. *Нейрофизиолог может описать работу отдельного нейрона языком физики и химии, но сам феномен сознания так описать нельзя. Сознание возникает в результате коллективной работы и одновременного изменения электрохимического состояния миллионов нервных клеток, однако мы до сих пор не имеем реального представления о том, как возникает мысль и каковы ее химические основы.* Итак, мы вынуждены признать, что не можем дать строгого определения, что же такое жизнь, и не можем сказать, как и когда она возникла. Все, что мы можем, - это перечислить и описать специфические признаки живой материи, которые присущи всем живым существам и отличают их от неживой материи.

1) **Единство химического состава.** В живых организмах 98% химического состава приходится на 4 элемента: углерод, кислород, азот и водород.

2) **Раздражимость.** Все живые существа способны реагировать на изменение внешней и внутренней среды, что помогает им выжить. Например, кровеносные сосуды кожи млекопитающих при повышении температуры тела расширяются, рассеивая избыточное тепло и тем самым снова восстанавливая оптимальную температуру тела. А зеленое растение, которое стоит на подоконнике и освещается только с одной стороны, тянется к свету, потому что для фотосинтеза нужна определенная освещенность.

3) **Движение (подвижность).** Животные отличаются от растений способностью перемещаться из одного места в другое, т.е. способностью к движению. Животным необходимо двигаться, чтобы добывать пищу. Для растений подвижность обязательна: растения способны сами создавать питательные вещества из простейших соединений, доступных почти повсюду. Но и у растений можно наблюдать движения внутри клеток и даже движения целых органов, хотя и с меньшей, чем у животных, скоростью. Могут двигаться и некоторые бактерии, и одноклеточные водоросли.

4) **Обмен веществ и энергии.** Все живые организмы способны к обмену веществ с окружающей средой, поглощая из нее вещества, необходимые организму и выделяя продукты жизнедеятельности. Питание, дыхание, выделение – разновидности обмена веществ.

Рис. 2. Страница из книги формата .doc

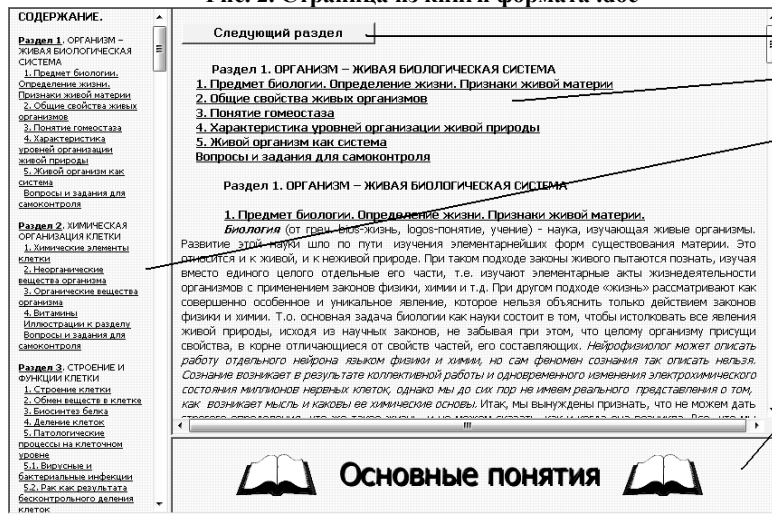


Рис. 3. html-страница:

1 – кнопка перехода между главами книги; 2 – ссылки на разделы данной главы;

3 – оглавление книги; 4 – область для отображения расшифровки основных понятий и терминов, используемых в книге

После преобразования всех страниц книги из формата .doc в формат html с дальнейшим их преобразованием с помощью языка гипертекстовой разметки собираем полученные \*.html файлы в отдельную папку и переходим к созданию \*.exe файла с помощью программы NATATA eBook Compiler

## 2.2. Создание книги с помощью NATATA eBook Compiler.

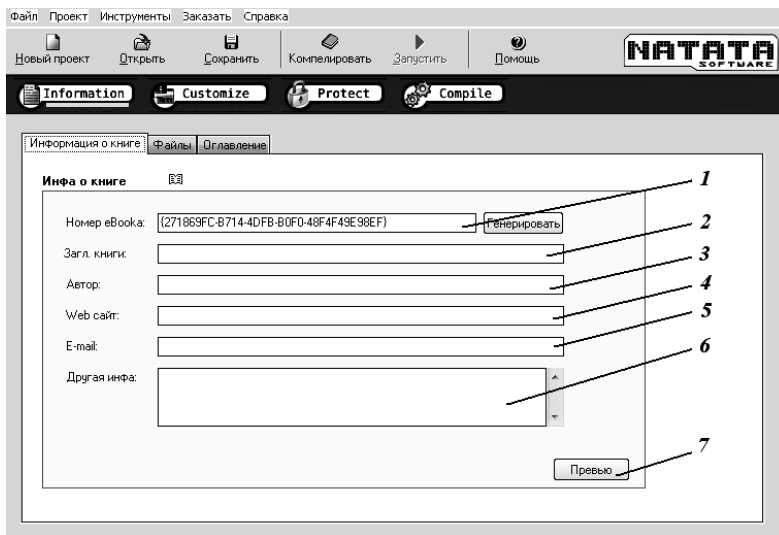
Программу NATATA eBook Compiler можно приобрести на официальном сайте программы [www.natata.com](http://www.natata.com).

Запустим программу в появившемся окне, нажмем кнопку *Новый проект*, появится окно *Information* и вкладка *информация о книге* (рис. 4).

Заполнив все поля на вкладке *Информация о книге*, переходим к вкладке *Файлы* (рис 5).

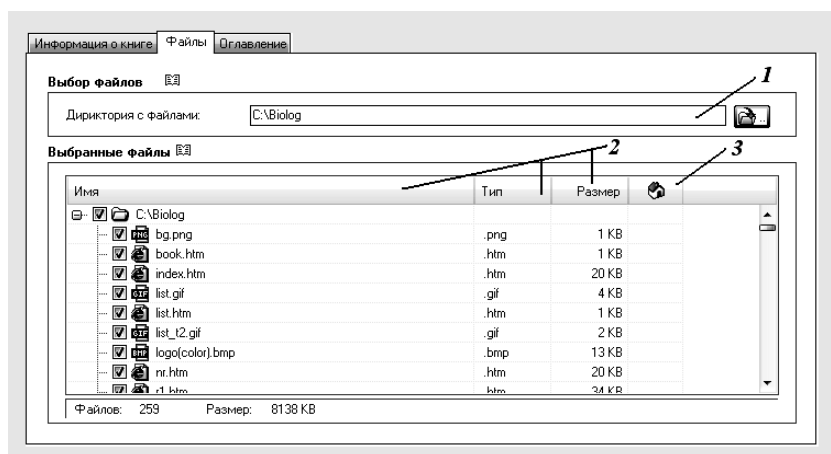
Заполнив все поля, переходим к вкладке *Оглавление* (в случае, если оглавление присутствует в исходной html книге, можно пропустить данную вкладку) (рис. 6).

По окончании всех операций в окне *Information* можно перейти к окнам *Customize* и *Protect* (рис. 7, 8). В окне *Customize* происходит редактирование оболочки книги, задаются размер книги, вид кнопок и их функции, и т.п. В окне *Protect* устанавливаются уровни защиты книги – пароль, защита от копирования и многое другое.



**Рис. 4. Окно Information:**

- 1 – поле, в котором указывается индивидуальный номер книги;
- 2 – название книги; 3 – авторы; 4 – адрес сайта;
- 5 – адрес электронной почты; 6 – дополнительная информация;
- 7 – кнопка предварительного просмотра внесенной информации



**Рис. 5. Вкладка Файлы:**

- 1 – путь к исходным файлам книги; 2 – описание файлов;
- 3 – в данном столбце указывается, какой файл является обложкой книги



**Рис. 6. Вкладка Оглавление**

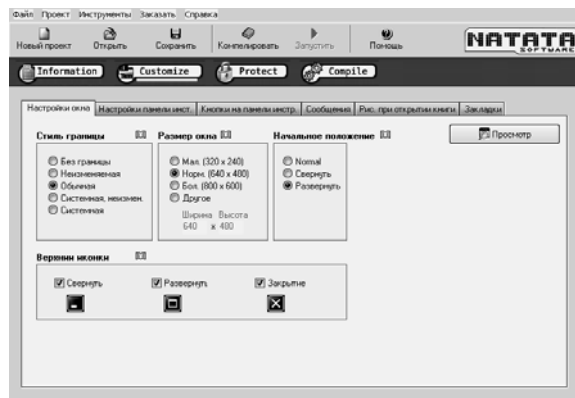


Рис. 7. Окно *Customize*

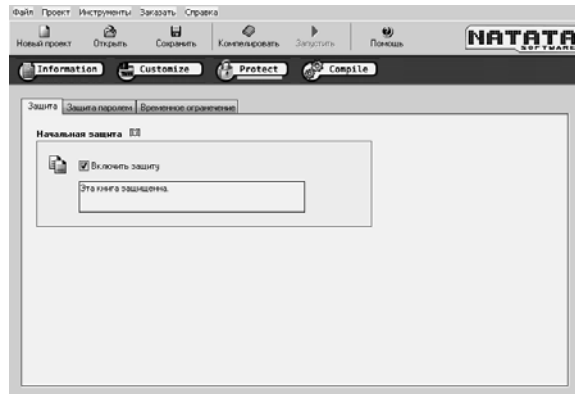


Рис. 8. Окно *Protect*



Рис. 9. Окно *Compile*

Перейдя на вкладку *Compile* (рис. 9), завершим создание книги, введя имя конечного \*.exe файла и нажав *Create eBook*. Книга готова.

Таким образом, мы получаем программный продукт, который представляет собой электронную книгу. Она имеет пароль, отсутствует возможность ее модификации, т.е. авторские права защищены и она готова к коммерческому использованию.

Вывод, современная электронная книга – абсолютно новое, эффективное средство для представления знаний, эта технология будет стремительно развиваться.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эпштейн, В.Л. Электронная гиперкнига – новая эпоха в истории науки и обучения / В.Л. Эпштейн // <http://epchtein.ru/>.

ТГТУ, кафедра «Биомедицинская техника»

*А.М. Дробжеев*

#### ПОТРЕБНОСТИ, ИНТЕРЕСЫ, ЦЕННОСТИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: ОПЫТ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Главными направлениями социологического исследования студенческой молодежи является определение качественных социальных характеристик, состояния данной социальной группы в конкретных исторических условиях развития общества и

государства, образовательного процесса, с диагностикой состояния их общественного сознания, ценностей, интересов и потребностей.

Сегодня, когда по целому ряду причин во многом потеряны, размыты или девальвированы ценностные ориентиры, студенческая молодежь как наиболее энергичная часть общества, безусловно, может оказывать и уже оказывает огромную, хотя и не столь очевидную для обыденного взгляда, роль в формировании направления развития нашего общества в целом. Это уже люди нового поколения, выросшие в новых социально-экономических и политических условиях, и пора уже прекратить повторять расхожую фразу о том, что современные студенты являются жертвой переходного периода. Сегодня за студенческой скамьей уже те, кто родился в 1989 г., спустя четыре года после начала перестройки.

Информация правит миром. Эта мысль вряд ли нуждается в доказательстве. Что же касается молодежи, которая является ареной противоречивого и порой весьма взрывоопасного взаимодействия в структуре общества и власти, то именно социологические методы получения информации здесь представляются наиболее эффективными и применимыми. Методы социологической диагностики, уже давно ставшие нормой цивилизованного анализа действительности и основой принятия управленческих решений (к сожалению, не в России), в нашей российской действительности не должны стать модой или лжедемократической попыткой заигрывания с общественным мнением, не средством обоснования непопулярных «орговыводов», а серьезной информацией не только для размышления, но, главное, – основой для изменения действительности адекватными методами.

Информационную базу настоящей работы составили результаты многочисленных авторских социологических исследований общественного мнения студенческой молодежи, проведенных самостоятельно автором и под его руководством.

Социологию зачастую называют «институтом светской исповеди». Пожалуй, эту точку зрения подтверждает мнение большинства участников наших опросов, о чем прямо или косвенно говорят следующие данные: не сомневаются в необходимости проведения подобных опросов, «так как наше мнение по заданным вопросам учитывать необходимо» в среднем 82 % респондентов. С одной стороны, эти данные говорят о дефиците коммуникации с обществом, с властью, с пониманием молодежью этого дефицита. С другой стороны, эти данные в значительной степени нарушают существующий миф о безразличии современной молодежи ко всему, включая и свою собственную жизнь. На наш взгляд, дело здесь не в молодежи и ее «социально-патологических» характеристиках, а именно в отсутствии цивилизованных методов так называемой «обратной связи», позволяющих не столько даже учитывать, сколько просто услышать мнение студентов относительно актуальных проблем их жизни.

Ниже приведены результаты исследования, проведенного в сентябре-октябре 2007 г. среди 960 студентов ТГТУ, относительно проблем, их волнующих. Результаты распределены в порядке убывающих значений. Данные составляют сумму ответов «пожалуй, важно» и «очень важно».

Трудоустройство по специальности после окончания вуза	82,5
Неудобное расписание	81,2
Лужа на пешеходном переходе на остановке «Океан»	78,2
Плохое состояние туалетов в университете	68,3
Отсутствие перспектив личного развития	65,7
Отсутствие возможностей самореализации	64,9
Плохое здоровье	61,8
Плохие отношения с родителями	61,4
Недостаточное техническое обеспечение учебных занятий	60,5
Нарушение прав студентов в процессе учебы	59,8
Большая учебная нагрузка в университете	58,8
Отсутствие возможности подработки во внеучебное время	58,4
Мало праздников и других развлекательных мероприятий	58,0
Плохое состояние лекционных аудиторий	58,0
Отсутствие возможностей знакомства с новыми людьми	56,7
Скучная студенческая жизнь	56,1
Низкий уровень преподавания по некоторым предметам	55,5
Неразвитая система поощрений и вознаграждений в вузе	51,9
Неудовлетворенность работой столовой в университете	50,9
Плохая организация летнего отдыха студентов	50,9
Незаинтересованность в учебе	46,6
Распространение наркотиков в вузе и общежитиях	45,3
Плохой доступ информации о мероприятиях, проводимых в университете	45,0
Взяточничество преподавателей	42,5
Отсутствие соревновательных, конкурсных игр между группами, курсами	36,9
Недостаточные условия для занятий физкультурой и спортом	33,8
Недостаточные возможности для занятий научной деятельностью	25,2
Отсутствие возможностей для занятий художественным творчеством	24,2
Неудовлетворительные условия проживания в общежитии	19,4

Считают, что «в большей степени» присущи современной молодежи (в процентах, по мере убывания положительных значений) такие качества, как:

равнодушие .....	43,4
невоспитанность .....	42,0
отсутствие идеалов .....	39,4
озлобленность .....	38,7
индивидуализм .....	37,9
зависть .....	36,5
бездуховность .....	34,2
жизненная усталость .....	29,0
безнравственность .....	27,0
алчность .....	26,9
неуверенность в себе .....	19,6
обреченность .....	19,0

Как видно, молодые люди весьма критичны в оценке наличия у них столь непрестижных социально-психологических качеств, и подобное осознание, на наш взгляд, является фактом наличия активной рефлексии, заставляющей или, по крайней мере, способствующей реальному пониманию своего места, роли в сложившейся системе нормативных и статусных ценностей, а также желанию, основанному на осознанных потребностях изменить это место в позитивном направлении, обладать более престижными социально-статусными характеристиками.

*ТГТУ, кафедра «Связи с общественностью»*

***В.В. Захаров***

### **СОУПРАВЛЕНИЕ В ФРГ КАК ФОРМА ВНУТРЕННЕГО PR: СООТНОШЕНИЕ СОЦИАЛЬНОСТИ И РЫНОЧНЫХ ПОЗИЦИЙ**

Участие работников в управлении производством в Германии сформировалось и было институционализировано как элемент защиты прав наемных работников и предотвращения/разрешения социальных конфликтов на производстве. И сразу же возникла проблема: не создаст ли включение некоммерческого интереса в систему принятия предпринимательских решений слишком обременительные проблемы для деятельности предприятий в условиях рыночной экономики. Постепенно в споре о воздействии соуправления сформировались две ведущие теории: теория прав собственности и теория партиципации [1, с. 70]. Первая стремится обосновать тезис о неприемлемости соуправления в условиях рыночной экономики. Вторая строится на прямо противоположных позициях: соуправление оказывает благотворное воздействие на экономические показатели предприятия.

В качестве аргументов против законодательного введения соуправления (особенно это касалось двух моделей соуправления, введенных законами 1952 и 1976 гг. и основанных на паритетном представительстве работников и работодателей в наблюдательных советах акционерных компаний) выдвигается ряд возражений экономического и политического характера.

Одним из важнейших является утверждение, что участие работников в управлении производством ведет к снижению рентабельности предприятия, особенно если оно распространяется на предпринимательский и более высокие уровни [2].

Если бы такое утверждение соответствовало действительности, то в первую очередь это проявилось бы на предприятиях горнодобывающей промышленности, где, согласно закону 1952 г., половину мест в наблюдательном совете занимают представители работников. Так называемая комиссия Биденкопфа, созданная для изучения опыта этой модели соуправления, уделила этому вопросу особое внимание. Проведенные ею опросы показали [3, с. 42], что «ни у внутренних представителей работников, ни у представителей профсоюзов нет намерения отменить принцип рентабельности». Более того, эти представители (в особенности внутренние) отметили свою прямую заинтересованность в благополучии предприятия, поскольку оно положительно сказывается на заработной плате и надежности рабочих мест. Профсоюзы же в условиях высоких прибылей предприятия получали более выгодные позиции в переговорах по тарифным соглашениям. Отсутствие со стороны работников каких-либо попыток ущемить принцип рентабельности в пользу каких-либо других соображений подтвердили и представители работников, отметившие разве что появившийся с введением соуправления больший акцент на социальных аспектах при выработке решений.

Более того, в ходе других, более поздних, исследований было показано, что соуправление работников даже улучшает рыночные позиции предприятия. Так, согласно исследованию Б. Фрикка, проанализировавшего данные по почти 16 000 производств разной величины и в разных отраслях по всей Германии, предприятия с производственным советом (ПС) имеют до 30 % большую валовую стоимость (Bruttowertschöpfung), чем предприятия, где ПС отсутствует [1, с. 71].

Выдвигалось и такое возражение против соуправления, что оно отрицательно влияет на предпринимательскую политику в области организации производства (Produktionsgestaltung), сбыта и финансирования предприятия. Однако проведенное комиссией Биденкопфа исследование показало, что такое влияние весьма незначительно и в большей степени направлено на то, чтобы довести до работодателей и их представителей позицию занятых, в особенности в таких проблемных ситуациях, как массовые увольнения, слияния производств и т.д. При этом «рациональность процесса выработки решений по всем вопросам, важным для предприятия, все же не ставится носителями соуправления на предприятии под вопрос. Концепции предпринимательской политики, которые руководство предприятия находило правильными, всегда осуществлялись, несмотря на соуправление работников и в наблюдательных советах горно-добывающей промышленности» [3, с. 43].

Обращает на себя внимание, что в последнем случае речь идет о таких наблюдательных советах, где позиции работников (и представителей их профсоюзов) наиболее сильны и где нежелательное влияние на предпринимательские решения было бы наиболее заметным. Вряд ли можно ожидать серьезного влияния работников на предпринимательские



решения в тех коммерческих структурах, где они имеют всего лишь одну треть голосов в наблюдательном совете или, тем более, там, где соуправление осуществляется только через производственный совет, который вообще не принимает участия в выработке решений по предпринимательской политике.

Очень незначительное влияние оказывает соуправление на инвестиционную политику предприятий. Это вызвано тем, что проекты решения о соответствующих расходах сопровождаются сложными документами, требующими определенной специальной подготовки. Поэтому на заседаниях наблюдательного совета по инвестиционным вопросам очень редко происходят споры, и инвестиционные намерения правления принимаются без дискуссий. Такая позиция работодателей объясняется их стремлением обеспечить сохранность рабочих мест [3, с. 45].

Необходимо отметить, что предпринимательская политика вырабатывается благодаря, в конечном счете, взаимодействию в наблюдательном совете трех сил – работодателей, работодателей и правления фирмы. И в разных ситуациях их позиции в отношении друг друга различаются. Так, в фазе экспансии, отметила комиссия Биденкофа, правление может уверенно рассчитывать на поддержку со стороны работодателей в НС и таким образом увеличивать свои возможности по отношению к пайщикам. В период же ограничения предпринимательской деятельности (например, при сокращении рабочей силы) правление будет систематически наталкиваться на сопротивление работодателей в той мере, в какой недостаточно учитываются социальные последствия предлагаемых мероприятий [3, с. 44].

Приведенные факты свидетельствуют, что участие работодателей в управлении производством в ФРГ не оказывает какого-либо ощутимого отрицательного влияния на экономические показатели управляемых предприятий.

В то же время есть достаточно оснований, чтобы говорить о благоприятном влиянии участия работодателей в управлении производством на рыночные позиции предприятия. Так, согласно исследованиям Фитц Роя и Крафта, из 179 обследованных ими предприятий обрабатывающей промышленности, на которых существует паритетный наблюдательный совет по модели 1976 г.<sup>1</sup>, на 65 после введения соуправления отмечено некоторое увеличение производительности труда [1, с. 72].

К числу положительных воздействий соуправления, безусловно, относится более высокая готовность работников к повышению квалификации или к переквалификации в соответствии с потребностями их «родного» предприятия. Такая долгосрочная готовность персонала к изменениям, в свою очередь, является важной предпосылкой для успешной инновационной политики.

Но с точки зрения внутреннего PR более важным является то, что «соуправление вносит важный вклад в уменьшение информационной асимметрии» [1, с. 73], а лучшая осведомленность руководства о проблемах занятых, с одной стороны, и более высокая мотивация самих работников прямо ведут к повышению производительности труда.

Таким образом, можно констатировать, что участие работодателей в управлении производством в ФРГ как разновидность внутреннего PR, в каких бы формах она ни развивалась – паритетной или нет – успешно соединяет улучшение социального климата внутри предприятия с усилением экономических позиций предприятия в условиях рыночной экономики, хотя и вносит некоторые коррективы в предпринимательские решения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thannisch, R. Und sie rechnet sich doch! / R. Thannisch // *Magazin Mitbestimmung*. – 2006. – № 3.
2. Brinkmann-Herz, D. Die Unternehmensmitbestimmung in der BRD / D. Brinkmann-Herz. – Köln : Kiepenhauer & Witsch, 1975. – S. 18.
3. *Mitbestimmung im Unternehmen. Bericht der Sachverständigenkommission zur Auswertung der bisherigen Erfahrungen bei der Mitbestimmung*. – Bochum, 1970. – S. 42.

*ГТУ, кафедра «Связи с общественностью»*

*С.П. Зайцева*

#### КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ В РОССИИ

Компьютерные преступления – одно из наиболее опасных видов преступных посягательств.

Суммарный ежегодный ущерб от компьютерных преступлений только в странах Западной Европы составляет сумму порядка 30 млрд. долл. В России точный ущерб от компьютерных преступлений до сих пор не подсчитывался, но предполагаемые убытки представляются весьма значительными. Эффективная борьба с компьютерной преступностью становится важнейшей проблемой как для России, так и для всего мирового сообщества.

Уничтожение, блокирование, модификация информации, важной для действий, связанных с управляющими датчиками сложных компьютерных систем оборонного и производственного назначения, могут повлечь гибель людей, причинения вреда их здоровью, непредсказуемо опасное развитие технологических процессов, уничтожение имущества в значительных размерах. Кроме этого, с помощью средств вычислительной техники совершаются и иные преступления, в том числе нарушение неприкосновенности частной жизни, нарушение тайны сообщений, нарушений авторских и смежных прав, нарушение изобретательских и патентных прав и другие.

Отличительными особенностями данных преступлений являются высокая степень латентности, сложность сбора доказательств, причинение значительного материального ущерба, а также специфические характеристики самих преступников, которыми, как правило, являются высококвалифицированные программисты либо бывшие служащие коммерческих компаний, к чьей информации осуществляется неправомерный доступ.

Важность и значимость вопроса пресечения и раскрытия компьютерных преступлений характеризуется определенной спецификой проблемы компьютерной преступности в современной России. К основным из них относятся недостаточно разработанная правовая база обеспечения информационной безопасности и слабая координация действий правоохранительных органов и суда по предупреждению, выявлению и расследованию таких деяний. Это вызывает острую необходимость включения в правовую систему Российской Федерации юридических норм, которые бы регулировали правоотношения, возни-

<sup>1</sup> По закону 1976 г., на всех акционерных компаниях с числом занятых более 2000 человек наблюдательный совет наполовину состоит из представителей работодателей, в число которых, правда, обязательно входят и руководящие служащие.

кающие в сфере компьютерной деятельности, а также предполагает совершенствование средств и методов работы правоохранительных органов по раскрытию данного вида преступления.

Анализ действующего законодательства, регулирующего информационные отношения, показал, что необходимо более детально исследовать правовое содержание и сущность понятий, которые касаются одновременно и описания элементов информационных отношений и отношений, регулируемых уголовным законом. С помощью этих понятий в дальнейшем можно будет более четко определить значимые элементы криминальной деятельности.

Без ясного понимания норм, регулирующих информационные правоотношения, правоохранительные органы не смогут правильно определить круг обстоятельств, подлежащих доказыванию, и дать точную правовую оценку выявленным преступлениям в области информационных правоотношений.

В связи с этим существует ряд проблем, однако особо отметим одну, на мой взгляд, из основных проблем в области компьютерных преступлениях. Понятие «компьютерное преступление» до сих пор остается более чем не определенным. В отличие от обычной информации, содержащей сведения о лицах, фактах, событиях и процессах независимо от формы представлений, под компьютерной информацией, применимой к группе преступлений, предусмотренной главой 28 УК РФ, понимаются не сами сведения, а форма их представления в машиночитаемом виде, то есть Совокупность символов, зафиксированная на «жестком» диске и в памяти компьютера либо на машинном носителе, либо передаваемая по телекоммуникационным каналам в доступной восприятию ЭВМ форме.

Это понятие дано через призму понятий уголовной науки. Но компьютерное преступление по своей сути очень специфично и своими корнями уходит вглубь профессиональной среды специалистов в области информационных технологий. Это особый мир или отдельная страна со своими законами, понятиями, лидерами, целями и даже наказаниями.

Поэтому, расследуя данный вид преступления, необходимо опираться на силы уголовно-правовой науки и практику работы в профессиональной среде.

*ТГТУ, кафедра «Криминалистика и информатизация правовой деятельности»*

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

- 1 *Дворецкий С.И., Калинин В.Ф., Галыгин В.Е.* НАУЧНЫЕ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ТГТУ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ..... 3

### Секция 1

#### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И МАТЕМАТИКИ

- 2 *Фомин В.И.* О МАЛОМ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕМ ВОЗМУЩЕНИИ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ..... 14
- 3 *Баронин Г.С., Столин А.М., Завражин Д.О., Канищева Ю.В., Крутов А.Ю.* СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АБС И СВМПЭ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЖИДКО- И ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ..... 17
- 4 *Воробьев Ю.В., Ковергин А.Д., Галкин П.А.* АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ, АППАРАТОВ И ТАРЫ ..... 22
- 5 *Галаев В.И.* ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ ..... 26
- 6 *Дмитриев В.М., Баронин Г.С., Попов М.С., Иванов С.А., Кобзев Д.Е.* ВЛИЯНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ СВОЙСТВ АБС-КОМПОЗИТОВ НА ПАРАМЕТРЫ ТВЕРДОФАЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ..... 28
- 7 *Медведев А.В.* ОБ ОДНОМ СЛУЧАЕ В ДВИЖЕНИИ НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО ГИРОСКОПА В НЕКОНТАКТНОМ ПОДВЕСЕ ..... 32
- 8 *Мищенко С.В., Дмитриев О.С., Дмитриев С.О.* ОРИГИНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЯЗУЮЩИХ ПРИ ВАКУУМНОМ АВТОКЛАВНОМ ФОРМОВАНИИ КОМПОЗИТОВ ..... 35
- 9 *Москвитин С.П.* ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ БИМЕТАЛЛОВ ..... 38
- 10 *Поликарпов В.М., Холодилин В.Н., Быстрицкий В.С., Головин Ю.М.* СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И НЕКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ РЯДА СИЛТРИМЕТИЛЕНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ ..... 40
- 11 *Протасов Д.Н.* О ПРИМЕНЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ВОЗМУЩЕНИЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА КРЕДИТНО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ..... 44
- 12 *Тихомиров В.Г.* АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ..... 48

### Секция 2

#### ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, ПРОЦЕССОВ И УСЛУГ

- 13 *Трофимов А.В., Пекина С.С.* РЕАЛИЗАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ В ПРОЦЕДУРАХ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СМК ..... 52
- 14 *Чернышова Т.И., Нистратов М.И.* МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ВЛАЖНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ..... 56

15	<i>Мищенко С.В., Дмитриев А.О., Дмитриев С.О.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЯЗУЮЩИХ ПРИ ОТВЕРЖДЕНИИ КОМПОЗИТОВ	59
16	<i>Ивашкин Р.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	61
17	<i>Иванов Г.Н., Чернышов А.В.</i> АДАПТИВНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ	64
18	<i>Жидков Д.Е.</i> ЗАДАЧА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТИРУЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	68
19	<i>Селиванова А.А., Боева С.Е., Мельникова Е.И.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МОНОСЕНСОРНОЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОСМОФОРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ	71
20	<i>Буракова Е.А., Михалева З.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ДИСПЕРСИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ	73
21	<i>Бобаков Д.А., Пудовкин А.П.</i> КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫЗВАННЫХ КОЛЕБАНИЯМИ ТВЕРДОСТИ ЗАГОТОВКИ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬЮ ПРИПУСКА НА ОБРАБОТКУ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ	77
22	<i>Банников А.Н., Чернышова Т.И.</i> МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВЫХ ЛЕНТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	81
23	<i>Сысоев Э.В., Чернышов А.В.</i> МЕТОД БЕСКОНТАКТНОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ	84
24	<i>Григорьев А.С., Дахнович А.А., Кречетов Д.А.</i> СИСТЕМА СВЯЗИ С МОДУЛЯЦИЕЙ ПЕРИОДА СЛЕДОВАНИЯ ШУМОПОДОБНОГО СИГНАЛА	88
25	<i>Жуков Н.П., Майникова Н.Ф., Никулин С.С., Rogov И.В.</i> К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ПОЛИМЕРНОМ МАТЕРИАЛЕ НЕРАЗРУШАЮЩИМ СПОСОБОМ	93
26	<i>Колокольцев А.В., Дахнович А.А.</i> ЛАБОРАТОРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА	97
27	<i>Кречетов Д.А., Дахнович А.А.</i> РАЗРАБОТКА И ОТЛАДКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ	99

### Секция 3

#### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

28	<i>Ткачев А.Г., Баранов А.А., Рыбкин С.В., Мельников С.А.</i> РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ...	103
29	<i>Воробьев Ю.В., Захаржевский С.Б., Родионов Ю.В.</i> К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ ВАКУУМ-НАСОСОВ	107
30	<i>Кольтюков Н.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕК-	113

	ТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	
31	<i>Полушкин Д.Л., Клинков А.С., Соколов М.В., Шашков И.В.</i> ВАЛКОВО-ШНЕКОВЫЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ТЕРМОПЛАСТОВ И ЭЛАСТОМЕРОВ .....	118
32	<i>Беляев П.С., Давыдов А.Н., Скворцов А.А., Забавников М.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЭКСТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ .....	122
33	<i>Блохин А.Н., Ладохина М.Н.</i> АРМИРОВАНИЕ ЭПОКСИДНОГО КЛЕЯ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ТРУБКАМИ .....	124
34	<i>Бураков А.Е.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНМ В ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ И ГИБКИХ ПОРИСТЫХ ПОДЛОЖЕК .....	128
35	<i>Никифорова Е.Ю.</i> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ .....	132
36	<i>Голубева Л.В., Бобкова Н.А., Бабкина Ю.В., Миронова С.Н.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА С УЛУЧШЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	136
37	<i>Гончарова О.Г., Мельникова Е.И., Терешкова Е.Б.</i> РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СОУСОВ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ .....	139
38	<i>Комаров И.А., Мазов А.А., Леденев В.В., Савинов Я.В.</i> ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГРУНТА НА ПОДЗЕМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ .....	142
39	<i>Иванов Д.В., Снятков Н.М.</i> ОБХОД МАЛЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ ПРИ ТРАССИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	145

#### Секция 4

##### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ

40	<i>Глинкин М.Е., Глинкин Е.И.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	149
41	<i>Дворецкий Д.С., Островский Г.М.</i> НОВЫЙ ЭТАП В КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	153
42	<i>Дмитриев О.С., Черепахина А.А.</i> АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ .....	158
43	<i>Селиванова З.М., Самохвалов А.А., Князев В.А., Хоруб Хазем Халед, Ибрахим Ияд Ахмад.</i> МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	160
44	<i>Чичев С.И., Глинкин Е.И.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ .....	163

#### Секция 5

##### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

45	<i>Егорова Е.С.</i> ЦЕЛЕВОЕ РАСХОДОВАНИЕ СРЕДСТВ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ .....	167
46	<i>Зазуля С.А.</i> АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	171
47	<i>Ерохина С.А., Иванова С.А., Пархоменко Л.В.</i> К ВОПРОСУ ОБ ИПОТЕЧНОМ КРЕДИТОВАНИИ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ	176

48	<i>Аленичева Е.В., Любимова Т.И.</i> О ПРОБЛЕМЕ ТВОРЧЕСКОГО САМОРАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ .....	180
49	<i>Галыгина И.В., Галыгина Л.В., Воскобойникова Н.П.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МНОГОМЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАВОВОГО ПОЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ .....	182
50	<i>Глинкин Е.И., Мищенко С.В., Шутило К.Н.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТВОРЧЕСТВА .....	186
51	<i>Дворецкий С.И., Муратова Е.И., Таров В.П.</i> ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ .....	190
52	<i>Лакеева О.А.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ КОММЕРЦИИ .....	194
53	<i>Ломакина О.В.</i> ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ .....	197
54	<i>Македонский В.А.</i> РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ «ТАКТИКА» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРСКИХ КАДРОВ .....	199
55	<i>Фролов С.В., Уваров А.М., Лоскутов С.А.</i> НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ .....	201
56	<i>Дробжев А.М.</i> ПОТРЕБНОСТИ, ИНТЕРЕСЫ, ЦЕННОСТИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: ОПЫТ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА .....	208
57	<i>Захаров В.В.</i> СОУПРАВЛЕНИЕ В ФРГ КАК ФОРМА ВНУТРЕННЕГО PR: СООТНОШЕНИЕ СОЦИАЛЬНОСТИ И РЫНОЧНЫХ ПОЗИЦИЙ .....	211
58	<i>Зайцева С.П.</i> КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ В РОССИИ .....	215