

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого»

# ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

IX Международной межвузовской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и аспирантов

Гомель, 28-29 апреля 2009 года



Гомель 2009

УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)  
ББК 30+65  
И88

*Подготовка и проведение конференции осуществлены на базе  
учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого»*

**Исследования** и разработки в области машиностроения, энергетики  
И88 и управления : материалы IX Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов,  
магистрантов и аспирантов, Гомель, 28-29 апр. 2009 г. / М-во образования Респ.  
Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Су-  
хого, 2009. - 444 с.

ISBN 978-985-420-818-3.

Содержатся материалы IX Международной межвузовской научно-технической конференции по следующим направлениям: машиностроение; материаловедение и технология обработки материалов; энергетика и промышленная электроника; экономика; менеджмент; маркетинг; правовое регулирование хозяйственной деятельности; информационные технологии и моделирование; современные проблемы энергосбережения.

Для студентов, магистрантов и аспирантов всех форм обучения технических вузов.

**УДК 621.01+621.3+33+004(042.3)**  
**ББК 30+65**

**ISBN 978-985-420-818-3**

© Оформление. Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

<i>Крышнев Ю. В., Пырко С. А., Садовников Ю. В.</i> Использование отладочного оборудования на основе цифровых сигнальных процессоров Texas Instruments в научно-исследовательской работе и учебном процессе.....	9
--	---

### Секция I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Гарах В. А.</i> Анализ динамической нагруженности механизма ножничного подъемника.....	13
<i>Ручан М. В., Шукевич Т. В.</i> Применение конечно-элементного пакета Ansys для расчета болтовых соединений.....	16
<i>Ручан М. В., Шукевич Т. В.</i> Метод моделирования и расчета кабины в упруго-пластичной постановке посредством КЭ пакета Ansys.....	20
<i>Кохно Е. П.</i> Модернизация узла трения в изделиях ТНП, выпускаемых РУП «Гомсельмаш».....	23
<i>Горняк А. Ю., Громько Е. Ф.</i> Исследование влияния неравномерной коррозии с трещиной в стенке трубопровода на величину коэффициента интенсивности напряжения.....	26
<i>Примак А. А., Дорошко П. В.</i> Задача о контакте двух упругих тел бочкообразной формы.....	29
<i>Танкевич А. В.</i> Оптимизация привода станка.....	32
<i>Малев П. В., Иванова Т. А.</i> Оптимизация состава композиционного материала на основе эпоксиполиэфирных смол для покрытия режущего инструмента.....	36
<i>Чекан С. Г.</i> Закономерности дробления капель вязкотекучих жидкостей поверхностью вращающегося диска.....	40
<i>Кохно Е. П.</i> 3D моделирование механизма вывешивания кормоуборочного комбайна при несимметричном расположении центра тяжести адаптера.....	43
<i>Асос П. В.</i> Особенности формирования сложндвижущегося газового потока форсункой с акустическими газоструйными генераторами.....	45
<i>Городник А. М.</i> Автоматизация расчета припусков на детали типа «Валы» с формированием конструкторской документации в AutoCAD.....	49
<i>Масайло А. И., Панарин С. Б.</i> Моделирование шестизвенного механизма средствами ООП.....	50
<i>Павлович Д. Н.</i> Влияние износа фрикционных пар на тепловой режим работы тормозов микроавтобусов при движении с горного спуска.....	54
<i>Чаус Н. В.</i> Исследование механизмов управления вариаторами зерноуборочных самоходных комбайнов.....	58
<i>Полуянов А. А.</i> Некоторые проблемы выгрузки зерна самоходных зерноуборочных комбайнов.....	60
<i>Ализарчик А. А.</i> Компьютерное моделирование процессов деформирования и разрушения рулевой тяги на основе МКЭ и средств его программной реализации.....	63
<i>Астапович А. Н.</i> Оптимизация геометрических параметров тормозов автобусов и грузовых автомобилей на основе их тепловой нагруженности.....	66

## Секция II. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

<i>Потреба В. В.</i> Композиционные покрытия для машиностроения.....	70
<i>Селицкая М. П.</i> Свойства алюминиевой стружки.....	73
<i>Бенин В. В.</i> Исследование способа нанесения порошковых покрытий на стальную полосу с электроимпульсным воздействием.....	76
<i>Прокопович С. В.</i> Исследование распределения легирующих компонентов в латунных сплавах.....	79
<i>Павленок А. В.</i> Разработка методики получения керамических оболочковых форм для прецизионного литья.....	81
<i>Подобед Д. Л., Марченко М. В., Журов М. М.</i> Добавки органоглин для улучшения огнестойкости полимерных материалов.....	84
<i>Гречановский Е. Ю., Князев М. Ю.</i> Исследование триботехнических свойств покрытий из самофлюсующихся порошков, нанесенных электромагнитным способом.....	87
<i>Кудласевич С. В.</i> Установка предварительного высокотемпературного подогрева шихты для электроплавильных печей.....	89
<i>Авсейков С. В.</i> Получение чугуна из стружки в ротационных вращающихся печах.....	92
<i>Лепихов А. Ю.</i> Анализ способов освежения песчано-глинистой формовочной смеси.....	95

## Секция III. ЭНЕРГЕТИКА

<i>Недвецкая Е. И.</i> Совершенствование хозяйственного механизма управления надежностью электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.....	98
<i>Кунцевич А. И.</i> Моделирование синхронной машины в математическом пакете MATLAB.....	100
<i>Климкович П. И., Потачиц Я. В.</i> Электродинамическая стойкость шинных конструкций комплектных распределительных устройств при коротком замыкании.....	104
<i>Халанский А. Ю.</i> Автоматизированная оценка электромагнитной совместимости линий связи.....	108
<i>Прохоренко С. Н.</i> Учет динамических свойств ОПН при моделировании перенапряжений в распределительных сетях.....	111
<i>Ходанович Н. М., Шутов А. Ю.</i> Методика анализа тепловых режимов силовых кабелей с пластмассовой изоляцией.....	113
<i>Юфанова Т. С., Якимченко В. Г., Викулов М. В., Дегтяренко А. В.</i> Теплообмен при парообразовании озонобезопасных хладагентов на гладких поверхностях в большом объеме.....	116
<i>Юфанова Т. С., Якимченко В. Г., Викулов М. В., Сысоев А. С.</i> Интенсивность процесса теплообмена при кипении фреона R134a на развитых поверхностях.....	119
<i>Соболев Е. В.</i> Программа для проектирования систем освещения с применением светодиодных источников света.....	123
<i>Киселевич В. В.</i> Тепловой эффект фазовых переходов и кривизна линий фазовых равновесий.....	124
<i>Бракоренко А. С.</i> Методы определения оптимальных настроек программных регуляторов на действующем объекте.....	127
<i>Дорощенко И. В., Щуплов М. В.</i> Практический аспект модернизации электромеханических испытательных стендов в энергосберегающие.....	130
<i>Рогов А. А.</i> Моделирование пуска синхронных высоковольтных двигателей прямым включением в сеть с помощью пакета MATLAB SIMULINK.....	133
<i>Киселева Т. М., Комар А. В.</i> Конструкции и электрические параметры трехкоаксиальных радиальных линий электропередачи.....	136

<i>Иванейчик А. В., Кузера А. М.</i> Методы и результаты оптимизации работы энергоемкого оборудования.....	139
<i>Кузнецов М. Н., Савочкиш В. В.</i> Решение задач оценки эффективности распределительных трансформаторов.....	143
<i>Мацко И. И.</i> Анализ оптимального температурного графика отпуска тепловой энергии от теплоисточников РУП «Гомельэнерго».....	146

#### Секция IV. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

<i>Заерко Д. В.</i> Распространение и локализация электромагнитных волн СВЧ-диапазона в управляемых периодических структурах.....	151
<i>Михалевич Д. П.</i> Характеристики бесконтактного измерителя постоянных токов.....	153
<i>Хананов В. А.</i> Измеритель уровня зерна.....	157
<i>Старостенко В. О.</i> Повышение надежности приема многоуровневого псевдослучайного сигнала.....	160
<i>Соболев Д. В.</i> Металлодетектор для кормоуборочной техники.....	163
<i>Сахарук А. В., Морозько А. М., Садовников Ю. В.</i> Измеритель перемещения штока внутритрубного герметизатора.....	166
<i>Мураль П. А.</i> Двухканальный модуль управления электропропорциональной гидравликой.....	171
<i>Воронейский И. А.</i> Аппарат ультразвукового исследования с повышенной безопасностью.....	175
<i>Неверовский М. В.</i> Бесконтактный способ измерения температуры длинномерных изделий.....	178

#### Секция V. ЭКОНОМИКА

<i>Лиморенко Т. В.</i> Формирование повестки дня в акционерных обществах.....	182
<i>Ширай Е. А., Снитко О. П.</i> Отношения Республики Беларусь и Европейского Союза: состояние и перспективы развития в условиях экономического кризиса.....	184
<i>Кузьмина А. В.</i> Развитие международного лизинга в Республике Беларусь.....	187
<i>Восканов Л. Г.</i> Оптимизация производственной программы предприятия.....	190
<i>Грищенко С. С.</i> Пути повышения инвестиционной привлекательности предприятий.....	194
<i>Кирьянова А. И.</i> СЭЗ «Гомель-Ратон»: современный взгляд.....	197
<i>Викуллова О. В.</i> Региональные особенности инвестиционного процесса.....	200
<i>Таутько О. С.</i> Актуальные аспекты реализации стратегии развития Республики Беларусь в условиях сложившейся нестабильности.....	203
<i>Охотенко А. С.</i> Поиск вариантов экономии и рационального использования материальных ресурсов.....	206
<i>Силькевич О. С.</i> Эффективность использования материально-технической базы предприятия.....	209
<i>Климов Д. О.</i> Анализ нагруженности и синтез рычажного механизма стенда для испытания гусениц.....	212
<i>Дворяникова Ю. М.</i> СЭЗ «Гомель-Ратон»: анализ создания и развития.....	214
<i>Каюкова О. С.</i> Повышение эффективности управления прибылью на предприятии.....	217
<i>Борисенко О. И.</i> Финансовая устойчивость предприятий и организаций Республики Беларусь.....	221
<i>Белоус Н. М.</i> Инвестиционная деятельность в Гомельской области.....	222
<i>Ласица М. В.</i> Повышение эффективности управления затратами путем применения инструментов контроллинга (на примере предприятий ЖКХ).....	226

<i>Волкова Ю. А.</i> Государственная поддержка научно-инновационной сферы в Республике Беларусь.....	229
<i>Таргонская Е. А.</i> Совершенствование методики оценки финансового состояния предприятия.....	232
<i>Макария Е. А.</i> Особенности венчурного финансирования в зарубежных странах.....	235
<i>Охотенко А. С.</i> Особенности планирования прибыли в условиях нестабильности цен на материальные ресурсы.....	238
<i>Незоля Т. Л.</i> Проблемы студенчества в условиях мирового финансового кризиса.....	241

#### Секция VI. МЕНЕДЖМЕНТ

<i>Бартош Т. И.</i> Причины снижения инвестиционной активности в сфере международных автомобильных перевозок в Республике Беларусь.....	244
<i>Лавский М. В.</i> Организация управления предприятием в современных условиях.....	246
<i>Титович А. А., Кожемякина И. А.</i> Проблемы финансирования сферы инноваций в Республике Беларусь.....	249
<i>Агапов Д. М.</i> Долгосрочный реальный валютный курс и его влияние на процесс привлечения инвестиций в реальный сектор национальной экономики.....	252
<i>Шилец Н. Н.</i> Определение ключевых финансовых факторов рыночной стоимости (на примере ОАО «Коминтерн»).....	255
<i>Полякова Н. Л.</i> Управление запасами и бюджетирование продаж.....	259
<i>Савчик И. В.</i> Производственный потенциал сельскохозяйственного предприятия.....	262
<i>Щирякова В. С.</i> Синтез образования, науки и производства - главный ресурс инновационной экономики.....	264
<i>Демьянчик Л. В.</i> Анализ конкурентного взаимодействия предприятий молочной промышленности Гомельской области (на примере ОАО «Румянцевское»).....	267
<i>Подольская О. А.</i> Основные направления повышения оценочной стоимости промышленного предприятия на рынке.....	270
<i>Волотовская Н. В., Бендега А. Г.</i> Внедрение системы бюджетирования на КСУП «Комбинат «Восток».....	273

#### Секция VII. ЭКОНОМИКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

<i>Колмыков А. В.</i> Установление оптимальных размеров производственных подразделений сельскохозяйственных организаций экономико-статистическим методом.....	277
<i>Бобкова Е. М.</i> Развитию льноводства - неослабленное внимание.....	280
<i>Кузьмич Л. И.</i> Состояние молочного скотоводства в Республике Беларусь (на примере хозяйств Гродненской области).....	283
<i>Сипайло Н. В.</i> Пути повышения эффективности производства зерна в Гродненской области.....	286
<i>Будович Е. В., Будович Т. В.</i> Маркетинго-сбытовой кооператив фермерских хозяйств: понятия, подходы к формированию и эффективность.....	290
<i>Партач Е. В., Партач О. П.</i> Оценка уровня концентрации производства в сельском хозяйстве.....	294
<i>Якупова А. В.</i> Региональная оценка устойчивости сельскохозяйственного производства (на примере Гомельской области).....	297
<i>Иваненко А. П., Прокопчик Г. А.</i> Совершенствование энергоучета с использованием инновационных технологий.....	300
<i>Гуцев П. С.</i> Основные направления энергосбережения на предприятиях агропромышленного комплекса.....	303
<i>Шикова Н. А.</i> Транзакционные издержки оппортунистического поведения покупателей: определенной пути минимизации.....	30

## Секция VIII. МАРКЕТИНГ

<i>Крат Я. В., Нечипоренко Р. О.</i> Разработка программы пропаганды, повышающей электоральную активность молодежи.....	309
<i>Сова О. И., Калуга С. В.</i> Разработка коммуникативной политики для ОАО «Айс-Продукт» на примере одного из своих товаров.....	312
<i>Шишло С. В.</i> Проблемы сбыта продукции предприятий лесопромышленного комплекса на зарубежных рынках.....	315
<i>Бутковская В. П.</i> Классификация средств интернет-маркетинга и оценка их эффективности.....	318
<i>Кожевникова И. А.</i> Состояние рынка консалтинговых услуг в Республике Беларусь.....	321
<i>Наумчик А. О.</i> Отношение потребителей к социальной рекламе.....	324
<i>Шустова А. А.</i> Разработка модели стратегического развития - залог успеха предприятия на рынке.....	327
<i>Трубенко М. А.</i> Повышение конкурентоспособности промышленного предприятия (на материалах ОАО «Электроаппаратура»).....	331
<i>Пархоменко Е. А.</i> Управление ассортиментом промышленного предприятия и его оптимизация по ценовому фактору (на примере ОАО «Гомельстройматериалы»).....	334
<i>Вырский Р. А.</i> Методика выбора маркетинговых стратегий развития предприятия по производству сельхозтехники на основе экспертных оценок как способ адаптации предприятия к внешней среде.....	337
<i>Карамелева Е. А.</i> Пути повышения конкурентоспособности национального туристского комплекса.....	341
<i>Самарина П. А.</i> Совершенствование сегментации рынка полиграфической продукции (на примере ООО «Компания «АГИС»).....	343
<i>Мишуткина Е. С.</i> Управление логистическими процессами на предприятии.....	346
<i>Прудникова О. А.</i> Негативные аспекты развития рынка наружной рекламы.....	348
<i>Лаханская Е. В.</i> Тенденции развития имиджевой рекламы.....	351

## Секция IX. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

<i>Брайчук Р. Н.</i> Актуальные аспекты терроризма в современном мире: сравнительно-правовой анализ.....	355
<i>Пипченко А. Н.</i> Административные правонарушения и административная ответственность в сфере предпринимательской деятельности.....	357
<i>Кротова Е. П.</i> Проблемы миграции в Республике Беларусь.....	361
<i>Викулова О. В., Стельмах М. С.</i> О правах заключенных в Республике Беларусь.....	361
<i>Пасенко О. В.</i> Усыновление как приоритетная форма устройства детей, оставшихся без попечения родителей.....	366
<i>Герасимёнок Е. О.</i> Плюсы и минусы европейской модели антимонопольного законодательства (на примере Республики Беларусь).....	369

## Секция X. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>Новиков А. А.</i> Моделирование алгоритмов обнаружения резких изменений в сигналах датчиков.....	373
<i>Краснобаев Е. А.</i> Алгоритмы сопоставления и отслеживания опорных точек изображений в задачах видеодетекции.....	376
<i>Басюк Е. И., Грунтович Г. Н.</i> Моделирование лабораторных работ по теоретической электротехнике на персональном компьютере.....	380
<i>Кулага В. Н.</i> Определение эффективности плана формирования составов железнодорожной сети с использованием имитационного моделирования.....	385

<b>Ритобылская Д. В.</b> Имитационное моделирование управления движением поездов на участке железной дороги.....	382
<b>Коробейникова Е. В.</b> Стационарное распределение в открытых сетях с групповым поступлением заявок в виде двух независимых потоков и групповым обслуживанием в форме произведения смещенных геометрических распределений.....	388
<b>Емельянов Д. С.</b> Моделирование процесса центрирования обсадных колонн для нефтяных скважин.....	390
<b>Игнатенко В. В., Гапоненко Е. А., Сорокин Е. Г.</b> Моделирование сложного реологического поведения жидкостей.....	392
<b>Фарберов А. Г.</b> Компьютерное моделирование стендовых испытаний материалов дорожных покрытий.....	395
<b>Харкевич А. С.</b> Разработка программного обеспечения для определения расчетной нагрузки с учетом постоянной времени нагрева.....	397
<b>Храброе Д. Е.</b> Нахождение функции распределения с использованием аппарата имитационного моделирования, при которой существует форма произведения для стационарных распределений.....	401
<b>ИкуасЮ. Ф.</b> Аналитическая оценка вероятностных характеристик вибраций системы.....	402
<b>Аниховский П. П.</b> Применение метода Гаусса для решения системы линейных алгебраических уравнений больших размерностей в кластерных системах.....	405
<b>Полишук Е. Н., Теплякова А. С.</b> Применение графического ввода информации для участков электрической сети.....	408

## Секция XI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ~

<b>Куксов А. С.</b> Перспективы использования генераторного газа в ПТУ ТЭЦ.....	411
<b>Левкое К. Л.</b> Энергосберегающий потенциал потока природного газа.....	414
<b>Рулько Н. Н., Пахолок А. Б.</b> Гелиоэнергетика в условиях Беларуси.....	418
<b>Гуминский А. Н.</b> Расчет уставок устройства управления режимом работы трансформаторов.....	420
<b>Шенец Е. Л.</b> Методы математического моделирования энергопотребления промышленных потребителей.....	423
<b>Колесников П. М.</b> Анализ диагностических параметров маслонаполненных трансформаторов.....	426
<b>Григорьев В. А.</b> Повышение эффективности работы систем теплоснабжения за счет внедрения современных энергосберегающих технологий на основе ПИ-трубопроводов.....	428
<b>Якушкина И. О., Мизунова М. О.</b> Оптимизация систем теплоснабжения как способ повышения эффективности использования ТЭР.....	431
<b>Добродей А. О.</b> Керамические люминесцентные преобразователи для светодиодных осветительных устройств.....	434
<b>Алферов А. А.</b> Анализ средств вибродиагностирования энергетического оборудования.....	437
<b>Прохорчик М. А.</b> Оперативная диагностика контактора РПН без вывода силового трансформатора из работы.....	440
<b>Сугонякин В. В.</b> Перспективное применение когенерационных установок на предприятиях Гомельской области.....	441



## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЛАДОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ TEXAS INSTRUMENTS В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

**Ю. В. Крышнев, С. А. Пырко, Ю. В. Садовников**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Современная информационно-измерительная, телекоммуникационная и преобразовательная техника предусматривает широкое применение аппаратуры цифровой обработки сигналов. Данная аппаратура в зависимости от уровня сложности может быть реализована на основе аналоговых электронных компонентов, микроконтроллеров, промышленных логических контроллеров, цифровых сигнальных процессоров, программируемых логических интегральных схем.

В 2005 г. заключен договор между учреждением образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» и крупнейшим производителем электронных компонентов Texas Instruments (США). Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого вошел в университетскую программу Texas Instruments, предусматривающую:

- поставки отладочного оборудования и необходимого программного обеспечения;
- техническую поддержку предоставленного оборудования;
- участие специалистов ГГТУ в обучающих программах;
- предоставление обучающих и рекламных материалов о новой продукции;
- предоставление обновлений программных компонентов.

В течение 2005-2009 гг. в рамках университетской программы Гомельским государственным техническим университетом имени П. О. Сухого приобретено: 6 отладочных комплектов eZDSP2812 на основе цифрового сигнального процессора (ЦСП) TMS320F2812; 2 платы расширения Zwick Adapterboard для отладочных комплектов eZDSP F2812; 2 отладочных комплекта DSK6713 на основе ЦСП TMS320C6713; 1 отладочный комплект eZDSP2808 на основе ЦСП TMS320F2808; 7 отладочных комплектов eZ430-F2013 с возможностью подключения устройства беспроводной передачи данных C2500. Организована специализированная лаборатория инструментальных средств автоматизированного проектирования (ауд. 2-529), в которой оборудовано 8 рабочих мест для исследования цифровых сигнальных процессоров и микроконтроллеров. На каждое рабочее место получено лицензионное программное обеспечение.

В рамках дисциплин «Цифровые сигнальные процессоры» и «Микропроцессорная техника» введены учебные разделы, предусматривающие изучение студентами специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» ГГТУ им. П. О. Сухого:

- архитектуры и основных характеристик ЦСП семейств TMS320F28xx, TMS320C67xx, микроконтроллеров (МК) семейства MSP430;

- реализации на основе ЦСП основных алгоритмов обработки данных: быстрого преобразования Фурье, цифровой фильтрации, дискретной свертки;

- применения встроенных периферийных модулей ЦСП и МК для реализации специальных алгоритмов: обработки аудио- и видеоинформации, телекоммуникационных приложений, управления электроприводами и электрооборудованием.

В качестве базового для изучения студентами был выбран ЦСП TMS320F2812 семейства C2000. Семейство ЦСП C2000 (процессоры TMS320C2xxx) рассчитано на применение в современных встроенных системах управления и контроля. Основная особенность данной платформы заключается в реализации управляющего микроконтроллера на основе ядра сигнального процессора (часто ЦСП этого семейства называют «DSC» - цифровой сигнальный контроллер, объединяющий технологии DSP и MCU). Это позволяет значительно уменьшить материальные и временные затраты при проектировании. Процессоры семейства C2000 имеют высокопроизводительное процессорное ядро с встроенным аппаратным умножителем формата 32\*32 бит (Multiplier) и атомарным арифметико-логическим устройством (Atomic ALU) большую встроенную флэш-память (Sectored Flash), 16-канальный 12-разрядный АЦП (12-bit ADC), генераторы ШИМ (в составе Event Manager A, B), многоразрядные таймеры (3 32-bit timers), развитую систему коммуникационных портов (McBSP, CAN2.0, SCI-A, SCI-B, SPI) для подключения дополнительной периферии и объединения разрабатываемых устройств в локальные промышленные сети практически по любому из известных интерфейсов (рис. 1).

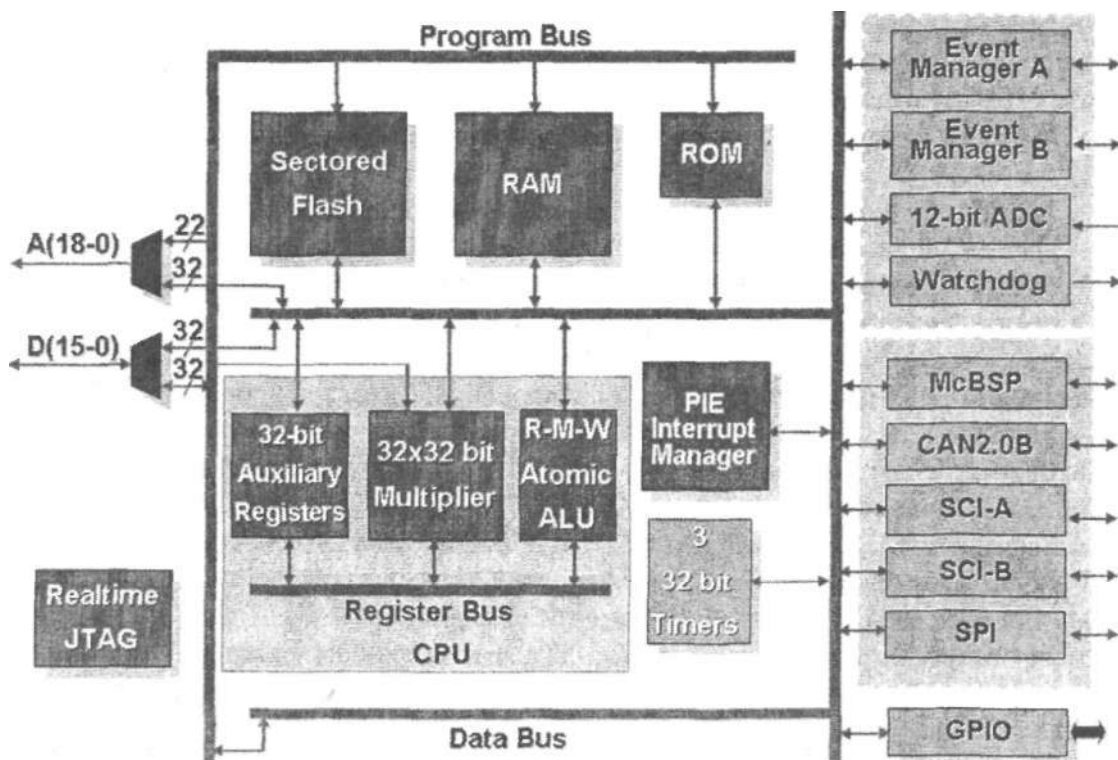


Рис. 1. Структурная схема цифрового сигнального процессора TMS320C2xxx

ЦСП Texas Instruments используются также в научных исследованиях ГГТУ им. П. О. Сухого. В частности, с использованием цифрового сигнального процессора TMS320F2812 разработан и изготовлен частотный привод для асинхронного двига-

теля. Были разработаны экспериментальный стенд, механическая часть которого состоит из асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока, жестко соединенных между собой (рис. 2, а) для реализации косвенного метода измерения момента, а также аппаратная часть системы управления на основе ЦСП (рис. 2, б).

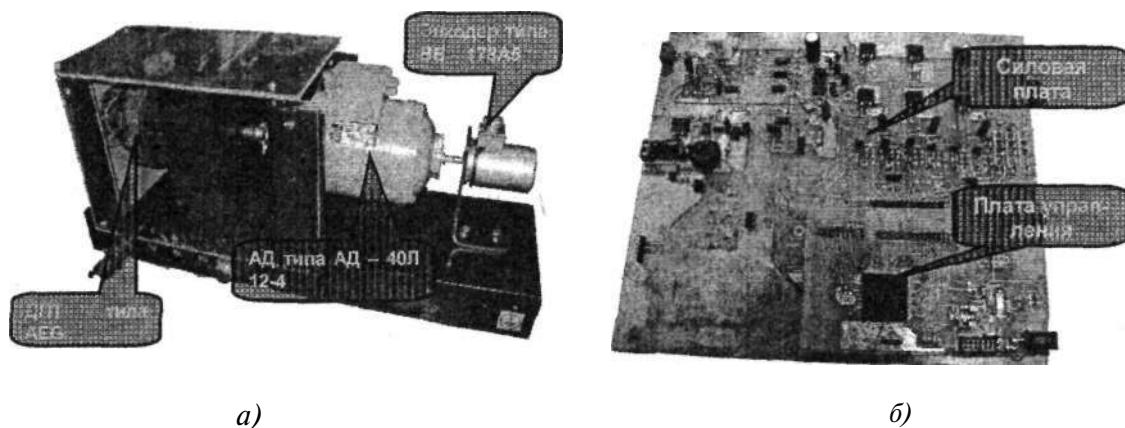


Рис. 2. Программно-аппаратный отладочный комплекс для исследования частотного привода: а - механическая часть; б - аппаратная часть системы управления

Важной характеристикой созданного программно-аппаратного отладочного комплекса является его гибкость - возможность реализовать алгоритмы управления на различных типах электродвигателей. Например, в схеме векторного управления приводом (рис. 3) при смене объекта управления изменяется лишь блок «Модель асинхронного двигателя», т. е. числовые уставки программной части проекта, задаваемые как параметры двигателя.

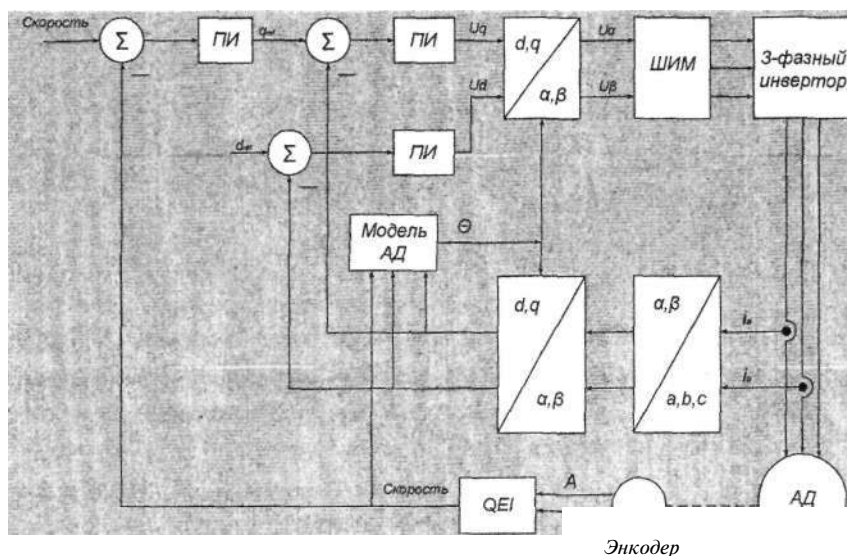


Рис. 3. Схема векторного управления приводом

Был создан инструмент, позволяющий не только выполнять математическое моделирование различных систем управления, но также отлаживать их непосредственно на стенде. Использование возможности отладки в реальном времени позволи-

ло наблюдать не только входные и выходные переменные, а также компоненты пространства переменных состояния объекта управления (например, тока в фазах, напряжения и скорости) в численном виде или в виде осциллограмм.

Мощные встроенные средства математической обработки сигналов дали возможность построения спектра, позволившего оценить влияние высших гармоник на точность измерения токов, и на потери в двигателе. При моделировании было выяснено, что изменение параметров асинхронного двигателя более чем на 20 % приводит к неустойчивой работе привода, а на малых скоростях - к полной потере работоспособности.

По результатам эксперимента сделан вывод о необходимости выделения первой гармоники для оценки положения вектора потокосцепления электродвигателя, так как коэффициент нелинейных искажений принимает значение 4-10 % (рис. 4).

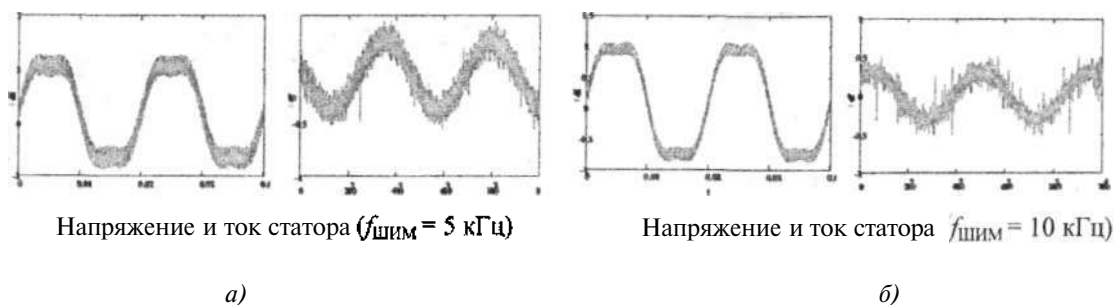


Рис. 4. Результаты эксперимента: а- напряжение и ток статора при частоте ШИМ 5 кГц;  
б- напряжение и ток статора при частоте ШИМ 10 кГц

Дальнейшие перспективы сотрудничества ГГТУ им. П. О. Сухого с Texas Instruments заключаются в приобретении и внедрении в учебный процесс и научно-технические исследования отладочных платформ на основе сигнальных процессоров С6437 и С6455.

## Секция I МАШИНОСТРОЕНИЕ

### АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ МЕХАНИЗМА НОЖНИЧНОГО ПОДЪЕМНИКА

В. А. Гарах

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель Э. И. Астахов

Для подъема и опускания грузов в стесненных производственных и складских помещениях используются ножничные подъемники, в которых привод рабочей площадки с грузом осуществляется гидравлическими цилиндрами через шарнирно-рычажный антипараллелограммный механизм. С целью импортозамещения поставлена задача изготовления таких ножничных подъемников на предприятиях Республики Беларусь. Для подготовки конструкторской документации необходимо дать оценку статической и динамической нагруженности звеньев и шарниров рычажного механизма. Анализ публикаций по грузоподъемной технике показал, что в существующей литературе [1], [2], [3] отсутствует методика расчетов таких механизмов. В работах [4], [5] автором была разработана методика расчета динамики подъема площадки таких приводов с определением движущей силы гидроцилиндра и кинематических параметров (координат, скоростей, ускорений) характерных точек звеньев. Задачей данной работы является разработка методики динамического анализа нагруженности звеньев и шарниров в механизме разрабатываемой модели ножничного подъемника.

Схема шарнирно-рычажного механизма подъемника показана на рис. 1. Он состоит из 4-х секций антипараллелограммов (ножниц) 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8, образующих статически определимые структурные цепи (группы Ассур). Вверху шарнирно подсоединена поднимаемая площадка 9 с полезным грузом  $Q$ , а нижняя ведущая секция 2 соединена с рамой (стойкой) неподвижным шарниром  $A$ . Левые концы рычагов 2 и 7 цилиндрическими наконечниками 10 скользят в направляющих 13. Для привода движения используют неподвижный гидроцилиндр 11, который штоком поршня 12 поднимает в точке  $B$ , нижнюю секцию 1 и 2 подъемника. При размерах  $l_{AD} = l_{BC} = l_3 = l_4 = l_5 = l_6 = l_7 = l_8 = l$  и  $l_{AS_1} = l_{CS_2} = l_{BS_3} = l_{CS_4} = \dots = l_{NS_7} = l_{MS_8} = \frac{1}{2}l$  платформа 9 поднимается поступательно вверх на заданный ход  $H$  под действием движущей силы  $F_d$  на поршне 12. Внешними силами, нагружающими механизм подъемника

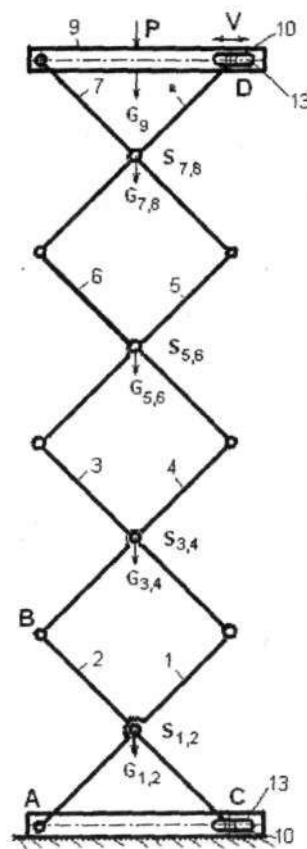


Рис. 1. Механизм привода подъемной площадки, схема сил

ка, является сила полезного сопротивления  $Q$  поднимаемого груза и силы веса  $G_i$  звеньев, приложенные в центрах масс  $S_i$  рычагов массой  $m_i$ :  $G_i = m_i \cdot g$ , где  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Динамический силовой расчет при разгоне на подъеме сведен по классической теории механизмов и машин [6] к кинетостатическому, приложив к  $i$ -м звеньям проекции векторов  $\overline{F_{wi}}$  сил инерции в центрах масс  $S_i$  и моменты сил инерции  $\overline{M_i}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, 11$ ):

$$F_{wi}^x = -m_i \cdot a_{Si}^x, \quad F_{wi}^y = -m_i \cdot a_{Si}^y, \quad M_{wi} = -J_{Si} \cdot \varepsilon_i,$$

где  $a_{Si}^x, a_{Si}^y$  (определены в работе [6]) – проекции линейных ускорений центров  $S_i$ ;  $J_{Si}$  – осевые моменты инерции звеньев относительно центров масс  $S_i$ ;  $\varepsilon_i$  (определены в работе [6]) – угловые ускорения  $i$ -х звеньев.

Так как силовой расчет механизмов проводится по статически определимым цепям (по группам Ассура), начиная от последней, то выделим цепь звена 9 с шарниром  $B_8$  и высшей парой  $D_7$  (рис. 2) с внешними силами  $Q, G_9, F_{w9}^y$ .

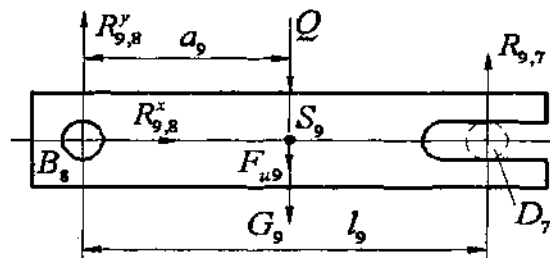


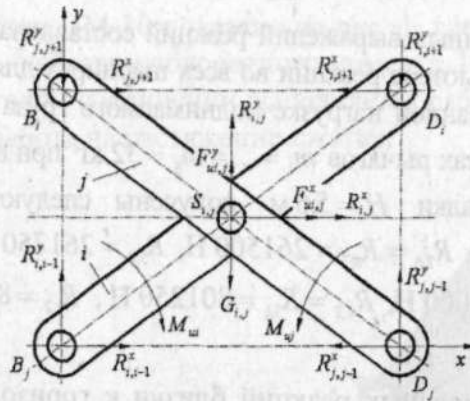
Рис. 2. Схема проекций сил и реакций звена 9 в начале подъема

Реакции  $R_{B8} = R_{9,8} = R_{9,8}^x + R_{9,8}^y$  и  $R_{D7} = R_{9,7}$  определим из уравнений статического равновесия на оси  $X$  и  $Y$ :

$$\sum X_9 = 0 \Rightarrow R_{9,8}^x = 0,$$

$$\left. \begin{array}{l} \sum Y_9 = 0 \\ \sum M_{B8}(F_{w9}) \end{array} \right\} \Rightarrow R_{9,8}^y = 0,5 \cdot (Q + G_9 + F_{w9}^y); \quad R_{D7} = 0,5 \cdot (Q + G_9 + F_{w9}^y). \quad (1)$$

Затем рассматриваем верхнюю структурную группу из звеньев (7, 8), которая является типовой, по аналогии с которой рассчитываются структурные группы (5, 6) и (4, 3). Обобщая их, покажем структурную группу из звеньев ( $i, j$ ) на рис. 3 с силами веса  $G_{ij} = G_i + G_j = 2G_i$  в центрах масс  $S_{ij}$ ; известными реакциями  $R_{i,j+1}$  и  $R_{j,j+1}$  в верхних точках  $B_i$  и  $D_j$ ; силами инерции  $F_{wij}$  в  $S_{ij}$ ; противоположными моментами сил инерции  $M_{wi}$  и  $M_{wj}$ ; неизвестными реакциями  $R'$  и  $R''$  в нижних точках  $B_{i-1}$  и  $D_{j-1}$  и внутренней реакцией  $R_{i,j}$  во внутреннем шарнире  $S_{ij}$ . Из уравнений статического равновесия сил группы определяются проекции неизвестных реакций.

Рис. 3. Схема проекций и реакций типовой группы  $(i, j)$ 

Уравнения статического равновесия типовой группы  $(i, j)$ :

$$\left. \begin{aligned} R_{i,i-1}^x + F_{uij}^x + R_{i,i+1}^x + R_{j,j-1}^x + R_{i,i+1}^x &= 0; & R_{i,i-1}^y + F_{uij}^y + R_{i,i+1}^y - G_{ij} + R_{j,j+1}^y + R_{i,i+1}^y &= 0; \\ R_{i,i-1}^x + F_{ui}^x + R_{i,j}^x + R_{i,i+1}^x &= 0; & R_{i,i-1}^y + F_{ui}^y - G_i + R_{i,j}^y + R_{i,i+1}^y &= 0; \\ R_{i,i-1}^x \cdot l_y + R_{i,i+1}^x \cdot l_x + M_{ui} - R_{i,i+1}^x \cdot l_y + R_{i,i+1}^y \cdot l_x &= 0; \\ R_{j,j-1}^x \cdot l_y + R_{j,j+1}^x \cdot l_x + M_{uj} - R_{j,j+1}^x \cdot l_y + R_{j,j+1}^y \cdot l_x &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Система шести уравнений с шестью неизвестными  $R_{i,i-1}^x, R_{i,i-1}^y, R_{j,j-1}^x, R_{j,j-1}^y, F_{ui}^x, F_{ui}^y$  решается методом Гаусса, откуда определяются полные реакции:

$$R_{i,i-1} = \sqrt{(R_{i,i-1}^x)^2 + (R_{i,i-1}^y)^2}; \quad R_{j,j-1} = \sqrt{(R_{j,j-1}^x)^2 + (R_{j,j-1}^y)^2}; \quad R_{i,j} = \sqrt{(R_{i,j}^x)^2 + (R_{i,j}^y)^2}. \quad (3)$$

Такая процедура расчетов повторяется три раза по числу типовых групп (7 и 8), (6 и 5), (3 и 4). В конце рассчитывается нижняя группа звеньев 1, 2 (рис. 4), в которой в высшей паре  $C$  нормальная реакция  $R_{2,0}$  известна направлением, а во вращающейся паре  $B$  со стороны поршня гидроцилиндра приложена уравновешивающая вертикальная сила  $F_{yp}$ . Неизвестные  $R_{1,0}^x, R_{1,0}^y, R_{2,0}, R_{1,2}^x, R_{1,2}^y, F_{yp}$  определяются из аналогичной (5) системы уравнений методом Гаусса.

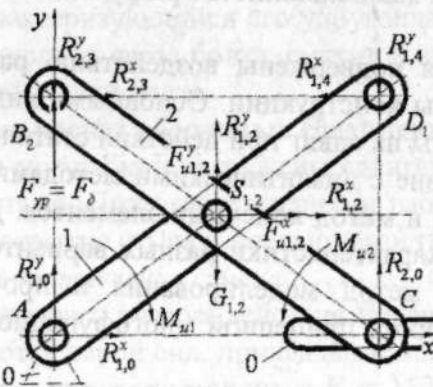


Рис. 4. Схема проекций сил и реакций нижней группы (1, 2)

На основании полученных выражений реакций составлена программа силового расчета и рассчитаны на компьютере реакции во всех шарнирах для предложенного варианта привода на рис. 1. При заданной нагрузке поднимаемого груза  $Q = 10000$  Н, масса площадки  $m_p = 500$  кг и массах рычагов  $m_x \dots = m_s = 32$  кг при времени подъема  $t = 30$  с и высоте подъема площадки  $H = 5,6$  м получены следующие величины реакций:  $R_{y_1} = 7464$  Н,  $R_{y_7} = 7605$  Н,  $R_{16} = R^{\wedge} = 261500$  Н,  $R_{y_5} = 261750$  Н,  $R_{6i} = R_{45} = 544000$  Н,  $R_{65} = 805000$  Н,  $R_{43} = 1345000$  Н,  $R_{42} = R - 801250$  Н,  $R_{y_2} = 804300$  Н,  $R_{y_3} = 95366$  Н,  $R_{10} = 55300$  Н.

Направления максимальных реакций близки к горизонтальным и превышают заданную нагрузку  $Q$  в 134,5 раза. Для уменьшения реакций заказчику предложено оптимизировать схему и точку приложения движущей силы  $F_n$ .

#### Литература

1. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины / М. П. Александров. - 6-е изд., перераб. - Москва : Высш. шк., 1985. - 520 с.
2. Комаров, М. С. Динамика грузоподъемных машин / М. С. Комаров. - Москва : Машгиз, 1962. - 267 с.
3. Барсов, И. П. Строительные машины и оборудование / И. П. Барсов. - Москва : Стройиздат, 1986. - 511 с.
4. Астахов, Э. И. Динамический анализ движения поршня гидропривода ножничного подъемника / Э. И. Астахов, В. А. Гарах, А. Д. Макаров // Машиностроение. - 2008. - Вып. 24, т. 2. - С. 34-37.
5. Гарах, В. А. Особенности структуры и кинематики шарнирно-рычажного механизма ножничного подъемника / В. А. Гарах, Э. И. Астахов // Машиностроение. - 2009. - Вып. 25. - С. 103-106.
6. Левитский, Н. И. Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский. - Москва: Наука, 1990. - 592 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО ПАКЕТА ANSYS ДЛЯ РАСЧЕТА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М. В. Ручан, Т. В. Шукевич

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. В. Чигарев

Для соединения металлических конструкций помимо сварки применяют болты и заклепки. Проектирование соединений является одной из наиболее ответственных конструктивных задач, так как большинство разрушений происходит именно в таких местах.

Болтовые соединения подвержены воздействию различных нагрузок, возникающих вследствие работы конструкции. Основными видами расчета болтовых соединений являются расчеты на сдвиг при действии статической нагрузки и расчет на нераскрытие стыка. Наравне с аналитическими методами расчета данных соединений широко используется и метод конечных элементов. Данный метод позволяет в короткие сроки оценить характеристики разных вариантов конструкции и выбрать наилучшую. Рассмотрен метод моделирования и прочностного расчета опоры ПМ-10-2800 060 при повороте прицепной многофункциональной тележки ПМ-10 с учетом весовой нагрузки.

Описание конструкции. Опора ПМ-10-2800 060 крепится с помощью болтов М16 с неконтролируемой силой затяжки к лонжеронам тележки. Действие нагрузок и



трехмерная модель тележки ПМ-10 показано на рис. 1, где 1 - действие весовой нагрузки манипулятора, 2 - действие поворотного момента. При действии поворотного момента на опору в болтовом соединении выполняется работа на срез, при воздействии весовой нагрузки - работа на растяжение-сжатие.

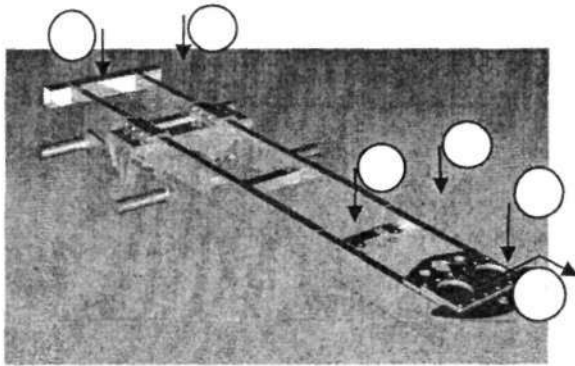


Рис. 1. Схема нагружения тележки

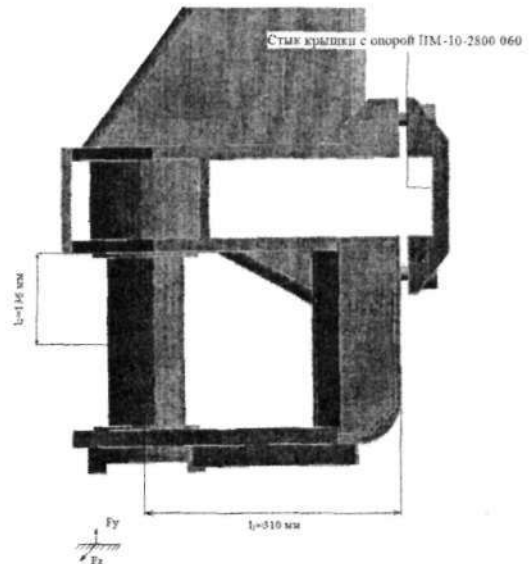


Рис. 2. Схема нагружения опоры

Работа на сдвиг является основным видом работы большинства соединений, причем в разных соединениях она имеет свои особенности. Работу болтового соединения можно разбить на четыре этапа. На 1-м этапе, пока силы трения между соединяемыми элементами не преодолены, сами болты не испытывают сдвигающих усилий и работают только на растяжение, все соединение работает упруго. При увеличении внешней сдвигающей нагрузки силы внутреннего трения оказываются преодоленными и наступает 2-й этап - сдвиг всего соединения на величину зазора между поверхностью отверстия и стержнем болта. На 3-м этапе сдвигающее усилие в основном передается давлением поверхности отверстия на стержень болта; стержень болта и края отверстия постепенно обминаются; болт изгибается, растягивается, так как головка и гайка препятствуют свободному изгибу стержня. Постепенно плотность соединения расстраивается, силы трения уменьшаются и соединение переходит в 4-й этап работы, характеризующийся его упругопластической работой. Разрушение соединения происходит от среза болта, смятия и выкола одного из соединяемых элементов или отрыва головки болта.

#### **Аналитический метод расчета болтовых соединений**

Болтовые соединения могут быть нагружены сдвигающими силами и сдвигающими (крутящими) моментами. Поэтому критериями работоспособности болтового соединения являются нераскрытие стыка и несдвигаемость деталей.

##### *1. Расчет момента сопротивления стыка*

Данный расчет произведен с учетом действия поворотного момента и весовой нагрузки, которые заменяются парой сил, прикладываемой к осям опоры на расстоянии  $l_3 = 500 \text{ мм}$  по оси  $z$ . Величины компонентов  $F_x = 15000 \text{ Н}$ ,  $F_y = 50000 \text{ Н}$  - левая ось, и  $F_x = -15000 \text{ Н}$ ,  $F_y = 50000 \text{ Н}$  - правая ось.

Для расчета параметров геометрических характеристик стыка необходимо смоделировать и рассчитать поверхность стыка в пакете ANSYS (рис. 3).

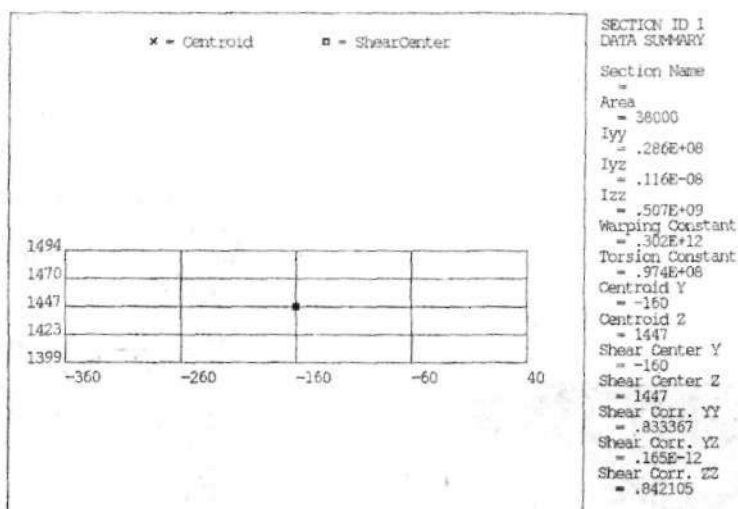


Рис. 3. Геометрические характеристики стыковой поверхности

$$F = 38000 \text{ мм}^2; J_x = 0,286 \cdot 10^8,$$

$$J_y = 0,507 \cdot 10^8, J_z = J_x + J_y = 0,793 \cdot 10^8,$$

$$x_{\max} = 35, y_{\max} = 200, R_{\max} = 203,$$

$$W_x = \frac{2 \cdot J_x}{y_{\max}} = 0,11 \cdot 10^6, W_z = \frac{2 \cdot J_z}{R_{\max}} = 3,3 \cdot 10^6, W_y = \frac{2 \cdot J_y}{x_{\max}} = 18,62 \cdot 10^6.$$

Внешние моменты, действующие на стык:  $M_{\text{изг}}^z = F_y \cdot l_2 = 50 \cdot 310 = 15500 \text{ кН} \cdot \text{мм}$ ;

$$M_{\text{изг}}^y = F_x \cdot l_2 = 15 \cdot 310 = 4650 \text{ кН} \cdot \text{мм}; M_{\text{кр}} = F_x \cdot l_3 = 15 \cdot 636 = 9540 \text{ кН} \cdot \text{мм}.$$

2. Расчет коэффициента запаса по нераскрытию стыка

$\chi = 0,8$  – коэффициент, показывающий, какая часть нагрузки идет на раскрытие стыка

$$\sigma_z = \frac{\chi \cdot M_{\text{изг}}^z}{W_z} = \frac{0,8 \cdot 15500000}{3,3 \cdot 10^6} = 3,75 \text{ МПа}, \sigma_y = \frac{\chi \cdot M_{\text{изг}}^y}{W_y} = \frac{0,8 \cdot 4650000}{18,62 \cdot 10^6} = 0,2 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{экр}} = \sqrt{\sigma_z^2 + \sigma_y^2} = 3,76 \text{ МПа}.$$

Напряжение сжатия, создаваемое в стыке:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{Z \cdot M_{\text{изг}}}{F \cdot 0,2 \cdot d} = \frac{8 \cdot 160 \cdot 10^3}{2 \cdot 38000 \cdot 0,2 \cdot 16} = 7,9 \text{ МПа}.$$

Коэффициент запаса по нераскрытию стыка:

$$K_3 = \frac{\sigma_{сж} - \sigma_{\min}}{\sigma_{эКВ}} = \frac{7,9 - 1}{3,76} = 1,8 \geq 1,5,$$

где  $\sigma_{\min} = 1$  МПа – минимальное напряжение, необходимое для обеспечения герметичности стыка.

3. Расчет коэффициента запаса прочности стыка на сдвиг

$$\text{Сила затяжки болтов: } Q_i^{\text{зат}} = \frac{M_{\text{зат}}}{0,2 \cdot d} = \frac{160 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 16} = 50000 \text{ Н.}$$

Сила трения в стыке, создаваемая затяжкой:

$$Q_{\text{тр}}^b = f \cdot \sum_{i=1}^n Q_i^{\text{зат}} = 0,18 \cdot 50000 \cdot 8 = 72000 \text{ Н.}$$

$$\text{Сила трения в стыке: } Q_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}}^b - \sqrt{P_T^2 + R_K^2} = 72000 - \sqrt{15000^2 + 50000^2} = 19798 \text{ Н.}$$

Крутящий момент, который может реализовать стык силами трения:

$$M_{\text{кр}}^b = \frac{Q_{\text{тр}} \cdot W_z}{F} = \frac{19798 \cdot 3,3 \cdot 10^6}{38000 \cdot 2} = 1292911 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

$$\text{Коэффициент запаса прочности на сдвиг: } K_1 = \frac{M_{\text{кр}}^b}{M_{\text{кр}}} = \frac{1292911}{9540000} = 0,13 \leq 1,5.$$

Таким образом, из аналитического расчета видно, что данное болтовое соединение не соответствует требованиям работы болтов на срез. Однако аналитические методы расчета не дают полное представление о работе болтовых соединений, так как при данном расчете исследуется лишь граница стыков, и нет возможности оценить картину напряжений по всей площади стыковой поверхности. Для более реальной оценки напряженно-деформируемого состояния конструкции с болтовым соединением был использован метод конечных элементов.

**Конечно-элементный метод расчета болтовых соединений**

Конечно-элементный расчет выполнен с помощью инженерного пакета Ansys Workbench 1.0. Результаты расчета представлены на рис. 4.

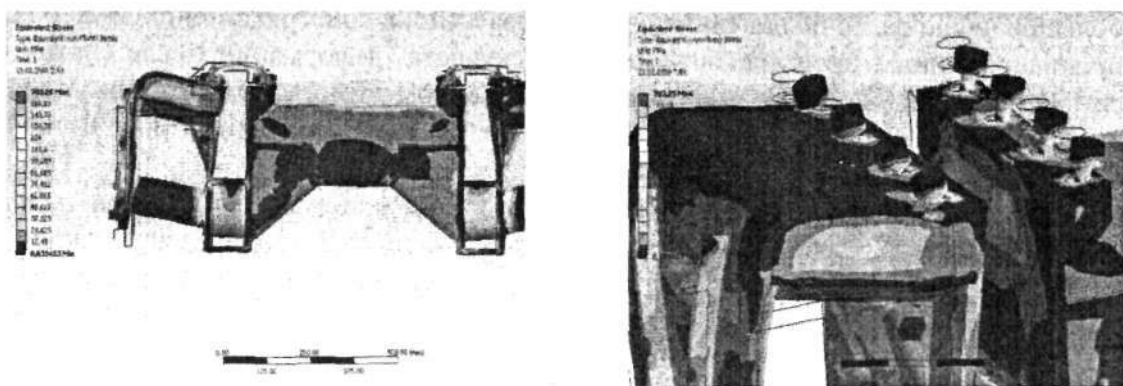


Рис. 4. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу, МПа

По результатам расчета видно, что конструкция в местах болтового соединения имеет напряжения, превышающие предел текучести материала ст40х.

Согласно аналитическим методам расчета, величина напряжений в болтовом соединении зависит от действующих нагрузок и геометрических характеристик болтов. Конструктивным решением для увеличения прочности болтового соединения является добавление втулок в конструкцию, что позволило увеличить диаметр поперечного сечения болтового соединения.

#### Литература

1. Брок, Д. Основы механики разрушения / Д. Брок. - Москва : Высш. шк., 1974. - 368 с.
2. Черепанов, Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов. - Москва : Наука, 1974. - 640 с.
3. Кравчук, А. С. ANSYS для инженеров / А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк, А. В. Чигарев. - Москва : Машиностроение, 2004. - 510 с.
4. Решетов, Д. Н. Детали машин : учеб. для вузов / Д. Н. Решетов. - 3-е изд. - Москва : Машиностроение, 1974.

### **МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КАБИНЫ В УПРУГО-ПЛАСТИЧНОЙ ПОСТАНОВКЕ ПОСРЕДСТВОМ КЭ ПАКЕТА ANSYS**

**М. В. Ручан, Т. В. Шукевич**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. В. Чигарев

Методы моделирования позволяют ускорить процесс разработки различных конструкций, в том числе и кабин, а также значительно снизить затраты на испытание и доводку конструкции опытного образца. Конструкции кабин должны соответствовать требованиям, предъявляемым к прочности, надежности конструкции и безопасности водителя. Целью моделирования является расчет и прогнозирование характеристик деформирования при виртуальных испытаниях. Наиболее эффективным и широко используемым средством достижения поставленной цели является применение метода конечных элементов. Данный метод позволяет в короткие сроки оценить характеристики разных вариантов конструкции и выбрать наилучшую. В статье рассмотрен метод моделирования и прочностного расчета кабины лесной машины при виртуальных испытаниях. В конечно-элементном пакете ANSYS, который решает задачи как статического, так и динамического анализа, можно задавать большое число различных нелинейностей. Известно, в конструкционных материалах при напряжениях, превышающих предел текучести, деформации после снятия нагрузки остаются. Наиболее распространенным видом расчета, при котором учитывается нелинейное поведение материала, является рассматриваемый далее упруго-пластический анализ.

Для полноценного учета пластического поведения материала при анализе требуется знание трех важных критериев: начального условия течения, закона течения и закона упрочнения. Условие начала течения позволяет свести трехмерное, объемное напряженное состояние к эквивалентному напряжению, которое сравнивается с пределом текучести для того, чтобы определить, происходит ли течение материала.

Закон течения указывает направление, в котором происходит деформирование материала. Закон упрочнения, применимый к упрочняющимся материалам, описы-

вает, как ведет себя поверхность текучести с ростом деформаций. Условие текучести записывается в виде:

$$\phi = \sigma_{eq} - \sigma_y,$$

где  $\sigma_{eq}$  - скаляр, эквивалентное напряжение, вычисленное по компонентам тензора напряжений;  $\sigma_y$  - справочная величина, предел текучести. Если наступление текучести не зависит от скорости деформаций, то при  $\phi < 0$  материал остается упругим, при  $\phi = 0$  в нем начинают возникать пластические деформации.

Закон упрочнения определяет поведение поверхности текучести при пластических деформациях материала. Для упрочняющихся материалов чередование нагрузки и разгрузки приводит к тому, что материал переходит в состояние текучести только в том случае, если нагрузка превышает достигнутый прежде уровень. В программе ANSYS используются два вида упрочнения: изотропное и кинематическое. При изотропном упрочнении поверхность текучести расширяется равномерно по всем направлениям; кроме того, предполагается, что пределы текучести на растяжение и на сжатие за счет упрочнения увеличиваются одинаково. При кинематическом упрочнении увеличение предела текучести на растяжение сопровождается соответствующим уменьшением предела текучести на сжатие.

Для исследуемой задачи применена модель линейного изотропного упрочнения. При изотропном упрочнении поверхность текучести расширяется равномерно по всем направлениям; кроме того, предполагается, что пределы текучести на растяжение и на сжатие за счет упрочнения увеличиваются одинаково. Данная модель относится к обычным, широко применяемым металлическим материалам с линейным упрочнением. Используется для изотропных материалов и при значительных деформациях.

Модель материала Isotropic Hardening Plasticity Mises Plasticity Bilinear задается диаграммой деформирования через величины предела текучести и угол наклона участка

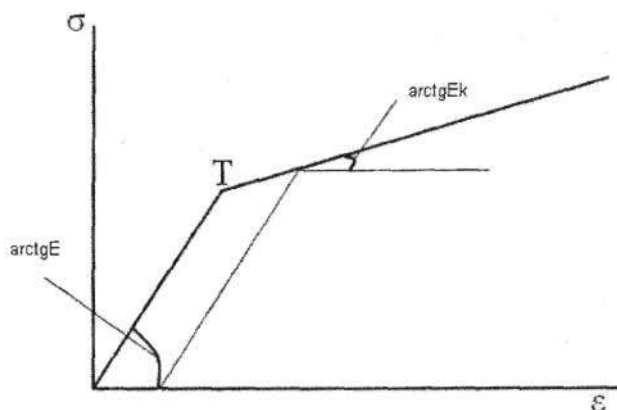


Рис. 1

упрочнения кривой деформирования,  $\sigma_y$  - предел текучести (точка T), 250 МПа;  $E_k$  - касательный модуль,

$$E_k = \frac{\sigma}{\epsilon},$$
 по физическому смыслу

$E_k = \text{tg} b_k$ , где  $b_k$  - угол наклона касательной кривой деформирования к оси абсцисс (рис. 1). Модуль Юнга для материала ст20  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа, коэффициент Пуассона  $\nu = 0,23$ .

Кабина представляет собой сложную пространственную конструкцию. С целью уменьшения времени расчета и повышения эффективности была использована стержневая модель (рис. 2), для

которой задавались балочные элементы с необходимыми сечениями (рис. 3), тип элемента BEAM188 - трехмерный балочный элемент, имеющий шесть степеней свободы в каждом узле. Для моделирования демпферов, необходимых для гашения вредных колебаний, на передних опорах 3-4 (рис. 2) использовался тип конечного

элемента COMBIN40 - комбинация пружины - скользящего контакта и демпфера в параллельном зазоре, связанных последовательно. Для задних опор 1-2 (рис. 3) задается жесткая заделка.

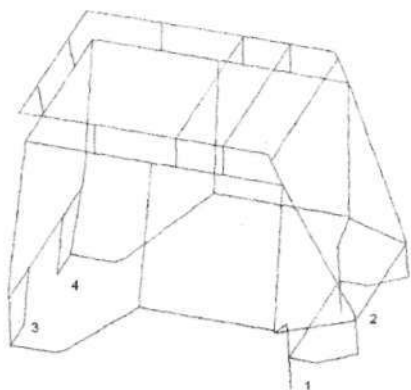


Рис. 2. Стержневая модель

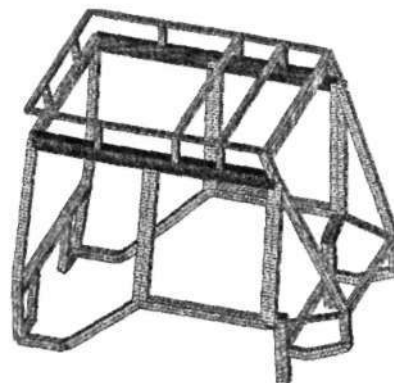


Рис. 3. Конечно-элементная модель

Расчетом предусматриваются следующие виды нагружения кабины:

- приложение горизонтальной нагрузки  $P_x$  сбоку;
- приложение вертикальной нагрузки  $P_v$ .

Нагрузки равномерно распределяются по несущим элементам конструкции кабины и приложены последовательно, т. е. вертикальное нагружение осуществляется с учетом остаточных деформаций и напряжений после боковой нагрузки. Для данной модели вертикальная статическая нагрузка составляет  $P_v = 180000$  Н (рис. 4), горизонтальная статическая нагрузка  $P_x = 53000$  Н (рис. 5).

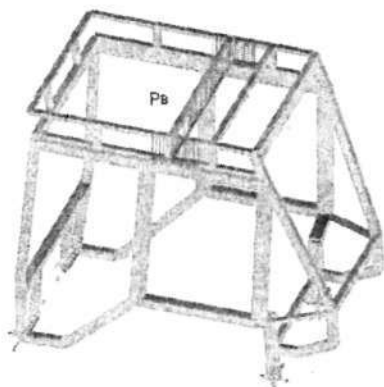


Рис. 4. Вертикальное нагружение

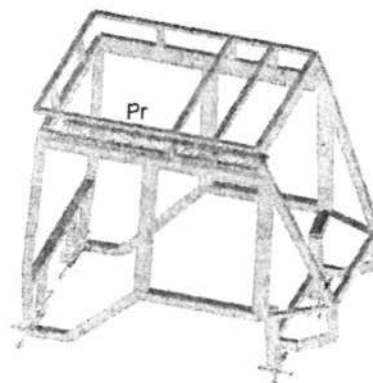


Рис. 5. Боковое нагружение

Результаты расчета показаны на рис. 5-6. Как видно из рисунков, максимальное напряжение в балочных элементах кабины составляет 650 МПа в местах опор конструкции, что означает их разрушение, присутствуют пластические деформации. Максимальные перемещения узлов модели кабины составляют 27 см, что совпадает с полученными значениями при натурных испытаниях и ведет к недопустимому уменьшению жизненного пространства. Однако, используя метод стержневого моделирования, в короткие сроки была проведена доработка кабины, произведен повторный расчет, результаты которого показали полное соответствие кабины всем условиям прочности и надежности конструкции.

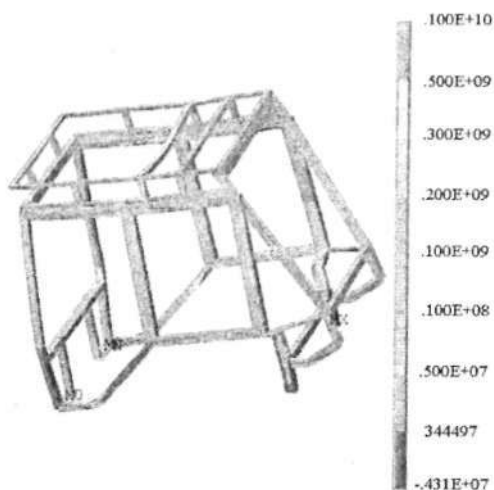


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу

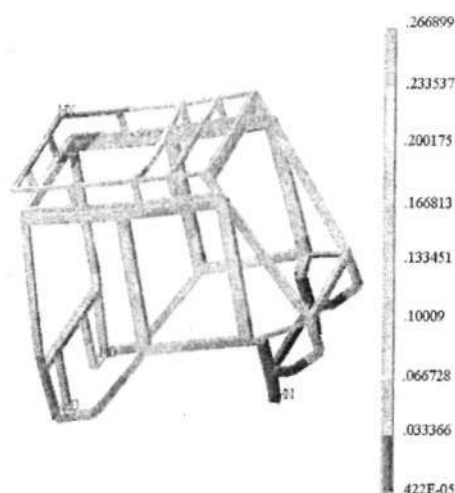


Рис. 7. Суммарные перемещения узлов, м

Таким образом, метод стержневого моделирования кабин с применением балочных элементов в пакете ANSYS позволяет в короткие сроки точно и эффективно рассчитать характеристики деформирования конструкции с учетом остаточных деформаций и напряжений.

#### Литература

1. Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва : Машиностроение, 2004.
2. Ратнер, Г. Л. Особенности расчета металлоконструкции кабины / Г. Л. Ратнер, Л. А. Гоберман, А. М. Пугачевская // ВНИИстройдормаш. Исследование землеройно-транспортных машин / Труды института, 1976. - Вып. 72. - С. 10-15.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ТРЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ ТНП, ВЫПУСКАЕМЫХ РУП «ГОМСЕЛЬМАШ»

Е. П. Кохно

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Е. Кирпиченко

Известно, что на многих заводах Республики Беларусь есть цеха, которые производят товары народного потребления. В подразделениях ПО «Гомсельмаш» такие цеха также имеют место. Цеха занимаются производством таких товаров народного потребления, как закаточные машинки, детские автомобили и т. п. И несмотря на то, что стоимость и безотказность таких изделий, возможно, не являются проблемой народного хозяйства, тем не менее, понижение стоимости и надежности, к примеру, детских автомобилей означает то, что больше детей получают в подарок игрушку, о которой они мечтали.

Целью работы являлась разработка новой конструкции узла трибосопряжения ходовой части, используемой в изделиях типа бытовая тележка и детский автомобиль. Изучалась возможность использования в узлах трения: колесо-ось колеса и

ось-корпус рамы детского автомобиля текстолитовый подшипник трения скольжения (вместо дорогостоящих шариковых радиального подшипников) (рис. 1). К тому же, детские автомобили эксплуатируются как на асфальте, так и на песке, а текстолитовый подшипник (рис. 2) имеет большую стойкость к абразивному изнашиванию частицами пыли и песка, что особенно актуально, поскольку рассматриваемый узел трения является открытым.

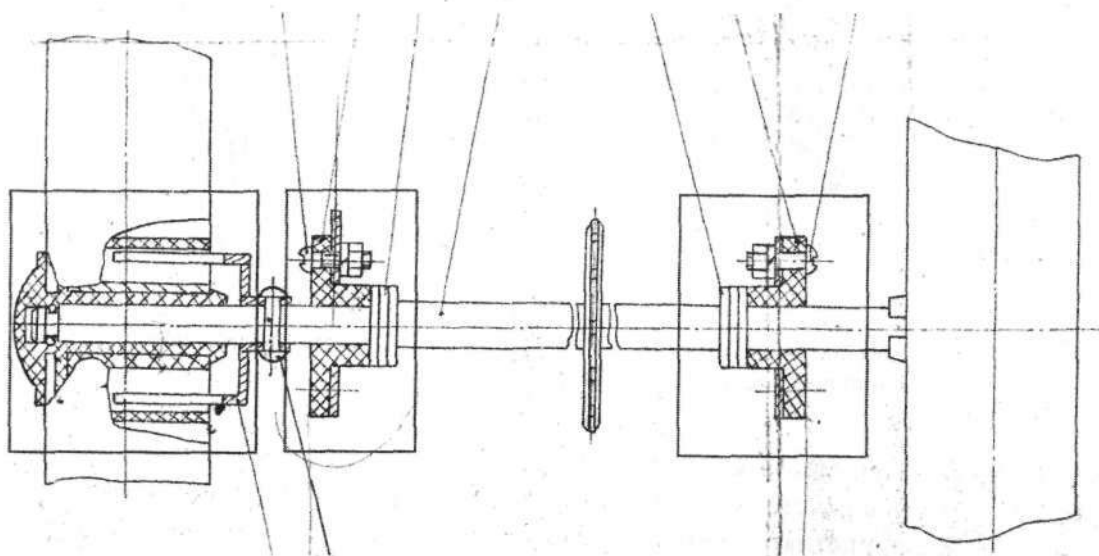


Рис. 1. Чертеж узлов трения (выделены)

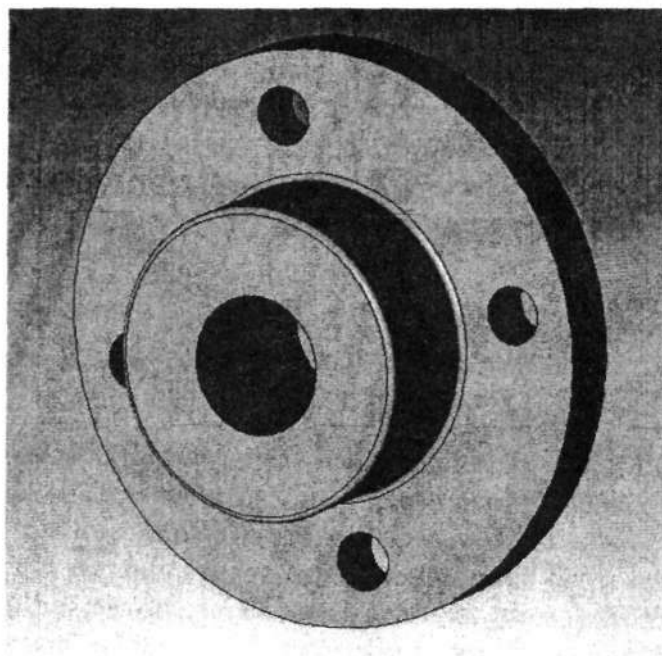


Рис. 2. Общий вид текстолитового подшипника трения скольжения узла трения ось-корпус рамы



Основной задачей в ходе изучения работы текстолитовых подшипников трения скольжения было определение ресурса их работы.

Программа испытаний была реализована на машине СМТ-2, которая входила в программно-технический комплекс, включающий также блок сопряжения и ЭВМ, оснащенную специально разработанными программами.

Скорость скольжения изменялась от 1 до 20 мм/с, что исключало повреждение покрытий в результате фрикционного разогрева. Нагрузка на образцы составляла от 0,2 до 2 Н.

Трибометрическая установка обеспечивала реализацию заданной схемы и режима фрикционного взаимодействия образцов, а также измерение параметров трения.

Блок сопряжения представлял собой специализированную плату аналого-цифрового преобразователя с процессором, преобразующим первичную информацию, поступающую от датчиков силы трения, контактного электрического сопротивления, скорости перемещения образцов, числа циклов взаимодействия и т. д. в формат, удобный для дальнейшей обработки на ЭВМ с помощью языков программирования высокого уровня. Кроме того, блок сопряжения осуществлял контроль за ходом проведения испытаний путем преобразования команд, поступающих от ЭВМ, сформированных в результате обработки и анализа первичной информации, поступающей от датчиков трибометрической установки.

Программа, предназначенная для обработки, хранения и представления в удобном для анализа виде данных фрикционных испытаний, обеспечивала отображение на дисплее компьютера кинетику изменения коэффициента трения (рис. 3).

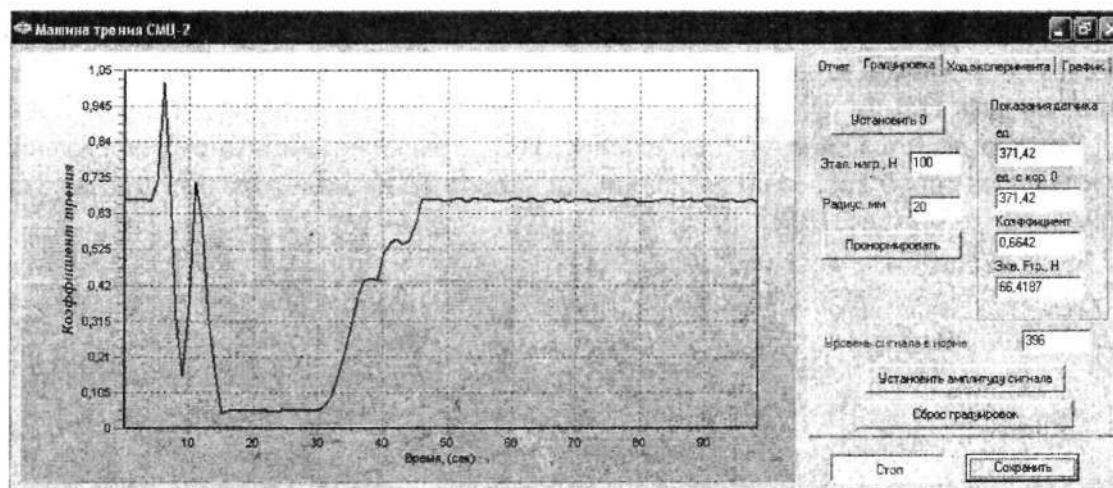


Рис. 3. Вид основного окна программы обработки сигнала

В результате проведения испытаний определили, что узел трения с текстолитовым подшипником имеет ресурс работы около 3 лет, при этом износ по истечении указанного срока не является критическим и составляет в среднем 300 мкм.

Конструкция с измененным подшипником дешевле по сравнению с базовой в 1,5 раза.

Все эти показатели позволяют использовать новый подшипник трения скольжения в узле трения опоры задней оси детского автомобиля.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОЙ КОРРОЗИИ С ТРЕЩИНОЙ В СТЕНКЕ ТРУБОПРОВОДА НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ

А. Ю. Горняк, Е. Ф. Громько

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Г. П. Тариков, В. В. Комраков

Протяженность газовых и нефтяных магистральных трубопроводов составляет десятки тысяч километров. Разрыв трубопроводов крайне нежелателен и в ряде случаев по своим последствиям классифицируется как катастрофа. Причинами разрушений являются появление коррозии, трещин и других эксплуатационных повреждений.

Срок безопасной службы трубопроводов оказывает значительное влияние на экономику той или иной отрасли. Поэтому необходимо иметь возможность как можно точнее оценить величину безопасного срока службы трубопроводов для конкретных условий их эксплуатации.

Разрывы магистральных трубопроводов (газ, нефть, нефтепродукты) приводит к значительным потерям транспортируемого продукта. Кроме того, наносится большой ущерб экологии.

Для определения несущей способности трубопроводов и оценки их ресурса необходимо определять коэффициенты интенсивности напряжения (КИН). Существуют различные способы определения КИН [1]. В статье применялся новый способ определения КИН, основанный на использовании данных о перемещениях поверхностей трещин.

В связи с тем, что стенка трубопровода находится в условиях плоского напряженного состояния, в качестве расчетной модели используется пластина с соответствующими дефектами.

Рассматривается задача для случая, когда эксплуатационные повреждения представляют собой коррозию с трещиной и коррозию, находящуюся от нее на некотором расстоянии (рис. 1).

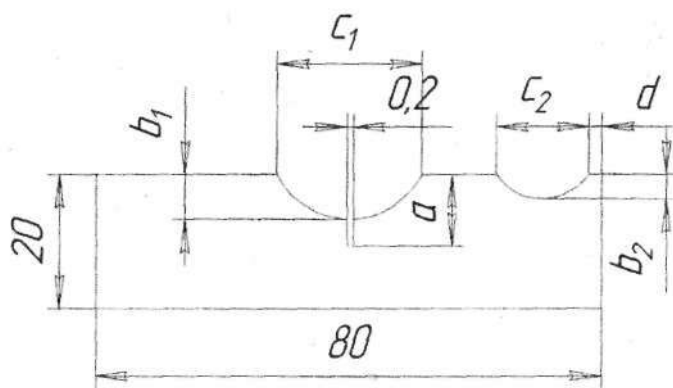


Рис. 1. Пластина с трещиной и двумя участками коррозионного повреждения

При решении задачи были приняты следующие размеры пластины: 1) толщина  $h = 2$  мм; 2) длина  $a = 80$  мм; 3) ширина  $B = 20$  мм, что соответствует толщине стенки трубы.

При решении задачи принимались различные геометрические параметры эксплуатационных повреждений:

- 1) длина основной коррозии с трещиной  $c$  - 5; 10 мм;
- 2) глубина основной коррозии  $d$  - 2; 4; 6 мм;
- 3) длина трещины  $e$  - 1; 2; 3; 4 мм;
- 4) длина дополнительной коррозии 10 мм и глубина  $f$  - 2; 4; 6 мм;
- 5) расстояния между коррозионными повреждениями  $g$  = 15; 20; 25 мм.

На основании многочисленных экспериментов установлено, что при расчетах следует принимать ширину трещины, равной 0,2 мм.

Определим число сочетаний принятых геометрических параметров эксплуатационных повреждений по формуле:

$$N = N_c \cdot N_d \cdot N_e \cdot N_f \cdot N_g,$$

где  $N_c$  - количество вариантов размера  $c$ ;  $N_d$  - количество вариантов размера  $d$ ;  $N_e$  - количество вариантов размера  $e$ ;  $N_f$  - количество вариантов размера  $f$ ;  $N_g$  - количество вариантов размера  $g$ ;

$$N = 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 216.$$

#### *Алгоритм решения задачи*

Включаем режим построения эскиза в Solid Works 2006, в котором выполняем следующие действия:

1. Строим прямоугольник.
  2. С помощью команды «Автоматическое нанесение размеров» задаем размеры прямоугольника - длину 80 мм, ширину 20 мм.
  3. Контур участка коррозионного повреждения задаем с помощью инструмента «Дуга через три точки».
  4. С помощью команды «Отсечь» удаляем часть прямоугольника, находящуюся внутри участка коррозионного повреждения.
  5. С помощью команды «Автоматическое нанесение размеров» задаем расстояния 30 мм от краев пластины до участка коррозионного повреждения и его радиус 18 мм.
  6. Контуры трещины задаем с помощью трех прямых линий.
  7. С помощью команды «Отсечь» удаляем часть участка коррозионного повреждения, находящуюся между стенками трещины.
  8. С помощью команды «Автоматическое нанесение размеров» задаем расстояния 39,90 мм от краев пластины до краев трещины и глубину трещины 8 мм.
  9. Контур второго участка коррозионного повреждения также задаем с помощью инструмента «Дуга через три точки».
  10. С помощью команды «Отсечь» удаляем часть прямоугольника, находящуюся внутри второго участка коррозионного повреждения.
  11. С помощью команды «Автоматическое нанесение размеров» задаем расстояние 10 мм от правого края пластины до правого края второго участка коррозионного повреждения, длину второго участка коррозионного повреждения (12 мм) и его радиус (15 мм).
  12. Выходим из режима построения эскиза.
- Используя команду «Вытянутая бобышка/основание», создаем пластину толщиной 2 мм.

В меню «Вставка» активизируем пункт меню «Таблица параметров». В окне «Размеры» выбираем размеры «D3@ЭСКИЗ31», «D4@ЭСКИЗ31», «D5@ЭСКИЗ31», «D8(о)Эскиз1», «D9@Эскиз1», «D10@ЭСКИЗ31», «D11@3СКН31». Появляется таблица Microsoft Excel, в которой есть восемь заполненных колонок А, В, С, D, E, F, G, и H. Заполняем пустые строки, причем в колонке А пишем название конфигурации детали, в колонках В, С, D, E, F, G, и H - числовые значения расстояний от краев пластины до участка коррозии, радиус участка коррозии, глубины трещины, расстояния от правого края пластины до правого края второго участка коррозионного повреждения, длины второго участка коррозионного повреждения и его радиуса соответственно. После выхода из таблицы Microsoft Excel список созданных конфигураций появляется во вкладке «Менеджер конфигурации».

Геометрические параметры эксплуатационных повреждений трубопроводов и подсчитанные для них величины КИН приводятся в таблицах. Получены полиномы, позволяющие определять значения КИН для всех рассмотренных вариантов геометрических параметров повреждений, которые имеют вид:

$$K(e) = A_1 \cdot e^3 + A_2 \cdot e^2 + A_3 \cdot e + A_4.$$

Значения коэффициентов полиномов для исследованных случаев повреждений приводятся в таблице.

Построены графики зависимости КИН от рассмотренных эксплуатационных повреждений. В качестве примера на рис. 2 показаны графики для некоторых случаев повреждений:

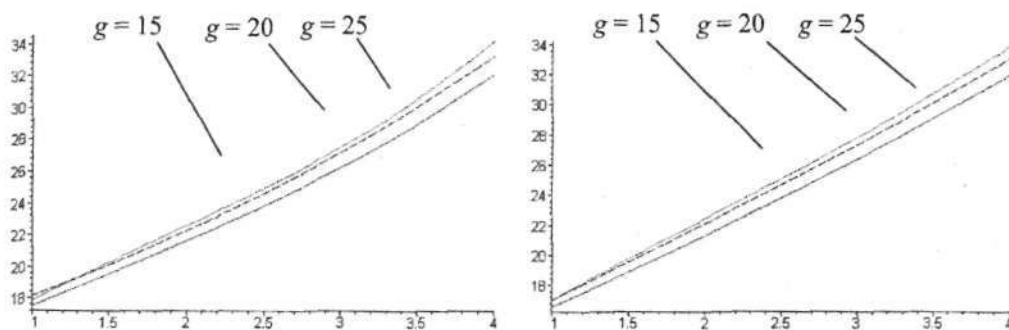


Рис. 2. Графики зависимости КИН от рассмотренных коррозионных повреждений

Таким образом, наибольшее влияние на величину КИН помимо длины трещины оказывает глубина основной коррозии. При их увеличении значение КИН возрастает. Ширина основной коррозии влияет на величину КИН незначительно.

При приближении дополнительной коррозии к основной и увеличении глубины последней значение КИН возрастает.

Таким образом, предлагаемый метод позволяет определять значения КИН при наличии различных эксплуатационных повреждений трубопроводов, что дает возможность оценить их несущую способность.

#### Литература

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений / под ред. Ю. Мураками. - Т. 1. - Москва : Мир, 1990. - 448 с.

## ЗАДАЧА О КОНТАКТЕ ДВУХ УПРУГИХ ТЕЛ БОЧКООБРАЗНОЙ ФОРМЫ

А. А. Примак, П. В. Дорошко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Г. П. Тариков, В. В. Комраков

При расчете деталей трибосопряжений необходимо определять контактные напряжения, что связано с необходимостью решения пространственных контактных задач. Вместе с тем, решение таких задач аналитическими методами связано с большими трудностями. В связи с этим, другие методы решения пространственных контактных задач, и в частности, с помощью электрического моделирования представляют известный интерес.

Рассмотрим аналитическое решение задачи для области контакта в виде эллипса и решение этой же задачи, полученное с помощью электрического моделирования.

**Постановка задачи.** Два упругих тела, ограниченные выпуклыми поверхностями  $S_1$  и  $S_2$ , соприкасаются в точке  $O$  (рис. 1). Приняв точку  $O$  за начало координат, проведем оси  $z_1$  и  $z_2$ , перпендикулярные к общей касательной плоскости  $\Pi$ , внутрь каждого из тел.

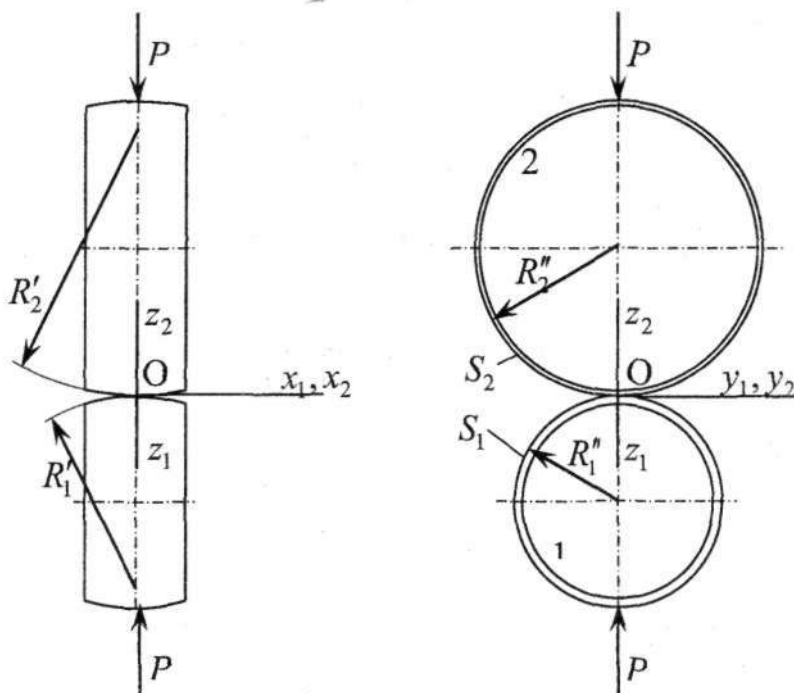


Рис. 1. Схема контакта

На рис. 1 также показаны  $R_1, R_2$  - радиусы бочкообразных образующих роликов и  $R_1'', R_2''$  - радиусы первого и второго роликов соответственно.

В случае отсутствия нагрузки на ролики имеем точечный контакт, который при приложении силы  $P$  переходит в эллиптическую площадку контакта.

Интегральное уравнение, описывающее распределение давления по площадке контакта имеет вид [1]:

$$\left( \delta - \frac{x^2}{2R_1} - \frac{y^2}{2R_2} \right) = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2\pi} \iint_{\Omega} \frac{p(x_1, y_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} dx_1 dy_1, \quad (x, y) \in \Omega, \quad (1)$$

$$\text{где } \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_1'} + \frac{1}{R_2'}, \quad \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1''} + \frac{1}{R_2''}, \quad (2)$$

$$\vartheta_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1}, \quad \vartheta_2 = \frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2},$$

$p(x, y)$  – контактное давление на площадке контакта;  $E_1, E_2$  и  $\nu_1$  и  $\nu_2$  – соответственно модули упругости первого рода и коэффициенты Пуассона материалов первого и второго роликов.

Решение уравнения (1) описывается группой выражений:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{K(e) - E(e)}{\frac{1}{1-e^2} E(e) - K(e)}, \quad (3)$$

$$a = \left\{ \frac{3}{2\pi} (\vartheta_1 + \vartheta_2) R_1 P \frac{1}{e^2} [K(e) - E(e)] \right\}^{1/3}, \quad (4)$$

$$b = a\sqrt{1-e^2}, \quad (5)$$

$$\delta = \frac{3}{4} p_c (\vartheta_1 + \vartheta_2) b K(e) \quad (6)$$

$$p(x, y) = \frac{3}{2} p_c \left( 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right)^{1/2}, \quad (7)$$

где  $p_c = \frac{P}{\pi a b} = \frac{P}{\pi a^2 \sqrt{1-e^2}}$ ;  $K(e), E(e)$  – полные эллиптические интегралы;  $e$  – эксцентриситет эллиптической площадки контакта;  $a$  и  $b$  – большая и меньшая полуоси эллиптической площадки контакта соответственно;  $\delta$  – сближение упругих тел.

Перепишем уравнение (1) в виде:

$$\iint_{\Omega} \frac{p(x_1, y_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} dx_1 dy_1 = \frac{\left( \delta - \frac{x^2}{2R_1} - \frac{y^2}{2R_2} \right)}{\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2\pi}}, \quad (x, y) \in \Omega. \quad (8)$$

Обозначив правую часть через  $W(x, y)$ , получим:

$$\iint_{\Omega} \frac{p(x_1, y_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} dx_1 dy_1 = W(x, y). \quad (9)$$

При этом должно выполняться уравнение статики

$$P(t) = \iint_{\Omega} p(x, y, t) dx dy. \quad (10)$$

Известно, что выражение для электростатического потенциала токопроводящего элемента, имеющего форму площадки контакта, можно записать в виде:

$$\iint_{\Omega} \frac{q(x_1, y_1) dx_1 dy_1}{\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}} = \Psi(x, y), \quad (11)$$

где  $\Psi(x, y) = \psi(x, y)4\pi k_0 \varepsilon$ ;  $k_0$  – диэлектрическая постоянная;  $\varepsilon$  – диэлектрический коэффициент среды;  $q(x, y)$  – плотность заряда на поверхности токопроводящего элемента.

Общее количество электричества токопроводящего элемента будет:

$$Q = \iint_{\Omega} q(x, y) dx dy. \quad (12)$$

В основе метода электрического моделирования пространственных контактных задач лежит аналогия интегральных уравнений (9), (11) и (10), (12). В соответствии с этой аналогией распределение электрического заряда на поверхности токопроводящего элемента, являющегося аналогом площадки контакта, аналогично распределению контактных давлений на площадке контакта. Задавая электрический потенциал на токопроводящий элемент в соответствии с правой частью интегрального уравнения (9) контактной задачи и замерив плотность заряда на его поверхности в исследуемых точках, используя критерии подобия, можно определить контактные давления в соответствующих точках площадки контакта.

Решение задачи осуществлялось с помощью специального электро моделирующего устройства [1], [2], [3]. Для решения этой задачи были приняты следующие исходные данные: коэффициент Пуассона  $\nu = 0,3$ ; модуль Юнга  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па. Остальные исходные данные приведены в таблице.

№	$R_1'$	$R_1''$	$R_2'$	$R_2''$	$P, \text{ Н}$	Аналитическое решение				Экспериментальное решение			
	мм					$a1, \text{ мм}$	$b1, \text{ мм}$	$P_{\max}, \text{ ГПа}$	$\delta \cdot 10^{-3}, \text{ мм}$	$a1, \text{ мм}$	$b1, \text{ мм}$	$P_{\max}, \text{ ГПа}$	$\delta \cdot 10^{-3}, \text{ мм}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
1	25	650	15	650	30	0,28068	0,02918	0,17156	0,16621	0,281	0,029	0,17	0,1663
2	25	350	15	350	30	0,21776	0,21776	0,19619	0,19297	0,218	0,218	0,196	0,193
3	25	100	15	100	30	0,12680	0,04211	0,26316	0,25528	0,127	0,042	0,263	0,255
4	25	1000	15	1000	30	0,33354	0,02690	0,15659	0,14927	0,334	0,027	0,1567	0,149

№	$R'_1$	$R''_1$	$R'_2$	$R''_2$	$P, \text{ Н}$	Аналитическое решение				Экспериментальное решение			
	мм					$a1, \text{ мм}$	$b1, \text{ мм}$	$P_{\text{max}}, \text{ ГПа}$	$\delta \cdot 10^{-3}, \text{ мм}$	$a1, \text{ мм}$	$b1, \text{ мм}$	$P_{\text{max}}, \text{ ГПа}$	$\delta \cdot 10^{-3}, \text{ мм}$
5	25	250	15	250	40	0,20807	0,03868	0,23280	0,25278	0,21	0,04	0,233	0,253
6	25	250	15	250	50	0,22413	0,04167	0,25077	0,29333	0,22	0,04	0,251	0,29
7	25	250	15	250	60	0,23818	0,04428	0,26649	0,33124	0,24	0,04	0,26	0,33
8	25	250	15	250	10	0,06084	0,01131	0,06807	0,02161	0,0608	0,0113	0,068	0,0216

Получены аналитические решения контактных задач по формулам (1)-(7) при различных геометрических размерах бочкообразных роликов и при различных величинах нагрузки. Результаты решения приведены в таблице.

Получены также решения контактной задачи с помощью электро моделирующего устройства (ЭМУ-2) при тех же исходных данных. Проведено сравнение результатов, полученных аналитически и экспериментально. Из таблицы видно, что относительная погрешность эксперимента не превышает 5 %.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что метод электрического моделирования может успешно применяться для решения контактных задач инженерной практики, а также для проверки результатов, полученных другими методами.

#### Литература

1. Бородачев, Н. М. Устройство для моделирования пространственных контактных задач : а. с. № 570905 / Н. М. Бородачев, Г. П. Тариков // Бюл. изобрет. - 1977. - № 32.
2. Бородачев, Н. М. Устройство для решения пространственных контактных задач : а. с. № 1791829 / Н. М. Бородачев, Г. П. Тариков // Бюл. изобрет. - 1992. - № 32.
3. Примак, А. А. Модернизация электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач / А. А. Примак, П. В. Дорошко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы VIII Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. - С. 55-59.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИВОДА СТАНКА

А. В. Танкевич

Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель М. И. Михайлов

Исходными данными для проектирования привода являются: минимальное и максимальное значения частот выходного вала (полученные из расчетов режимов резания), частота вращения вала двигателя, значение знаменателя геометрической прогрессии ряда частот. Расчет производился по методике [1].

Общий вид структурной формулы привода:

$$Z = \left( \prod_{j=1}^n (P_{j,j+1})_{X_{j+1}} + P_n \right) \prod_{j=1}^m (P_{j,j+1})_{X_{n+1}} + P_{1,m} \prod_{j=1}^k (P_{j,j+1})_{X_{j+1}} + P_k,$$



где  $P_{j,j+1}$  – последовательно расположенные группы передач между валами  $j, j+1$ ;  $P_{1,n}, P_{1,m}, P_{1,k}$  – группы передач между первым и соответствующими валами  $n, m, k$ ;  $X_{j+1}$  – характеристика группы передач  $X_{j+1} \equiv Z_j$ .

Передаточные отношения передач:

– понижающих

$$i_{pj-1,j} = \frac{1}{\Phi^{e'_{j-1,j-z(p_{j-1,j}-1)}}};$$

– повышающих

$$i_{pj-1,j} = \Phi^{e''_{j-1,j-z_j(p''_{j-1,j}-1)}},$$

где  $p''_{j-1,j}$  – номер повышающей передачи между валами  $j-1, p^I = 1, \dots, e''_{j-1,j}$ ;  $p^I_{j-1,j}$  – номер понижающей передачи  $p^I_{j-1,j} = 1, \dots, e^I_{j-1,j}$ .

Итогом данных расчетов, для рассматриваемых вариантов (исходные данные:  $z = 9, n_{дв} = 1000$  об/мин,  $\Phi = 1,78, n_{min} = 58$ ), является:

– механизм рукояточного управления – структурная формула:  $z = 3_1 2_3 2_3$  (с наложенными частотами);

– трехскоростной электродвигатель – структурная формула:  $z = 3_2 \times 2_1 2_{33} 2_3$  (с наложенными частотами);

– механизм с встречными конусами зубчатых колес – структурная формула:  $z = 3_1 2_3 2_3$  (с наложенными частотами);

– механизм с кулачковыми муфтами – структурная формула:  $z = 3_1 2_3 2_3$  (с наложенными частотами).

В данной работе функциями оптимизации является: металлоемкость, себестоимость, осевые габариты, радиальные габариты, объем в пространстве.

Далее, на основе предварительно выполненных силовых расчетов, представлены возможные варианты компоновок (рис. 1–5):

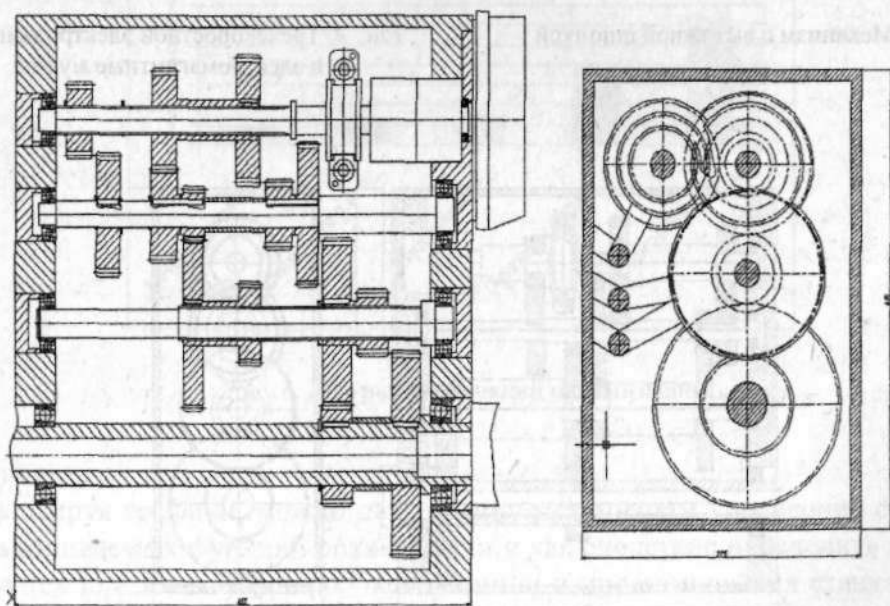


Рис. 1. Механизм рукояточного управления

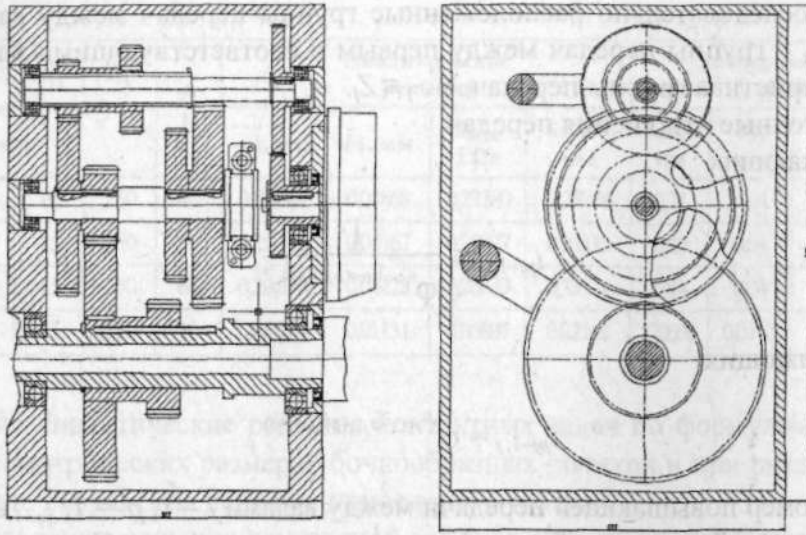


Рис. 2. Трехскоростной электродвигатель и гидрофицированное управление

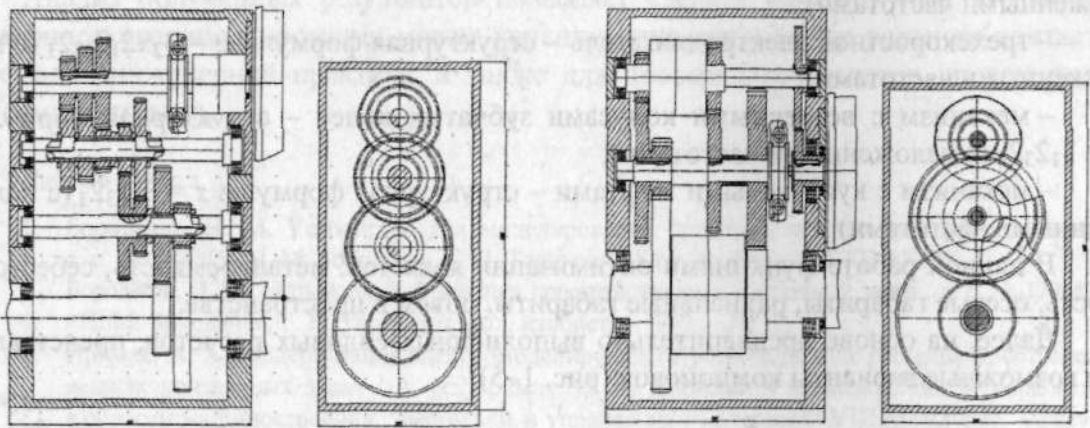


Рис. 3. Механизм с вытяжной шпонкой

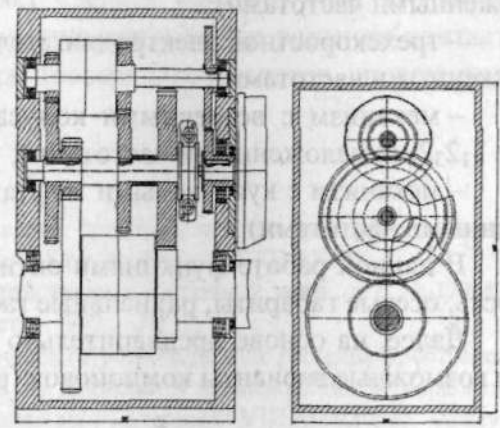


Рис. 4. Трехскоростной электродвигатель и электромагнитные муфты

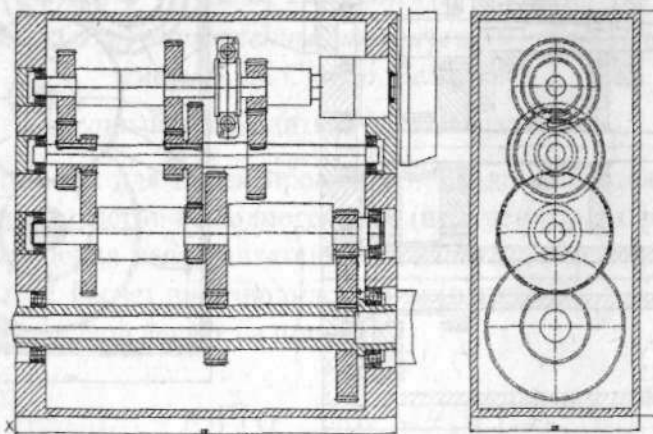


Рис. 5. Механизм с кулачковыми муфтами

На диаграммах (рис. 6) представлены функции оптимизации для приводов, рассматриваемых в работе:

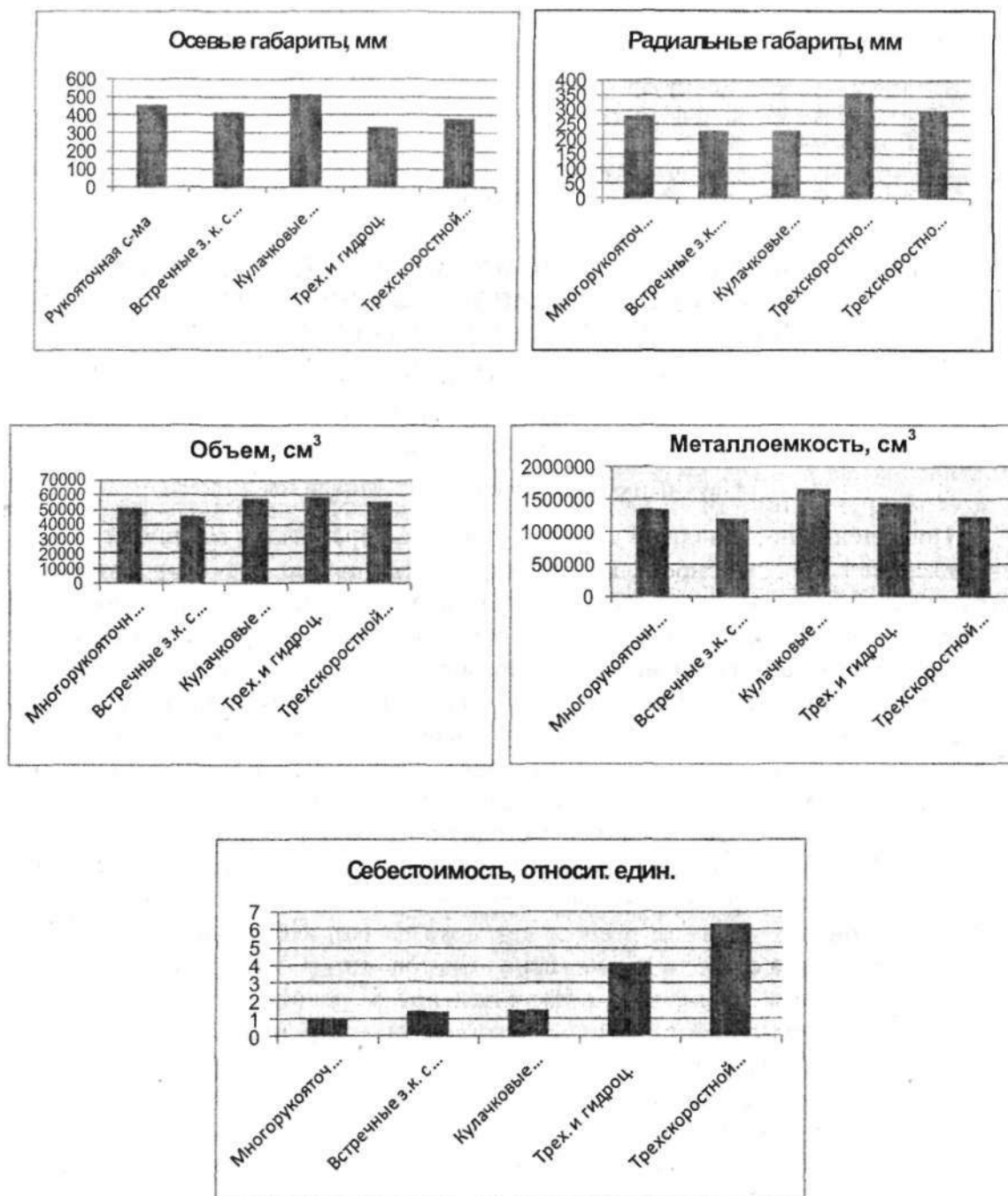


Рис. 6. Диаграммы функций оптимизации

### Заключение

Анализируя графики, можно дать оценку механизмам управления с точки зрения рассматриваемых функций оптимизации и как следствие определить наилучший вариант в тех или иных условиях эксплуатации и проектирования станка: наименьшие осевые габариты - привод с трехскоростным двигателем и гидроцилиндрами, наименьшие радиальные габариты - привод с кулачковыми муфтами, менее метал-

лоемкий - механизм с вытяжной шпонкой, наиболее экономичный с материальной стороны - привод с рукояточным переключением. При анализе всех показателей в целом наиболее оптимальным является механизм вытяжной шпонкой.

#### Литература

1. Михайлов, М. И. Конструирование и расчет станков : практ. рук. к курсовому проектированию «Технология, оборудование и автоматизация машиностроения» / М. И. Михайлов. - Гомель, 2001. - 68 с.
2. Кочергин, А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов : учеб. пособие / А. И. Кочергин. - Минск : Выш. шк., 1991. - 382 с.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

**П. В. Малеев, Т. А. Иванова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Повышение производительности и качества обработки в машиностроении в значительной степени определяется работоспособностью металлорежущего инструмента. В условиях современного производства более широко используется сборный режущий инструмент, в котором в качестве режущих элементов используется дорогостоящий материал. Повышение износостойкости и прочности инструмента приведет к снижению расхода дефицитного материала, что является важным для экономики Беларуси. В условиях современного производства более широко используется сборный режущий инструмент. Влияние многих технических показателей сборного инструмента на его работоспособность еще недостаточно изучено. Современные методики расчета прочности, жесткости и износостойкости сборного инструмента позволяют более полно учитывать технологические и конструктивные параметры его элементов. Основные показатели работоспособности сборных резцов, как показывают исследования, зависят от системы крепления спеченных многогранных пластин (СМП). Процессы, происходящие в системе крепления, в значительной мере обусловлены условиями контакта между режущей пластиной и корпусом инструмента. В свою очередь условия контакта зависят от стабильности геометрических параметров пластин, от формы и размеров площадей касания ее граней с элементами системы крепления, плоскостности базовых граней. Для улучшения условий контакта между режущей пластиной и корпусом инструмента применяется дополнительная технологическая обработка ее базовых граней.

Актуальными являются задачи: создание композиционного полимерного покрытия (КПП), обладающего адгезионной прочностью к твердым сплавам и минимальной чувствительностью к изменениям нагрузки и температур.

Эпоксидные смолы, благодаря комплексу ценных свойств - высокой адгезии к металлам, высокой прочности и жесткости, малой ползучести под нагрузкой подходят наиболее полно для реализации данной задачи. Вместе с тем невысокие ударо- и трещиностойкость эпоксидных смол в значительной мере ограничивают их применение в условиях воздействия ударных и вибрационных нагрузок, температурных перепадов.

Как показывают исследования, одним из наиболее перспективных путей повышения эксплуатационных свойств эпоксидных композиций является использование в качестве модификатора полиэфирных смол. Целесообразность применения полиэфирных смол для модифицирования эпоксидов определяется хорошей совместимостью компонентов в широком температурном интервале. Кроме того, для обеспечения демпфирующих свойств покрытия необходим наполнитель, свойства которого будут влиять как на работоспособность инструмента, так и на свойства покрытия [1]-[4].

Цель настоящей работы заключалась в разработке композиционного материала на основе эпоксиполиэфирных смол для покрытия базовых граней рабочих элементов сборных резцов, обеспечивающего повышение их работоспособности (прочности, жесткости, износостойкости).

Объектами исследования являлись сборные резцы с СМП, СМП и сборные резцы с композиционным покрытием СМП. Предметом исследования являлись адгезионные, физико-механические пределы прочности при сжатии и растяжении, плотность, теплостойкость.

Изучен механизм взаимодействия эпоксидной и полиэфирной смол.

Установлено, что нанесение покрытия на базовые грани СМП позволяет изменить характер микроперемещений пластин при изменении статической нагрузки.

Было исследовано покрытие, в состав которого входили: эпоксидная смола (ЭД-40), полиэфирная смола (ПЭ-265), полиамид (Л-20), ускоритель, наполнитель (карбид кремния зеленый), 3%-й раствор парафина в стироле (марки Б) и инициатор (гидроперекись изопропилбензола). В качестве варьируемых параметров были приняты: содержание (масс.ч.) полиэфирной смолы, наполнителя и отвердителя - пластификатора.

Для закрепления на испытательной машине на образцах выполнялись головки Т-образной формы. Толщину покрытия при нанесении регулировали величиной сжимающего образцы усилия, а соосность их обеспечивали конструкцией приспособления. В этом приспособлении стержни помещались на металлический уголок, закрепленный основанием между подвижным упором и микрометрическим винтом. На подвижный упор устанавливается груз, который перемещается до ограничителя. Вращая микрометрический винт, контрольные образцы сдвигаются до соприкосновения их торцовыми поверхностями. Затем по лимбы устанавливается величина зазора, равная необходимой толщине адгезионного шва [5].

В ходе проведения опытов мы получили следующие данные (рис. 1):

	Независимые переменные				1	2	3	4	1	2	3	4
		Полиэфирная смола, мл	Эпоксидная смола, мл	Наполнитель, мл	δ, мм	δ, мм	δ, мм	δ, мм	P δ, Н/мм	P δ, Н/мм	P δ, Н/мм	P δ, Н/мм
Уровни варьирования	-1.68	2.2	3.7	2.2								
	-1.00	1.5	2.4	1.5								
	0.00	1.3	2.2	1.3								
	-1.00	1.1	2.0	1.1								
	1.682	0.4	0.7	0.4								
Интервал варьирования		0.2	0.2	0.2								
Номера опытов	1	1.5	2.4	1.5	6.35	6.30	6.30	6.25	787	794	794	800
	2	1.5	2.4	1.1	8.00	7.90	7.90	8.10	625	633	633	617
	3	1.5	2.0	1.5	6.60	6.50	6.60	6.70	530	615	530	597
	4	1.1	2.4	1.5	5.80	5.80	5.90	5.70	862	862	847	877
	5	1.5	2.0	1.1	6.90	6.80	6.90	6.90	724	735	724	724
	6	1.1	2.0	1.5	7.20	7.20	7.40	7.00	625	625	608	643
	7	1.1	2.4	1.1	9.20	9.30	9.40	9.10	500	538	532	549
	8	1.1	2.0	1.1	7.80	7.70	7.80	7.60	641	649	641	658
	9	2.2	2.2	1.3	7.60	7.60	7.60	7.60	460	526	526	526
	10	1.3	3.7	1.3	8.00	8.00	8.20	7.90	500	500	488	506
	11	1.3	2.2	2.2	8.00	8.00	8.00	7.90	563	563	563	570
	12	0.4	2.2	1.3	7.00	6.90	7.00	7.20	714	725	714	694
	13	1.3	0.7	1.3	9.00	9.00	9.90	9.00	167	167	167	167
	14	1.3	2.2	0.4	7.50	7.60	7.50	7.50	667	658	667	667
	15	1.3	2.2	1.3	5.00	4.80	5.20	5.00	1000	1042	962	1000
	16	1.3	2.2	1.3	4.80	4.90	5.00	4.70	1042	1020	1000	1064
	17	1.3	2.2	1.3	4.80	4.70	5.00	4.80	1042	1064	1000	1042
	18	1.3	2.2	1.3	5.00	5.00	5.10	4.90	1000	1000	882	1020
	19	1.3	2.2	1.3	4.80	4.80	5.10	4.90	1042	1042	980	1020
	20	1.3	2.2	1.3	4.80	4.80	5.00	4.60	938	1042	900	1087

Рис. 1

Для получения более точных данных были проведены параллельные опыты и параллельные эксперименты. Эти данные обрабатывались отдельно для параллельных опытов и для параллельных экспериментов.

Создав начальную модель, просчитав коэффициенты в этой модели, проверили значимость каждого коэффициента. Убрав из модели незначимые коэффициенты, проверяли адекватность модели. Если модель оказывалась неадекватной, то переходили к следующей. Так была просчитана модель: линейная, неполно квадратичная, квадратичная (рототабельный и ортогональный план). Была получена окончательная модель в относительных и абсолютных единицах. Далее был построен график зависимости перемещения СМП под действием силы от содержания в покрытии эпоксиполиэфирных смол.

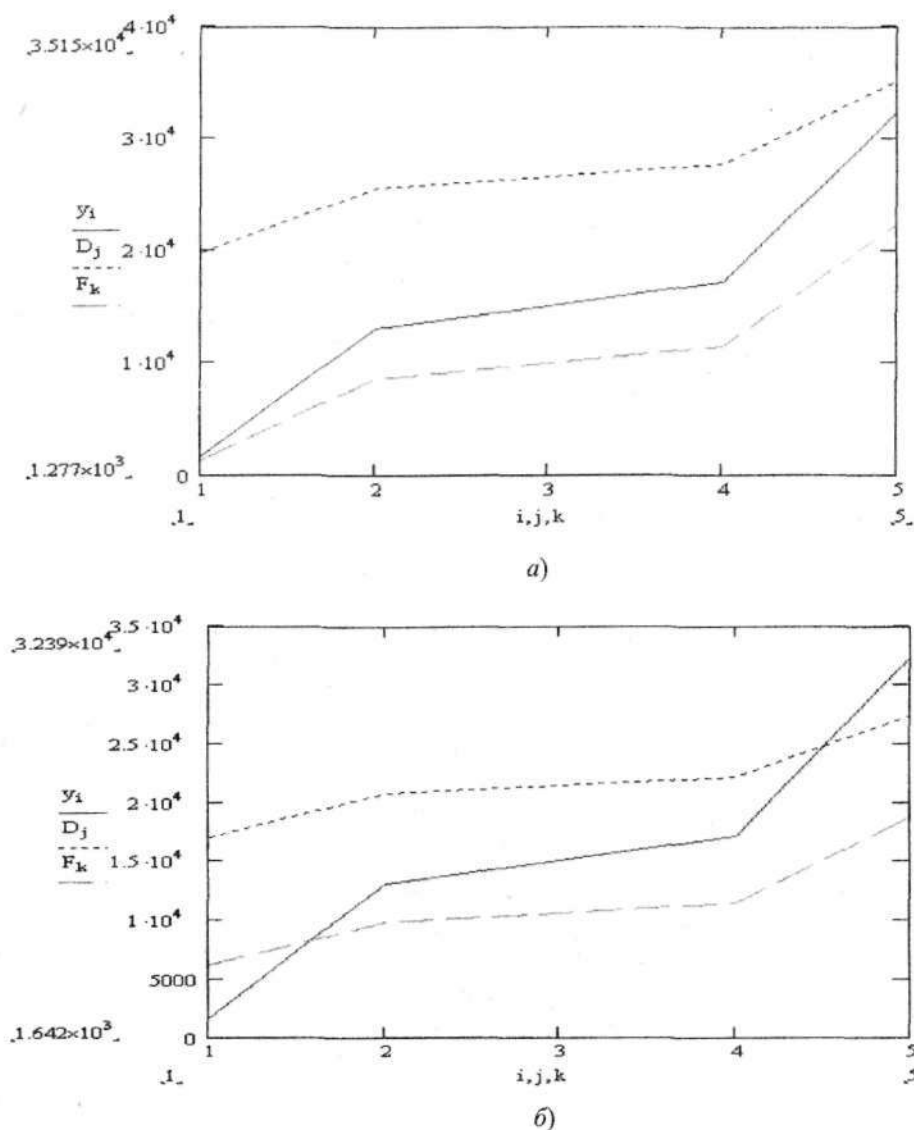


Рис. 2. Влияние перемещения СМП от содержания эпоксиполиэфирных смол в покрытии: *a* - при параллельных опытах; *б* - при параллельных экспериментах

Как видно на графиках при уменьшении содержания эпоксиполиэфирных смол в покрытии СМП увеличивается их перемещение под действием сил.

#### Литература

1. Лапицкий, В. А. Физико-механические свойства эпоксидных полимеров и стеклопластиков / В. А. Лапицкий, А. А. Крицук. - Киев : Наукова думка, 1986. - 96 с.
2. Коляго, Г. Г. Материалы на основе ненасыщенных полиэфиров / Г. Г. Коляго, В. А. Струк. - Минск : Наука и техника, 1990. - 136 с.
3. Триботехнические характеристики композиционных покрытий / Е. В. Овчинников [и др.] // Трение и износ. - 2000. - № 1. - С. 76.
4. Град, Н. М. Полиэфирно-эпоксидные композиции и их применение в промышленности / Н. М. Град. - Ленинград : ЛДНТП, 1981. - С. 468.
5. Михайлов, М. И. Оптимизация состава фрикционного покрытия твердосплавных пластин сборного инструмента / М. И. Михайлов, З. Я. Шабакаева // Материалы, технологии, инструмент. - Солигорск, 1996. - С. 28.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДРОБЛЕНИЯ КАПЕЛЬ ВЯЗКОТЕКУЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА

С. Г. Чекан

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Целью данной работы является исследование особенностей дробления капель рабочей жидкости поверхностью вращающегося диска, теоретический анализ процессов сопровождающих процесс дробления.

Процесс каплеобразования на вращающемся диске подвержен влиянию рабочих параметров и физических констант рабочей жидкости.

Процесс дробления капли состоит в следующем. После поступления капель на поверхность вращающегося диска она движется к периферии, образуя на диске сферическую каплю. В момент отрыва от диска под действием центробежных сил капля связана с диском тонкой нитью, которая потом быстро распадается, образуя вторичную каплю спутник.

Результаты исследований. Результатом капельного распыления является бимодальное распределение размеров получаемых частиц. Вторичные частицы составляют небольшую часть общей массы жидкости, но их число приблизительно равно числу основных частиц (рис. 1). Таким образом, вторичные частицы образуются из каждой основной капли. По мере увеличения размеров первоначальной капли, попадающей на поверхность вращающегося диска, они вытягиваются, образуя тонкие нестабильные струи, которые, отрываясь от кромки на некотором расстоянии, дробятся на капли. Размер струи может увеличиваться до предельного значения, которое зависит от скорости вращения диска. Увеличение размеров первоначальной капли вызывает увеличение диаметра струй [2]. Форма получаемых частиц жидкости при переходе из области капельного распыления в область струйного дробления изменяется. В первом случае образуются частицы с формой, близкой к полусферической, а во втором - эллипсоидные, т. е. вытянутой формы.

При подаче капель жидкости больших объемов на диск возможна ситуация, при которой толщина струи далее увеличиваться не может. В этом случае капли образуются из пленки. И в данном случае от кромки диска отрывается свободная пленка жидкости. Поверхность ее не устойчива, поэтому пленка дробится. По сравнению с механизмом капельного и струйного дробления пленочное распыление - наименее контролируемый процесс, в большей степени он зависит от аэродинамических условий окружающей среды, особенно при больших скоростях вращения, т. е. при малом времени контакта с поверхностью диска.

Переход от одного механизма дробления к другому зависит от рабочих параметров процесса и физических свойств рабочей жидкости. Для установления критериев перехода от механизма распыления струи к механизму распыления пленок и обратно используют размерный анализ.

Критерий Хинзе-Мильборна, позволяющий определить области превалирующего механизма распыления, можно представить в виде:

$$Hi = \frac{\mu_l^{0,17} V_k \rho_l^{0,71} \omega^{0,6}}{\gamma_l^{0,88} d_{kp}^{0,68}}, \quad (1)$$

где  $\mu_l$  - коэффициент динамической вязкости;  $V_k$  - скорость подачи жидкости на поверхность диска;  $\rho_l$  - плотность жидкости;  $\gamma_l$  - коэффициент поверхностного



натяжения;  $\omega$  – угловая скорость диска;  $d_{kp}$  – диаметр диска. Капельное распыление реализуется при выполнении условия  $Hi < 0,07$ ; струйное – при выполнении условия  $0,07 < Hi < 1,33$ ; пленочное –  $Hi > 1,33$ .

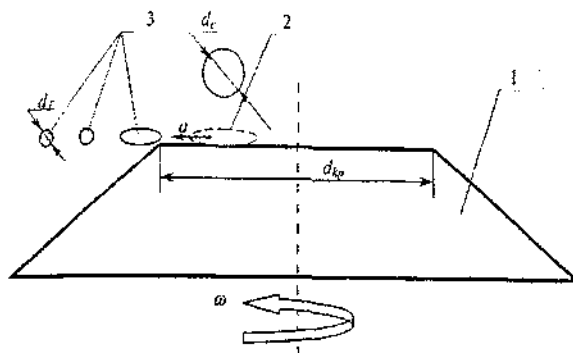


Рис. 1. Схема дробления капли жидкости вращающимся диском:  
1 – вращающийся диск; 2 – растекшаяся капля; 3 – раздробленные фрагменты  
первичной капли

Рассмотрим зависимость размеров получаемых частиц от рабочих параметров процесса. Коэффициент поверхностного натяжения жидкости можно определить из уравнения [5]:

$$\gamma_l = d_c^2 a \rho_l / 6, \quad (2)$$

где  $d_c$  – размер частицы;  $a$  – ускорение, которое можно определить из выражения:

$$a = \omega^2 d_{kp} / 2. \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) можно получить выражение для определения теоретического диаметра капли, образованной под действием центробежных сил:

$$d_T = 1 / \omega \sqrt{12 \gamma_l / \rho_l d_{kp}}. \quad (4)$$

Если выразить размер капли в микрометрах, то получаем следующую зависимость:

$$d_T = 3,46 \cdot 10^6 / \omega \sqrt{\gamma_l / \rho_l d_{kp}}. \quad (5)$$

Этот идеализированный случай дает основное соотношение:

$$d_T = K / \omega \sqrt{\gamma_l / \rho_l d_{kp}}, \quad (6)$$

где  $K$  – константа, зависящая от угловой скорости вращения диска, размера подаваемой капли расплава на диск и от конструкции установки. Причем с увеличением угловой скорости вращения диска и размеров капли расплава значения константы  $K$  могут изменяться в сторону возрастания. На основе многочисленных экспериментальных данных получена зависимость среднего массового диаметра частиц от рабочих параметров процесса:

$$d_T = 3,65 \cdot 10^6 / \omega \left( \frac{\gamma_l}{\rho_l} \right)^{0,46} \frac{V_k^{0,06}}{d_{kp}^{0,58}} \quad (7)$$

Для распыления рабочей жидкости вращающимся диском при независимой подаче жидкости используют зависимость:

$$d_T = \frac{K}{(\omega d_{kp})^{0,5}} \left( \frac{\gamma_l}{\rho_l g} \right)^{0,125} \left( \frac{V_k \mu_l}{\rho_l} \right)^{0,25} \quad (8)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения. С учетом того, что на поверхность вращающегося диска жидкость подается в виде капель, скорость подачи жидкости для единичной капли можно представить в следующем виде:  $V_k \approx \pi d_c^3 / 6$ , где  $d_c$  – диаметр капли до контакта с поверхностью вращающегося диска.

Исходя из этого, зависимость (8) можно переписать в следующем виде:

$$d_T = \frac{K}{(\omega d_{kp})^{0,5}} \left( \frac{\gamma_l}{\rho_l g} \right)^{0,125} \left( \frac{\pi d_c^3 \mu_l}{6 \rho_l} \right)^{0,25} \quad (9)$$

По сравнению с предыдущими уравнениями, например (7), степень воздействия рабочих параметров на средний диаметр частиц различна. Из полученного выражения (9) видно, что размер получаемых частиц будет зависеть от свойств рабочей жидкости, диаметра и угловой скорости вращения диска. Причем с увеличением последних размеры получаемых частиц будут уменьшаться, что подтверждается графическими зависимостями приведенного диаметра получаемых частиц  $d_T$  от диаметра капли жидкости, ее физических характеристик и угловой скорости диска, представленными на рис. 2.

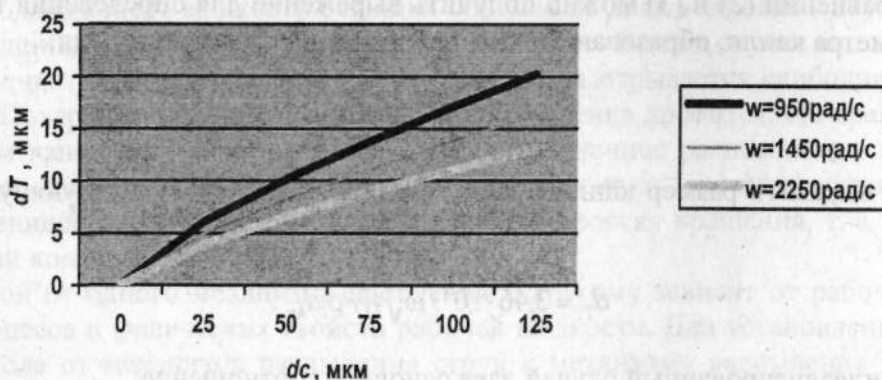


Рис. 2. Зависимость диаметра получаемых капель от исходных размеров капли жидкости (Глицерин); ( $\omega$  – скорость вращения диска);  $\rho = 1260$  кг/м<sup>3</sup>;  $\mu = 1480$  сП;  $\gamma = 59,4$  мН/м

#### Литература

1. Walton, W. H. The production of sprays and mists of uniform drop size by means of spinning disc, type sprayers / W. H. Walton, W. C. Prewett // The Proc. Phys. Soc. – 1949. – В62. – P. 341–350.

### 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЫВЕШИВАНИЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ АДАПТЕРА

**Е. П. Кошно**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

Механизмы вывешивания адаптера (МВА) являются составной частью таких сложных технических объектов, как мобильные сельскохозяйственные агрегаты (МСХА). Они предназначены для связи энергоносителей с адаптерами. МВА - пространственный шарнирно-рычажный механизм, посредством тяг связывающий энергоноситель с адаптером (подборщиком, жаткой), компенсирует большую часть веса адаптера с помощью пружинных блоков. МВА предназначен для обеспечения качественного копирования опорной поверхности башмаками адаптера, стабилизируя их давление на почву в заданных пределах. Некачественное копирование приводит либо к увеличению высоты среза убираемой культуры и тем самым к росту потерь урожая, либо к повышенному износу башмаков и эрозии поверхностного слоя почвы. Поэтому актуально, имея модель МВА, рассматривать различные критические случаи при копировании опорной поверхности с целью повышения качества копирования.

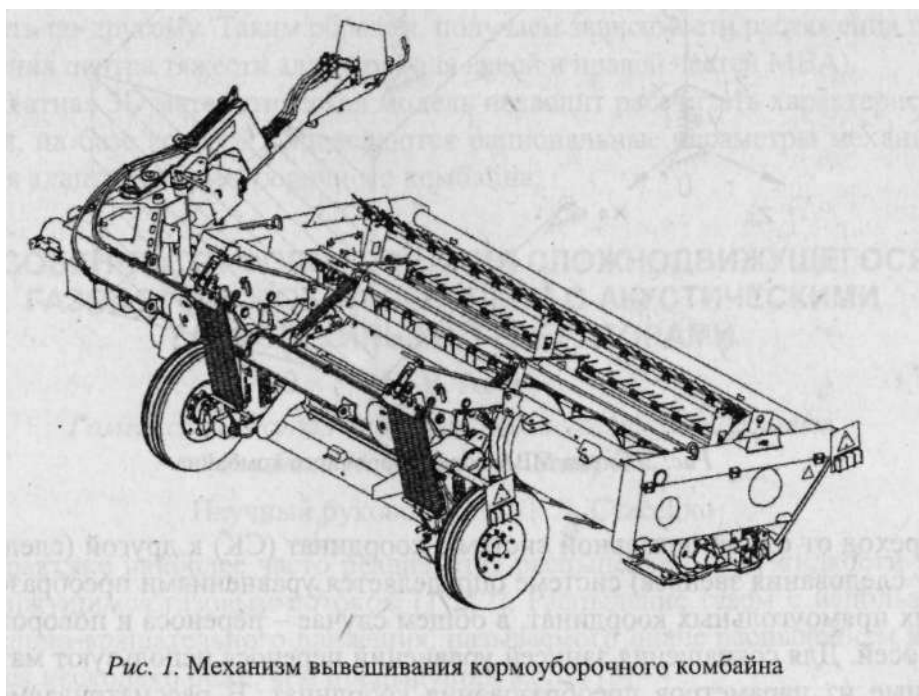


Рис. 1. Механизм вывешивания кормоуборочного комбайна

В случае симметричного расположения центра тяжести адаптера (относительно продольной плоскости комбайна) конструкцию МВА можно считать состоящей из правой и левой частей. Эти части по отдельности можно рассматривать на плоскости. К тому же, формальное сведение пространственных МВА к плоским аналогам обосновано только тогда, когда технически обеспечивается движение всех их подвижных шарниров в параллельных плоскостях.

Целью проделанной работы являлось построение модели МВА в случае, когда требуемые условия копирования нарушены.

Наибольшее применение для определения кинематических характеристик пространственных рычажных механизмов в аналитической форме находят два метода: метод преобразования координат и геометрический метод. Последний очень трудоемок и заключается в последовательном проецировании кинематической схемы на ряд плоскостей с последующим определением неизвестных величин с помощью тригонометрических формул. Поэтому в ходе решения поставленной задачи был выбран первый метод - преобразования координат.

При этом методе выбирают некоторое число систем координат, достаточное для математического описания геометрической формы звеньев и относительного движения звеньев в каждой кинематической паре. На рис. 2 изображена система координат, связанная с неподвижным нулевым звеном - рамой комбайна, со звеньями 7 и 2. Таким образом, с каждым из пронумерованных звеньев связывается характерно расположенная система координат. Остальные системы координат не показаны, чтобы не загромождать рисунок.

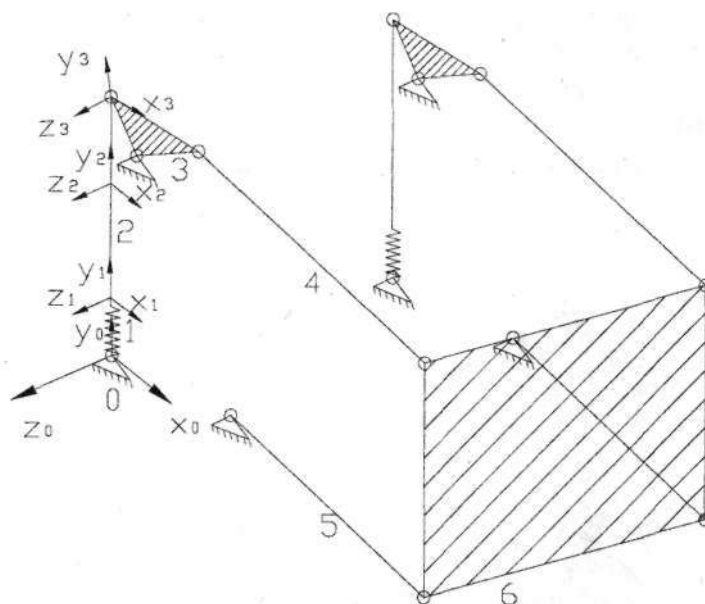


Рис. 2. Схема МВА кормоуборочного комбайна

Переход от одной локальной системы координат (СК) к другой (следующей по порядку следования звеньев) системе определяется уравнениями преобразования декартовых прямоугольных координат, в общем случае - переноса и поворота координатных осей. Для сокращения записей уравнений переноса используют матрицы, составленные из параметров преобразования координат. В рассматриваемом случае СК1 «получается» из СК0 путем перемещения вдоль оси Y на величину растяжения пружины (принята за обобщенную координату).

Матрица такого преобразования имеет вид:

$$A1(Lp) := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & Lp \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $L_1$  – длина звена 1, иначе, величина растяжения пружины.

Далее – СК2 получаем «перемещая» СК1 на величину длины звена 2. СК3 имеем, «поворачивая» СК2 вокруг оси Z (чтобы ось X3 была сонаправлена со звеном 3). Матрицы этих преобразований имеют вид:

$$A_2(L_2) := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A_3(\phi_4) := \begin{pmatrix} \cos(\phi_4) & -\sin(\phi_4) & 0 & 0 \\ \sin(\phi_4) & \cos(\phi_4) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $L_2$  – длина звена 2;  $\phi_4$  – угол поворота.

Аналогично имеем матрицы преобразования последующих СК. Перемножая последовательно все матрицы преобразования систем координат, имеем матрицу, связывающую координаты точек в СК последнего звена с СК звена 0.

Для другой части МВА матрица зависимости координат в связывающая координаты точек в СК последнего звена с СК 0' вычисляется аналогично.

Таким образом, получили возможность вычислить обобщенную координату (растяжение пружины) в зависимости от положения центра тяжести адаптера (с ним связывалась последняя СК). При этом расстояние от начала координат последней СК до центра тяжести адаптера для звеньев правой части МВА будет другим, соответственно и растяжение пружины правой части МВА от положения центра тяжести адаптера будет зависеть по-другому. Таким образом, получаем зависимости растяжения пружины от положения центра тяжести адаптера (для левой и правой частей МВА).

Адекватная 3D математическая модель позволит рассчитать характеристику копирования, на базе которой определяются рациональные параметры механизма вышивания адаптера кормоуборочного комбайна.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНОДВИЖУЩЕГОСЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА ФОРСУНКОЙ С АКУСТИЧЕСКИМИ ГАЗОСТРУЙНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ**

П. В. Асоч

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

На практике наиболее часто реализуется распыление струи жидкости поступательно движущимся газовым потоком [1], [2]. Распыление газом с использованием поступательно-вращательного движения, называемого иначе распылением в смерче, встречается несколько реже, чем предыдущий метод [3].

Схеме распыления жидкости с одновременным использованием поступательно-го, вращательного и колебательного (ПВК) компонентов энергии газа с учетом ее потенциальной энергоемкости уделяется недостаточное внимание, хотя она является наиболее перспективной для получения мелкодисперсных капель.

Целью данной работы явилось исследование особенностей диспергирования жидкости газовым потоком, имеющим ПВК движение и его теоретические основы.

Методика исследования заключается в подаче струи жидкости в центральное отверстие распылительного устройства (форсунки) (рис. 1).

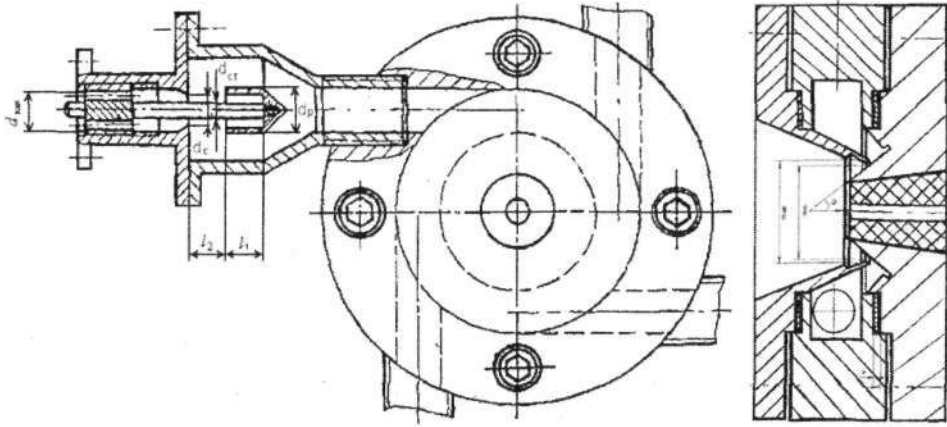


Рис. 1. Схема распыляющего устройства

К каналам форсунки подводился газ-энергоноситель, причем для придания газу-энергоносителю вращательного движения каналы его подвода располагались тангенциально, а для придания последнему колебательного движения в каналах для подвода газа энергоносителя устанавливались стержневые газоструйные генераторы акустической частоты [4].

В качестве газа-энергоносителя был выбран сжатый воздух, азот, аргон, гелий, водород с регулированием давления от 0,2 до 2 МПа.

Исследования показали, что конечные размеры получаемых капель зависят от ряда технологических факторов, причем наибольшее влияние оказывают параметры настройки форсунки: положение генераторов акустической частоты, размер кольцевого зазора сопла и исходное давление газа-энергоносителя.

Формирование газового потока с тремя видами движения является одной из сложных задач математической физики. Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки теоретических основ процессов, происходящих при ПВК диспергировании жидкости и их влияния на конечные размеры капель.

Схема распыления жидкости при создании в газе-энергоносителе поступательного, вращательного и колебательного компонентов энергии газа с учетом ее потенциальной энергоемкости наиболее перспективна для получения мелкодисперсных капель.

Элементы акустических генераторов Гартмона, установленных в каналах для подвода газа энергоносителя, можно рассчитать с учетом условий настройки, обеспечивающих получение максимальной акустической мощности [5]:  $l_1$  - глубина резонатора;  $l_2$  - расстояние от сопла до входа в резонатор.

Для определения акустической мощности (кВт), развиваемой единичным акустическим генератором, можно воспользоваться эмпирической зависимостью [5]:

$$W_{al} = 295 \left( \left( \frac{d_c - d_{ст}}{100} \right) \left( 1 + 0,8 \frac{d_{ст}}{d_c} \right) \right)^2 \sqrt{\frac{P_u - 0,9}{P_a}}, \quad (1)$$

где  $P_u$ ,  $P_a$  - перепад давления и давление в окружающей среде на выходе из распылительного устройства соответственно;  $d_c$ ,  $d_{ст}$  - диаметр сопла и стержня резонатора соответственно.

Далее происходит вращательно-поступательное движение, изображенное на рис. 2.

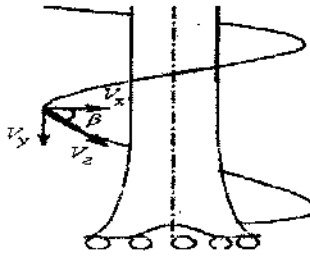


Рис. 2. Схема газового распыления струи жидкости при поступательно-вращательном движении газового потока

Мощность поступательно-движущегося газового потока с учетом составляющих движения вдоль струи жидкости и перпендикулярно последней с учетом уравнения Пуазейля можно определить из следующего выражения:

$$W_{xy} = 50 \cdot \frac{\pi(d_{\max} - d_{\min}) \cdot \rho}{128 \cdot \mu \cdot \ell} \cdot (P_u - P_a) \cdot V_y^2 (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha), \quad (2)$$

где  $V_y$  – компонента скорости потока по оси  $y$ ;  $\alpha = \operatorname{arccotg} \frac{V_x}{V_y}$  – угол атаки газа-энергоносителя на струю жидкости;  $V_x = V_y \operatorname{tg} \alpha$  – компонента скорости потока вдоль оси  $x$ ;  $\alpha = 90 - \beta$ .

Вращательное движение газового потока вокруг струи жидкости приводит к добавочной мощности газового потока, которую можно определить из следующего уравнения:

$$W_r \approx 50 \left( \frac{\pi(d_{\max} - d_{\min}) \cdot \rho}{128 \cdot \mu \cdot \ell} \cdot (P_u - P_a) \right) \omega_r^2 r_r^2, \quad (3)$$

где  $\omega_r = V_r / 2\pi r_r$  – частота вращения газового потока;  $r_r$  – рассматриваемый радиус вращения газового потока;  $d_{\min}$ ,  $d_{\max}$  – соответственно минимальный и максимальный размеры проходного сечения.

С учетом выражений (2) и (3) получаем выражение для вычисления мощности газового потока:

$$W = 50 Q_r \rho_r \left[ V_y^2 (1 - \operatorname{tg}^2 \beta) + \omega_r^2 r_r^2 \right], \quad (4)$$

где  $Q_r$  – объем расхода газа;  $\rho_r$  – плотность газа в потоке.

С учетом уравнений (1) и (4) получаем выражение для нахождения суммарной мощности газового потока:

$$W_{\text{вплк}} = 50 Q_r \rho_r \left[ V_y^2 (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) - \omega_r^2 r_r^2 \right] + 295 \cdot N \left[ \left( \frac{d_c - d_{\text{ст}}}{100} \right) \cdot \left( 1 + 0,8 \frac{d_{\text{ст}}}{d_c} \right) \right]^2 \sqrt{\frac{P_u - 0,9}{P_a}}. \quad (5)$$

Зависимости мощности газового потока, развиваемой форсункой, от первоначального давления газа-энергоносителя для различных газов представлены на графиках (рис. 3).

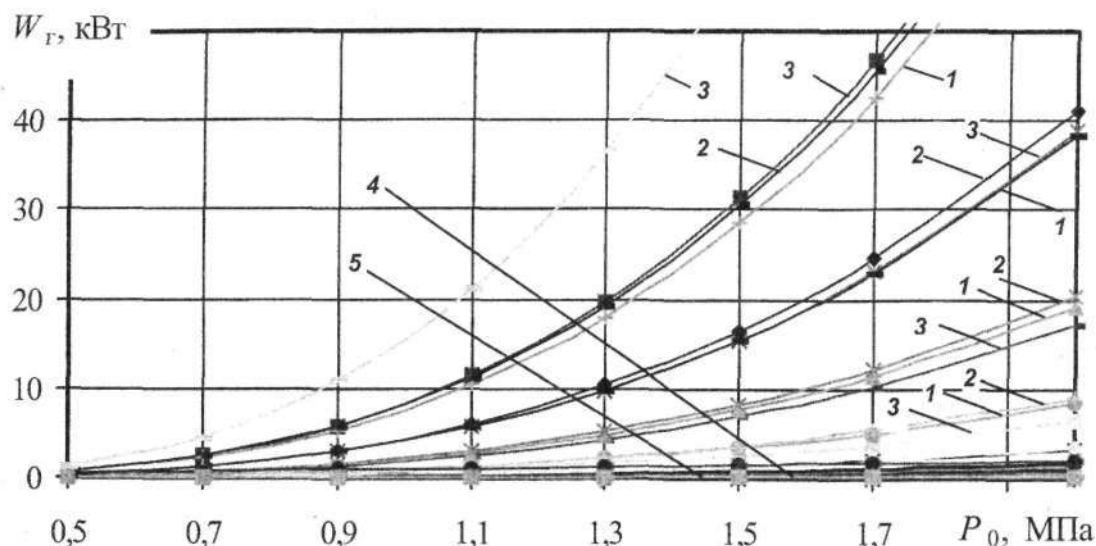


Рис. 3. Изменение мощности газового потока, в зависимости от давления подаваемого газа: 1 – азот; 2 – воздух; 3 – аргон; 4 – гелий; 5 – водород

Анализируя полученные зависимости видно, что независимо от свойств газа-энергоносителя мощность увеличивается пропорционально увеличению давления подаваемого газа энергоносителя. Из полученных зависимостей видно, что мощность, развиваемая установкой, также зависит и от свойств газа-энергоносителя. Так, при одних и тех же условиях при использовании в качестве газа-энергоносителя азота, аргона или воздуха, максимальную мощность можно получить при распылении азотом, а минимальную - аргонем (рис. 3), что связано с плотностью газа. Максимальная мощность, развиваемая устройством для распыления, при использовании в качестве газа-энергоносителя азота с давлением  $\sim 2$  МПа составляет  $\sim 71$  кВт.

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов. Газовый поток, совершающий поступательно-вращательно-колебательное движение, получает максимальную мощность в зависимости от давления газа-энергоносителя. Положение резонаторов, обеспечивающих максимальную акустическую мощность газового потока составляет примерно  $16$  мм от торца входного отверстия, диаметр кольцевого отверстия сопла форсунки составляет  $40$  мм.

#### Литература

1. Сопловой узел для распыления расплавленного металла газом : а. с. 183266 ЧССР, МКИ В 22 F 9/08 // Изобретения за рубежом. - 1964. - № 1, 17.
2. Устройство для получения металлического порошка путем распыления расплава газовой струей : заявка 2742733 ФРГ, МКИ В 22 F 9/08 // Изобретения за рубежом. - 1964. - № 2, 27.
3. Способ получения металлических порошков : пат. 2071102 Франция // Изобретения за рубежом. - 1965. - № 6, 31.
4. Стасенко, Д. Л. Устройство для получения металлических порошков : пат. РФ №4297 // Д. Л. Стасенко, М. Н. Верещагин, Р. И. Вечер ; выд. 22.10.2001.
5. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / под ред. И. П. Голямина. - Москва : Совет, энцикл., 1979. - 400 с.



## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПРИПУСКОВ НА ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛЫ» С ФОРМИРОВАНИЕМ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В AUTOCAD

А. М. Городник

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. С. Мурашко

Многие изделия в машиностроении представляются в виде вариантных чертежей, когда изделие состоит из постоянной части с варьируемыми размерами и вариантной части с уникальной геометрией. При параметрическом проектировании конструктор запускает программу, рассчитанную на определенный класс изделий, и пользователь вводит требуемые размеры, по которым программа рисует на экране чертеж детали. Конструктор оценивает его и при необходимости вводит размеры снова до достижения требуемого результата. Одновременно может рассчитываться масса детали и другие параметры, что позволяет контролировать ее в реальном времени, прямо в процессе проектирования.

Целью данной работы является автоматизированный расчет припусков на валы трех типов: валы с фаской, валы с полусферой, валы с усеченной сферической поверхностью с формированием конструкторской документации в AutoCAD.

Главное предназначение системы AutoCAD - не рисование чертежей на компьютере, а создание на ее основе специализированной САПР определенного класса изделий.

Практическим результатом работы стала программа «Валы», написанная на языке AutoLISP, реализующая две основные функции: построение чертежа детали вала, указанного выше типа и расчет припусков.

Разработку алгоритмов для расчета припусков предлагается выполнять с использованием [1].

Исходными данными для расчета элементов минимального припуска служат:

–  $R_z, T_i$  – параметры, определяющие качество, шероховатость поверхности ( $i = 1, \dots, K$ );

–  $\delta_1, \delta_2$  – допуски на обработку поверхностей в продольном и поперечном направлениях;

–  $\Delta K$  – удельное коробление заготовки;

–  $d$  – обрабатываемый диаметр;

–  $l$  – обрабатываемая длина;

–  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования;

–  $\varepsilon_3$  – погрешность закрепления;

–  $\varepsilon_{up}$  – погрешность приспособления;

–  $K_{y_1}, \dots, K_{y_n}$  – коэффициенты уточнения и др.

При определении величины расчетного минимального припуска используются следующие зависимости.

Суммарное отклонение расположения при обработке отливок и штамповок

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}.$$

$$\text{Коробление отливок и штамповок } \rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k l)^2 + (\Delta_k d)^2}.$$

Погрешность смещения стержня в отливках и штамповках  $\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2}$ .

Для проката, при обработке в центрах:  $\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}$ .

Погрешность коробления определяется по формуле  $\delta_{кор} = \frac{\Delta_k J}{2}$ .

Таким образом решение задачи осуществляется по различным вариантам, в зависимости от вида получаемой заготовки.

Погрешность установки определяется по формуле  $\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_1^2 + \varepsilon_{пр}^2}$ .

Остаточные пространственные отклонения и погрешность установки определяются как  $\rho_{ост} = K_{y_i} \cdot \rho$ ;  $\varepsilon_{ост} = K_{y_i} \cdot \varepsilon_y$ .

Расчет  $2z_{i\min}$  также отличается в зависимости от вида обработки.

Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей ( $B0=1$ ):

$$z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i.$$

Параллельная обработка противоположных поверхностей ( $B0 = 2$ ):

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i).$$

Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения ( $B0 = 3$ ):

$$2z_{i\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right).$$

Дальнейшие расчеты припусков в программе ведутся в строгом соответствии с рекомендациями [1, с. 61-62, табл. 4.1].

Разработанную программу «Валы» можно использовать не только в учебном процессе при выполнении курсовых работ, но и на производстве.

#### Литература

1. Горбачевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. - 4-е изд., перераб. и доп. - Минск : Высш. шк., 1983. - 256 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ШЕСТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА СРЕДСТВАМИ ООП

А. И. Масайло, С. Б. Панарин

*Барановичский государственный университет, Беларусь*

Научный руководитель И. М. Виноградова

В настоящее время на заводах для производства большинства продукции применяется различное оборудование, будь то станки, автоматизированные линии, технические системы и др. Они значительно повышают объем выпускаемой продукции и скорость функционирования самого предприятия, а, следовательно, повышаются и возможности последнего на рынке сбыта. Причем чем совершеннее оборудование, тем эффективней будет работать предприятие.

Для проектирования и разработки простейшего механизма необходимо большое количество времени и трудоемкие расчеты, производимые специально созданной группой из десяти и более человек. Трудоемкость на данном этапе заключается в необходимости получения нужных параметров на выходе при задании начальных данных. Такие расчеты, при отсутствии необходимого программного обеспечения, производятся вручную и для каждого нового значения необходимо начинать все сначала, что может привести к ошибкам, а, следовательно, к неправильному функционированию изготовленного впоследствии механизма.

Необходимость создания программного обеспечения, которое можно было использовать при создании нового оборудования, для облегчения труда и предотвращения ошибок определяет актуальность данной работы. Авторами разработана модель шарнирного четырехзвенника с присоединенным к звену 3 шатуном и ползуном и без них.

Применение ООП [1], [2], [3] позволяет построить эффективную и предельно общую схему моделирования. В этой прикладной области объектный подход в полной мере обнаруживает те свои преимущества, ради достижения которых он, собственно, и был разработан: естественность и наглядность процесса программирования, первичность данных по отношению к процессам и главное - легкость сопровождения и дальнейшей модификации моделирующей программы, если система претерпевает изменения.

Авторами создана программа для произведения расчетов по предоставленному механизму [4]. В программе предусмотрены следующие возможности:

1. Ввод пользователем основных параметров механизма (длины звеньев, положения закрепленных точек, начальный угол поворота).

2. Графическая характеристика кинематических свойств (перемещение, скорость, ускорение) для выходного звена  $F$  и центра масс в виде графиков зависимости.

Анимированный пример полученного механизма.

Пользователю предлагается определить основные параметры механизма (рис. 1), определяющие положение неподвижных кинематических пар  $A$  и  $E$ , длины всех звеньев и угол поворота звена  $AB$ . Для ориентировки во всех обозначениях на страницу также помещен чертеж. Изменяя данные величины можно добиться необходимого оптимального варианта работы.

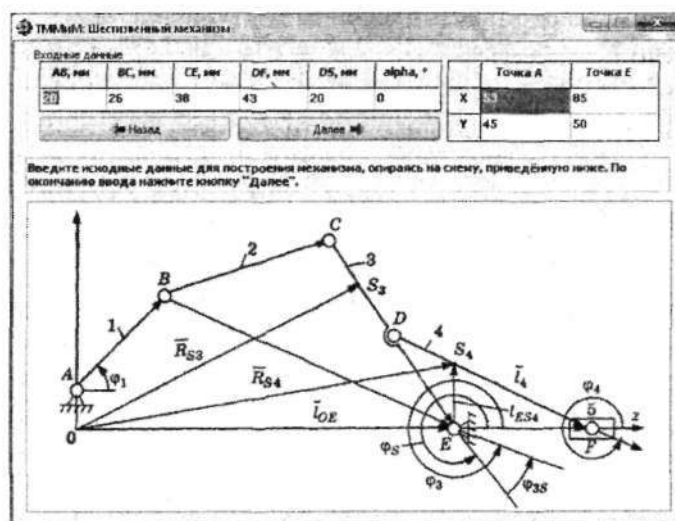


Рис. 1. Ввод исходных параметров

Одним из самых важных этапов работы любого механизма является его моделирование и проверка работоспособности, причем выходные характеристики долж-

ны наиболее полно удовлетворять условиям определенной задачи. Для этого для каждого новых введенных данных необходимо рассчитывать все с самого начала, причем решение технологической задачи производится созданием опытного образца, что достаточно неудобно и дорого, или компьютерным моделированием, что и предлагает данная программа.

Программа производит расчет положений всех звеньев и кинематических пар, а также проверяет введенные пользователем данные на ошибки (рис. 2).

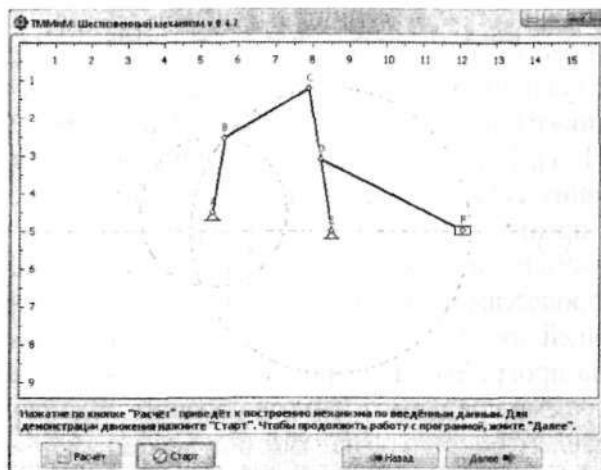


Рис. 2. Моделирование механизма

Для наглядного представления выходных характеристик используются графики. Программа демонстрирует пользователю кинематические характеристики построенной на предыдущем этапе моделирования (рис. 3). В частности это:

- перемещение;
- скорость;
- ускорение.

В качестве исследуемых объектов были использованы:

- выходное звено  $F$ ;
- условный центр масс.

Перемещение центра масс выводится по трем осям.

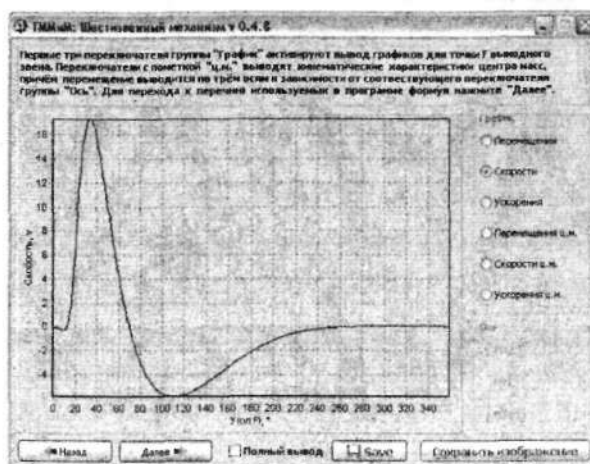


Рис. 3. График скорости

Для проверки полученных результатов можно воспользоваться совпадением графиков скорости, ускорения и перемещения ползуна и центра масс при одинаковых значениях  $DS$  и  $DF$ , т. е. центр масс совпадает с положением ползуна. Также предусмотрена возможность сохранения данных в .txt и .jpg файлы. В ходе испытания программы было получено полное совпадения графиков скорости, ускорения и перемещения.

При необходимости проверки расчетов вручную в программе приведена математическая модель кинематических характеристик механизма (рис. 4).

*Формулы, используемые при расчёте*

$$\sin \varphi_1 = \frac{l_{DF}}{l_4} \sin \varphi_2$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 - \varphi_{21}$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{l_1 \sin \varphi_2 + l_{21}}{l_1 \cos \varphi_2 - x_D}$$

$$\cos \varphi_{21} = \frac{l_2^2 + l_1^2 - l_{21}^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_2}$$

$$l_r = -\frac{l_{21} + l_1 \sin \varphi_2}{\sin \varphi_2}$$

$$x_r = x_D + l_{DF} = x_D + l_4 \cos \varphi_1 - l_{DF} \cos \varphi_2$$

$$i_{41} = i_{21} \cdot \frac{l_{DF}}{l_4} \cdot \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{l_{D0} - l_1 \cos \varphi_1 - l_2 \cos \varphi_2}{l_2}$$

$$\frac{dl_{DF}}{d\varphi_1} = x_r' = l_{21}' \sin \varphi_2 - l_1 \cdot i_{41}' \sin \varphi_1$$

$$i_{21} = \frac{\tan \varphi_2 \cdot l_1 \cos \varphi_2 - l_2 \sin \varphi_2}{l_2 \sin \varphi_2 - \tan \varphi_2 \cdot l_1 \cos \varphi_2}$$

$$i_{11} = \frac{\tan \varphi_2 \cdot l_1 \cos \varphi_2 - l_2 \sin \varphi_2}{l_2 \sin \varphi_2 - \tan \varphi_2 \cdot l_1 \cos \varphi_2}$$

$$i_{31} = -\frac{l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + l_2 \cdot i_{21}' + l_2 \cdot i_{11}' \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$i_{41} = \frac{l_{DF}}{l_4} \cdot \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}$$

$$i_{41}' = i_{21}' \cdot i_{41} - i_{21} \cdot \left( \frac{l_{DF}}{l_4} \cdot \frac{l_{21} \sin \varphi_2 \cos \varphi_1 + i_{41}' \sin \varphi_2 \cos \varphi_1}{\cos^2 \varphi_1} \right)$$

$$x_r' = l_{DF}' \cdot (i_{21}' \sin \varphi_2 - i_{21} \cos \varphi_2) - l_1 \cdot (i_{41}' \sin \varphi_1 - i_{41} \cos \varphi_1)$$

Рис. 4. Математическая модель механизма

Данные исследования показали, что подобрать необходимые параметры выходного достаточно сложно даже программным путем, так как изменение одного параметра изменяет движение всего механизма и, следовательно, при новых параметрах зачастую возникают ошибки в расчете механизма из-за неопределенных значений координат звеньев. Поэтому для подбора нужных характеристик рекомендуется изменять начальные данные не более чем на 1/4 от их величины.

В ходе проделанной работы была разработана демонстрационная модель шестизвенного рычажного механизма, демонстрирующая основные его кинематические характеристики. Программа разрабатывалась в среде программирования Borland C++ Builder (BDS 2006).

Системные требования:

- Дисковое пространство - 2 Мб.
- Занимаемая оперативная память - 5 Кб.
- Операционная система - Windows-совместимая система версии 98 и выше.
- Установленные оболочки просмотра текстовых (\*.TXT) и графических (\*.JPG) файлов.

Разработанная программа может применяться в ходе лабораторных и расчетно-графических работ как дидактическое пособие для студентов, позволяет избежать многочисленных расчетов, что зачастую приводит к ошибкам.

Основные достоинства:

- Использование пользовательских данных при построении механизма.
- Пошаговая структура программы.
- Графическое представление расчетной модели.
- Возможности сохранения результатов в текстовом и графическом виде на жесткий диск.

Недостатки:

- Расчет только кинематических свойств механизма.

Литература

1. Павловская, Т. А. С++ Объектно-ориентированное программирование : практикум / Т. А. Павловская. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 265 с.
2. Подбельский, В. В. Язык С++ : учеб. пособие / В. В. Подбельский. – 5-е изд. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 560 с. : ил.
3. Седжвик, Роберт. Фундаментальные алгоритмы на С++. Анализ/Структуры данных/Сортировка/Поиск : пер. с англ. / Роберт Седжвик. – Киев : ДиаСофт, 2001. – 688 с.
4. Филонов, И. П. Теория механизмов, машин и манипуляторов / И. П. Филонов, П. П. Анципорович, В. К. Акулич. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 656 с. : ил.

## ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ФРИКЦИОННЫХ ПАР НА ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ТОРМОЗОВ МИКРОАВТОБУСОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ С ГОРНОГО СПУСКА

Д. Н. Павлович

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Целью данной работы является исследование влияния износа фрикционных пар на тепловой режим работы тормозов микроавтобусов различных марок при движении с горного спуска при разных величинах его угла.

Постановка задачи. Расчеты производим для двух случаев состояния тормозов: новые тормоза и недопустимо изношенные тормоза. Режим торможения – экстренный. Микроавтобус полной массы движется с максимально разрешенной скоростью (90 км/ч) по сухой асфальтированной дороге ( $\varphi = 0,7$ ) с горного спуска при его углах  $\beta = 5, 10$  и  $15^\circ$ .

Для упрощения расчетов материалы фрикционных накладок и дисков (барабанов) принимаем одинаковыми для всех микроавтобусов. Теплофизические свойства следующие:

– для накладок:

$$\lambda_1 = 0,42 \text{ Вт/мК}, c_1 = 800 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}, \rho_1 = 2600 \text{ кг/м}^3, a_1 = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с};$$

– для дисков (барабанов):

$$\lambda_2 = 30 \text{ Вт/мК}, c_2 = 540 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}, \rho_2 = 7300 \text{ кг/м}^3, a_2 = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Таблица 1

## Характеристика передних тормозов и масса исследуемых микроавтобусов

Марка микроавтобуса	Полная масса, кг	Передние тормоза			
		Тип	Диаметр диска, мм	Толщина диска, мм	Колодка, мм
ГАЗ 32213 «Газель»	3450	ДКВ	280	22	140×60×15
Ford Transit	3400	ДКВ	270	20	150×60×15
Volkswagen Transporter T4	2900	ДКВ	285	23	91,4×78×17,9
Mercedes-Benz Sprinter 312D	3500	ДКВ	276	22	156×64,9×15
Iveco Daily-Grinta(2.0td)	3050	ДКС	267	14,2	104,9×74,7
Citroen Jumper (2.5td)	3400	ДКВ	280	24	130×71,3×9

Таблица 2

## Характеристика задних тормозов исследуемых микроавтобусов

Марка микроавтобуса	Задние тормоза		
	Тип	Диаметр диска (барабана), мм	Ширина накладки, мм
ГАЗ 32213 «Газель»	Б	280	50
Ford Transit	Б	260	80
Volkswagen Transporter T4	ДКС	280, толщина 12	90×60×16
Mercedes-Benz Sprinter 312D	ДКС	272, толщина 16	90×50×15
Iveco Daily-Grinta (2.0td)	Б	254	96,5
Citroen Jumper (2.5td)	Б	254	63,5

Основной величиной, характеризующей тепловой режим работы тормозов, является приращение температур в зоне контакта фрикционная накладка - контртелло (диск, барабан).

Кинетическая энергия микроавтобуса, движущегося по горизонтальному участку дороги со скоростью  $V_0$ , определяется выражением

$$\frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

Так как в данном случае микроавтобус движется со спуска, то необходимо учесть потенциальную энергию, выражение которой имеет вид

$$mg \sin \beta.$$

Таким образом, полная энергия движущегося со спуска микроавтобуса может быть определена как

$$W = \frac{m \cdot v_0^2}{2} + mg \sin \beta.$$

Воспользовавшись равенством  $\frac{m \cdot v_0^2}{2} + mg \sin \beta = \varphi \cdot mg \cdot S_T$ , выразим уравнение для нахождения величины тормозного пути

$$S_T = \frac{v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \sin \beta}{2 \cdot g \cdot \varphi}.$$

Считая торможение равнозамедленным, полное время торможения определим по формуле

$$T_t = \frac{2 \cdot S_T}{v_0}.$$

Энергия, приходящаяся на одну фрикционную пару, в первом приближении (без учета сил инерции) может быть представлена в виде

$$W_1 = \frac{W}{8}.$$

Для нахождения начальной интенсивности фрикционного тепловыделения воспользуемся формулой

$$q_0 = \frac{2 \cdot W_1}{A a_1 \cdot T_t}.$$

Коэффициент распределения тепловых потоков находится по формуле

$$\alpha_T = \frac{K_{ВЗ} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1}}{K_{ВЗ} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1} + \sqrt{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \rho_2}},$$

где  $K_{ВЗ} = \frac{A_{a_1}}{A_{a_2}}$  – коэффициент взаимного перекрытия трущихся пар;  $A_{a_1}$ ,  $A_{a_2}$  – номинальные площади контакта тела и контртела соответственно.

Приращение температуры на поверхности трения диска (барабана) определяется зависимостью

$$\vartheta_2(0, Fo_2) - \vartheta_0 = \frac{(1 - \alpha_T) K_{ВЗ} q_0 h_2}{\lambda_2} \Theta_2'(0, Fo_2) - \frac{(1 - \alpha_T) K_{ВЗ} q_0 h_2^3}{t_T \lambda_2 a_2} \Theta_2''(0, Fo_2),$$

где  $\Theta_2'(0, Fo_2) = Fo_2 + \frac{1}{3} + \sum A_n' \cos \mu_n \times \exp(-\mu_n^2 Fo_2)$ ,



$$\Theta_2''(0, Fo_2) = \frac{Fo_2^2}{2} + \frac{Fo_2}{3} - \frac{1}{45} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n'' \cos \mu_n \times \exp(-\mu_n^2 Fo_2),$$

$$A_n' = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^2}, \quad A_n'' = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^4}, \quad Fo_2 = \frac{a_2 t}{h_2^2}, \quad \mu_n = n\pi, \quad t - \text{время};$$

Результаты вычислений по определению приращений температур для новых и недопустимо изношенных тормозов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

### Приращение температуры в новых тормозах

Марка микроавтобуса	Приращение температуры $[\vartheta_2(0, t) - \vartheta_0]_{\max}$ , К					
	Передние			Задние		
	$\beta = 5^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 15^\circ$	$\beta = 5^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 15^\circ$
ГАЗ-32213 «Газель»	191,129	191,422	191,71	315,521	315,99	315,449
Ford Transit	176,202	176,468	176,729	203,928	204,235	204,537
Volkswagen Transporter T4	116,234	116,409	116,581	144,091	144,308	144,521
Mercedes-Benz Sprinter 312D	166,847	167,099	167,346	200,19	200,5	200,804
Iveco Daily-Grinta (2.0td)	140,343	140,555	140,762	157,129	157,366	157,599
Citroen Jumper (2.5td)	201,786	202,091	202,389	277,973	278,393	278,804

Таблица 4

### Приращение температуры в недопустимо изношенных тормозах

Марка микроавтобуса	Приращение температуры $[\vartheta_2(0, t) - \vartheta_0]_{\max}$ , К					
	Передние			Задние		
	$\beta = 5^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 15^\circ$	$\beta = 5^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 15^\circ$
ГАЗ-32213 «Газель»	208,382	208,956	209,518	434,891	435,927	436,943
Ford Transit	221,933	222,489	223,035	256,861	257,505	258,136
Volkswagen Transporter T4	146,4	146,767	147,127	181,487	181,942	182,388
Mercedes-Benz Sprinter 312D	210,15	210,677	211,193	206,756	207,068	207,374
Iveco Daily-Grinta (2.0td)	176,766	177,21	177,644	197,914	198,411	198,897
Citroen Jumper (2.5td)	254,157	254,794	255,419	350,127	351,005	351,865

На основании проведенных расчетов можно говорить о том, что по мере износа тормозов их теплонапряженность повышается, т. е. увеличивается приращение температур при прочих равных условиях. По данным табл. 3 и 4 видно, что увеличение угла спуска также приводит к ухудшению теплового режима работы тормозов и влечет за собой повышение тормозного пути и времени торможения.

#### Литература

1. Балакин, В. А. Тепловые расчеты тормозов и узлов трения / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко. - Гомель : ИММС НАН Республики Беларусь, 1999.

2. Сравнительный анализ тормозов грузовых автомобилей / В. А. Балакин [и др.] // Трение и износ. - 2001. - Т. 22, № 2. - С. 123-127.
3. Балакин, В. А. Тепловая нагруженность тормозов с учетом сил инерции / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко, П. Е. Родзевич // Трение и износ. - 2000. - Т. 21, № 6.

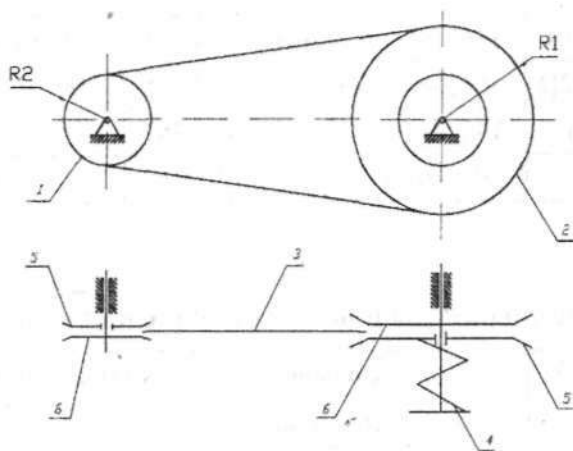
## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВАРИАТОРАМИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ САМОХОДНЫХ КОМБАЙНОВ

Н. В. Чаус

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

В настоящее время в сельхозмашиностроении широкое распространение получили клиноременные вариаторы, которые предназначены для передачи крутящего момента от одного вала к другому, а также плавного регулирования частоты вращения ведомого шкива в заданном диапазоне. Схема клиноременного вариатора приведена на рис. 1.



*Рис. 1. Схема клиноременного вариатора: 1, 2 – ведущий и ведомый шкивы; 3 – ремень; 4 – пружина; 5 – подвижные в осевом направлении диски; 6 – неподвижные в осевом направлении диски*

Регулирование частоты вращения осуществляется перемещением в осевом направлении подвижных дисков (полушкивов). Для осуществления этого перемещения необходим механизм управления вариатором. В отечественных комбайнах используются два вида механизмов управления: ручной и гидравлический.

Ручной механизм управления необходим для изменения частоты вращения вентилятора очистки. Схема механизма управления контрпривода вентилятора очистки приведена на рис. 2. Изменение частоты вращения вентилятора и натяжения ремня вариатора вентилятора производится вращением кожуха 3 (рис. 2), который связан с подвижным шкивом 8. Перед регулировкой необходимо отпустить ручку фиксатора 1, вывести из зацепления с втулкой 23 стопор 2, после регулировки - стопор 2 ввести в зацепление с втулкой 23 и затянуть ручку фиксатора 1. Числовую величину частоты вращения вентилятора показывает табло БИЧ в кабине молотилки самоходной. Числа оборотов вентилятора зависят от убираемой культуры.

Недостатком этой конструкции является то, что при необходимости изменения частоты оборотов вентилятора комбайнеру необходимо покидать кабину, что доставляет неудобства и повышает трудозатраты.

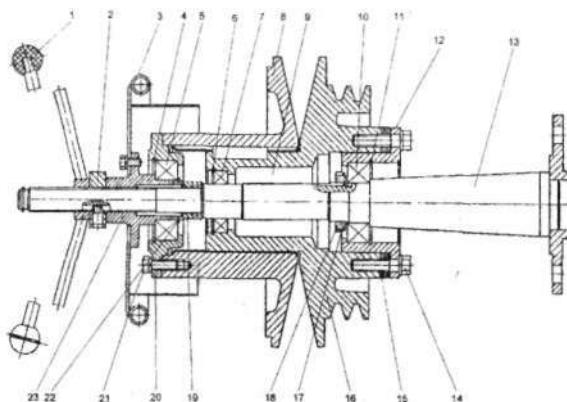


Рис. 2. Регулировка вентилятора (контрпривод вариатора): 1 – ручка фиксатора; 2 – стопор; 3 – кожух; 4, 6, 11, 22 – кольца; 5, 7, 10 – подшипники; 8 – шкив подвижный; 9 – шпонка; 12 – стакан; 13 – ось; 14, 21 – болты; 15 – прокладки; 16 – шкив неподвижный; 17 – шайба; 18 – гайка; 19, 23 – втулки; 20 – корпус

Гидравлический механизм управления устанавливается в молотильном аппарате и необходим для изменения частоты вращения молотильного барабана, для обеспечения приемлемого уровня потерь зерна. Схема механизма показана на рис. 3.

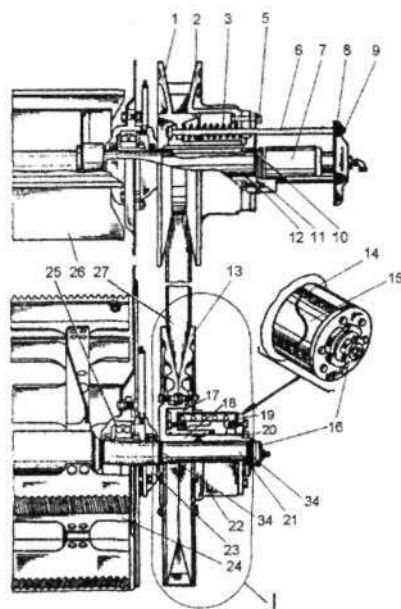


Рис. 3. Вариатор молотильного барабана: 1 – диск подвижный ведущего шкива; 2 – диск неподвижный; 3 – пружина; 5, 6 – болты специальные; 7 – гидроцилиндр; 8 – фланец; 9, 20 – гайка; 10 – шайба стопорная; 11 – болт; 12 – вал битера; 13 – диск ведомого шкива; 14 – пружина; 15 – муфта; 16 – гайка; 17 – ступица неподвижная; 18 – ступица подвижная; 19 – крышка; 21 – вал барабана; 22 – кожух; 23 – опора вала; 24 – барабан молотильный; 25 – подшипник опорный; 26 – битер отбойный; 27 – ремень

Перемещение подвижного диска 2 осуществляется при помощи гидроцилиндра 7. Недостатком этой конструкции являются потери в гидросистеме, что снижает точность управления.

Для устранения всех этих недостатков предлагается схема механизма управления вариатора, приведенная на рис. 4.

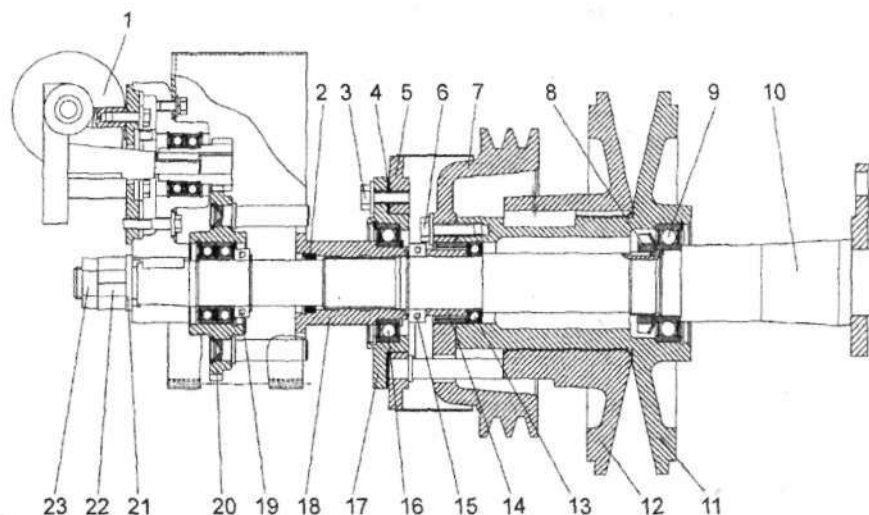


Рис. 4. Контрпривод вариатора: 1 – привод; 2, 4 – прокладки; 3, 6 – болты; 5 – упор; 7, 11, 12 – шкивы; 8, 22, 23 – гайка; 9, 13, 15, 16, 19 – подшипники; 10 – ось; 14, 18 – втулки; 17 – корпус; 20 – колесо; 21 – шайба

Изменение частоты вращения вентилятора и натяжения ремня контрпривода вариатора производится электроприводом 1 (рис. 4), который вращает в прямую и обратную сторону втулку 18. Установленный на втулке 18 на подшипниках 16 упор 5 упирается пальцами в подвижный шкив 12. Числовую величину частоты вращения вентилятора показывает экран дисплея бортового компьютера в кабине молотилки.

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫГРУЗКИ ЗЕРНА САМОХОДНЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

А. А. Полуянов

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

При выполнении технологического процесса по уборке зерновых культур самоходными зерноуборочными комбайнами типа КЗС-1218 «ПОЛЕССЕ» потери зерна составляют 1-2 %. При уборке зерна средней и повышенной влажности (16 % и 25 % соответственно) энергозатраты на выгрузку зерна велики и составляют до 82 л. с. При этом время выгрузки значительно увеличивается - до 174 с.

Бункер зерновой (рис. 1, 2) предназначен для сбора зерна во время работы комбайна.

Таблица 1

Параметр	Значение
Тип бункера	трансформируемый, с принудительной выгрузкой
Объем бункера, м <sup>3</sup>	8
Производительность выгрузного устройства для зерна влажностью до 20 %, л/мин, не менее	70
Поворотный выгрузной шнек	с верхней подачей
Погрузочная высота выгрузного шнека, мм, не менее	4000
Длина вылета выгрузного шнека, мм, не менее	3300
Угол поворота выгрузного шнека, градус, не менее	101

В корпусе бункера смонтированы кожух шнека горизонтального 11, шнек загрузной 4, шнек наклонный выгрузной 8, отвод с редуктором 6 привода шнека поворотного выгрузного 5.

Шнек поворотный выгрузной 5 предназначен для выгрузки зерна из бункера в транспортное средство. Шнек может быть установлен при помощи гидроцилиндра в рабочее и транспортное положение, управление осуществляется из кабины комбайна.

Для уменьшения энергозатрат и времени выгрузки модернизируется система выгрузки комбайна КЗС-1218. А именно, изменяются параметры выгрузных редукторов, число зубьев колес, модуль передачи. Также уменьшается металлоемкость редукторов на 15 % за счет нового способа изготовления колес и валов редукторов.

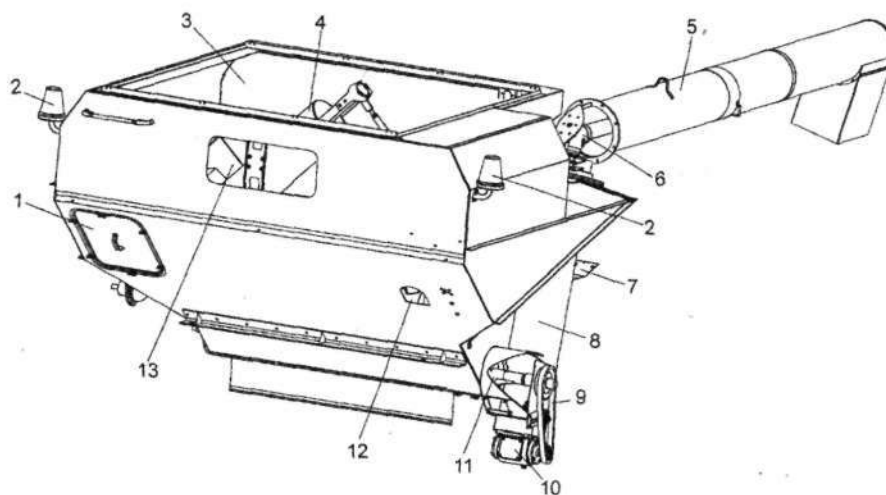


Рис. 1. Бункер зерновой: 1 – крышка лаза в бункер; 2 – маяки проблесковые; 3 – бункер; 4 – шнек загрузной; 5 – шнек поворотный выгрузной; 6 – отвод с редуктором; 7 – настил; 8 – шнек наклонный выгрузной; 9 – ременная передача привода шнека горизонтального; 10 – редуктор; 11 – шнек горизонтальный; 12 – окно пробоотборника; 13 – смотровое окно

Благодаря этому частоты вращения выгрузного и поворотного выгрузного шнеков приведены к оптимальным параметрам 790 об/мин и 830 об/мин соответственно. При этом мощность, затрачиваемая на выгрузку, и время выгрузки составили (табл. 2).

Таблица 2

Канал	Привод вертикального и поворотного шнеков		
Обороты ДВС, об/мин	1200	1500	2100
Н л. с., л. с.	12	23	43
Время выгрузки $t$ , с	112	92	70

Результаты исследования процесса выгрузки ржи 16 % влажности при измененной кинематике редукторов привода поворотного и наклонного шнеков; привода наклонного шнека на  $Z1 = 17/Z2 = 18$ , привода поворотного шнека на  $Z1 = 18/Z2 = 17$  (перевернутый редуктор), остальное по КД.

В итоге, полученные экспериментальные данные совпадают с расчетными.

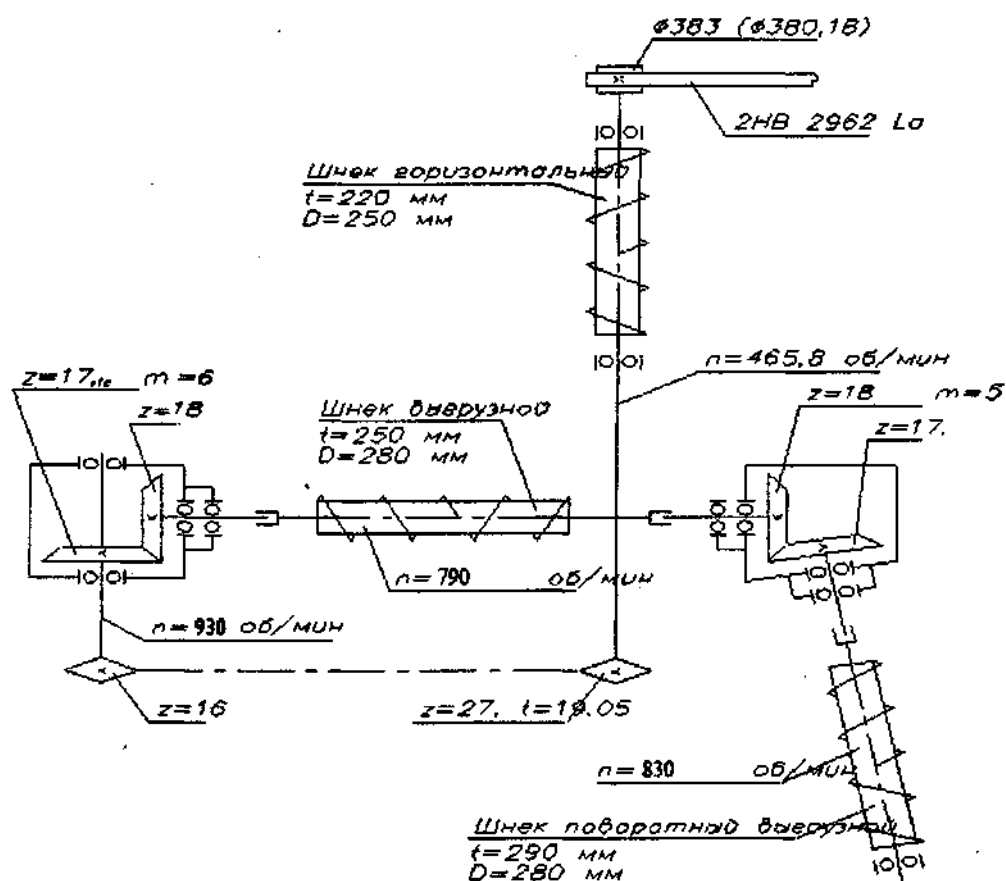


Рис. 2. Система выгрузки комбайна КЗС-1218

## Литература

1. Дементьев, Ю. В. САПР в автомобиле- и тракторостроении : учеб. для студентов вузов / Ю. В. Дементьев, Ю. С. Щетинин ; под. общ. ред. В. М. Шарипова. – Москва : Академия, 2004. – 224 с.
2. Инструкция по эксплуатации КЗС-1218 «ПОЛЕССЕ GS-12». – Гомель : КБ ПО «Гомсельмаш». – 120 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ РУЛЕВОЙ ТЯГИ  
НА ОСНОВЕ МКЭ И СРЕДСТВ ЕГО ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

А. А. Ализарчик

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. В. Миренков, В. Ф. Хиженок

Одним из представителей семейства расчетных программ является Solid Works. Программа Solid Works предлагает широкий спектр возможностей конечно-элементного анализа, начиная от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов.

Первая стадия - геометрическое моделирование - включает разработку пространственной модели конструкции.

На следующем этапе производится задание свойств материалов. В зависимости от решаемой задачи, Solid Works позволяет описывать как линейное, так и нелинейное поведение материалов. При описании линейного поведения материала его свойства не изменяются в процессе деформирования. Свойства такого материала могут зависеть от температуры материала. Кроме того, имеется возможность задать различные свойства для различных направлений, т. е. описывать анизотропные материалы.

На этапе создания сетки конечных элементов выясняется целесообразность использования различных видов конечных элементов в рассматриваемой модели и выполняются действия по созданию регулярной сетки конечных элементов.

Для моделирования процессов деформирования и разрушения рулевой тяги принято использование объемных конечных элементов, используемых в программном продукте Solid Works. Целесообразность выбора типа конечного элемента определяется степенью сложности геометрии узла и требуемой точностью решения. Поэтому для разбиения геометрической модели конечными элементами были использованы следующие типы элементов: SOLID 185 и SOLID 187. Элемент SOLID 185 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Он образован восемью узлами, имеющими три степени свободы каждый.

Элемент SOLID 187 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Приведенный элемент предлагается применять для моделирования объемов с большим количеством поверхностей, где применение гексаэдральных элементов не представляется возможным.

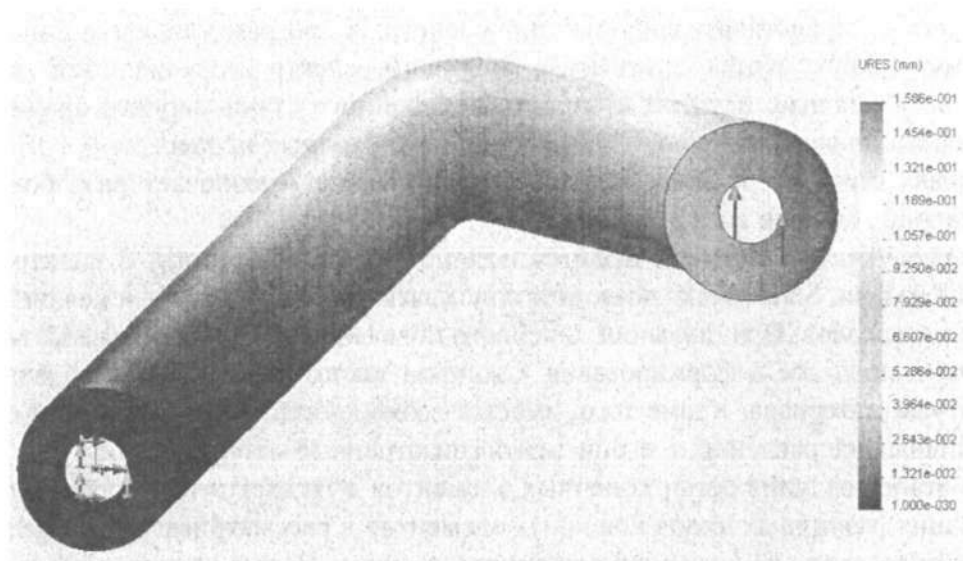
Решение задачи оптимизации изделий сложной геометрии на стадии проектирования возможно лишь при точном задании размеров каждого фрагмента конструкции, что не позволяет использовать методы сопротивления материалов и предполагает построение геометрически адекватной трехмерной твердотельной модели изделия с последующим выполнением уточненного (конечноэлементного расчета) напряженно-деформированного состояния.

Адекватность расчетной модели во многом определяется точностью задания деформационных свойств материала и граничных условий.

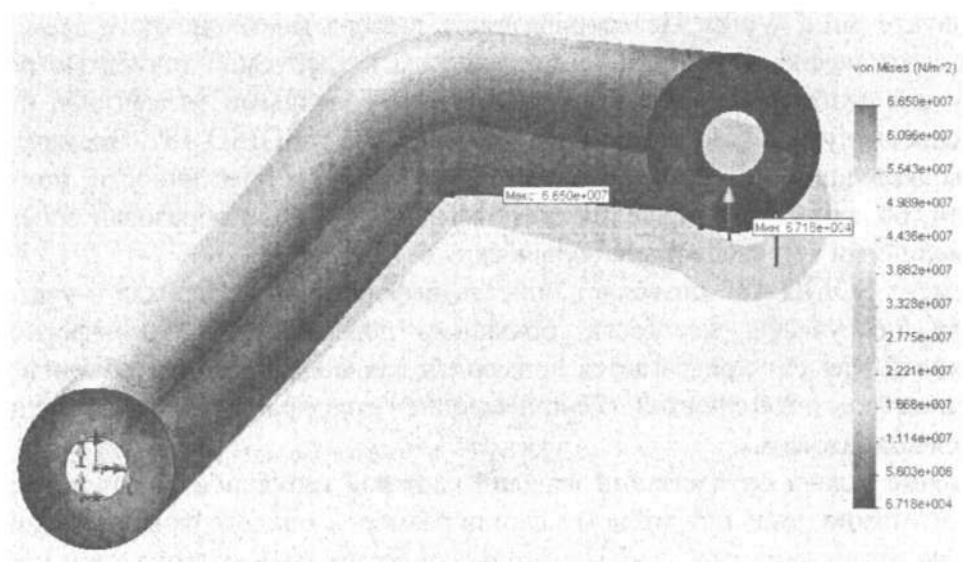
В качестве граничных условий использовалась нагрузка в отверстии короткого плеча рычага (640 Н) и заделка в отверстии длинного плеча рычага. Матери-

ал детали - простая углеродистая сталь: модуль упругости - 210 ГПа, коэффициент Пуассона - 0,28.

В результате проведенных расчетов (рис. 1) установлено, что максимальное перемещение короткого плеча рычага составляет 0,15 мм. Оценка нагруженности рычага производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3 теория прочности). Максимальное расчетное напряжение составило 66,5 мПа. Расчетная масса - 546,5 г.



а)

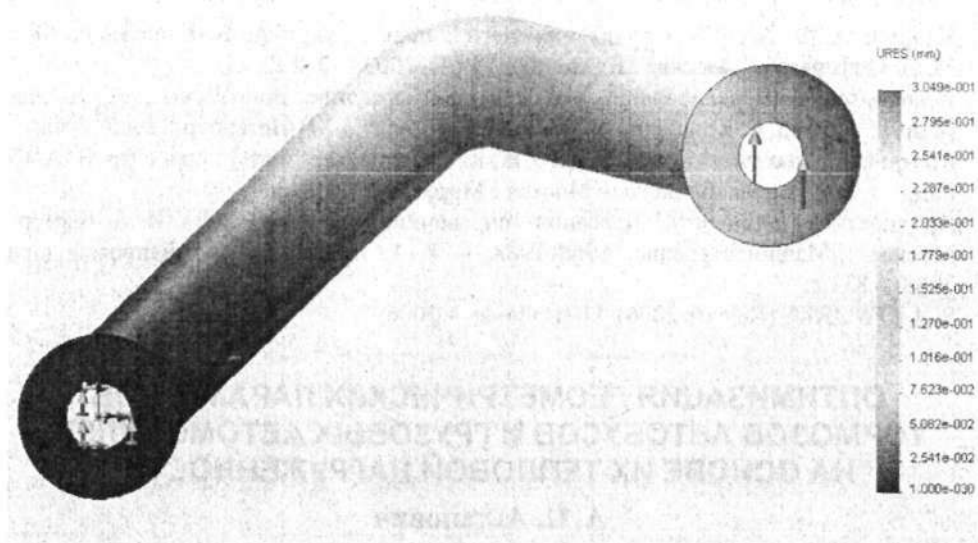


б)

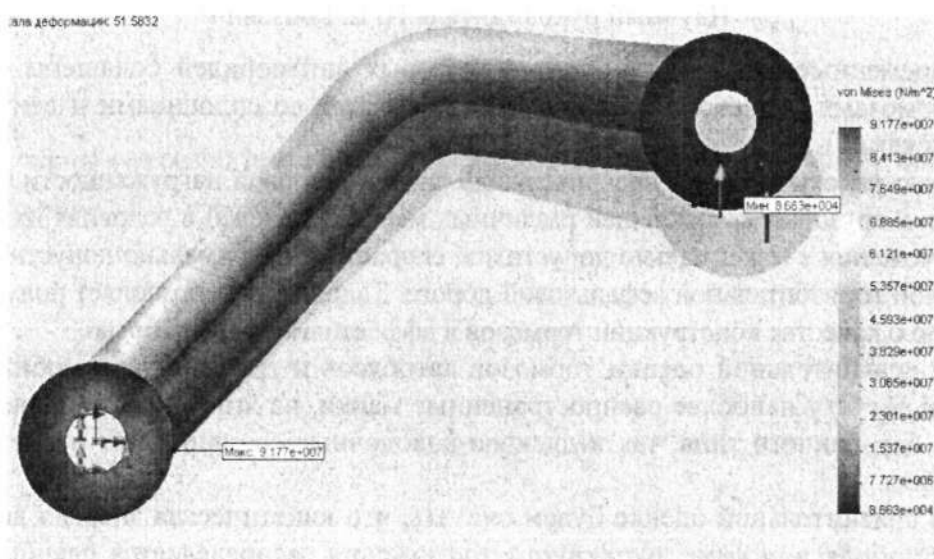
Рис. 1. Распределение механических перемещений (а) и напряжений (б) по критерию Мизеса в рычаге

Учитывая вышесказанное, была предложена модификация рычага (рис. 2). В модифицированном рычаге облегчены плечи.





а)



б)

Рис. 2. Распределение механических перемещений (а) и напряжений (б) по критерию Мизеса в модифицированном рычаге

Расчетное максимальное напряжение в модифицированном рычаге составило 91,7 мПа. Расчетная масса - 457,2 г.

В результате модификации рычага достигнуто снижение массы на 16 %.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

Существующая конструкция рычага не является равнопрочной и имеются возможности его оптимизации в целях снижения массы.

Разработанная конечноэлементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние рычага и может быть использована при проектировании.

Предложенная модификация позволяет снизить массу рычага на 16 % с сохранением жесткости и прочности.

## Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва : Едиториал УРСС, 2003. - 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
3. Метод конечных элементов и САПР / Ж. К. Сабоннадьер [и др.] ; пер. с фр. В. А. Соколова ; под ред. Э. К. Стрельбицкого. - Москва : Мир, 1989. - 192 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания : справочник. В 3 т. / редкол. : И. А. Биргер [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1968-1988. - Т. 1. Прочность, устойчивость, колебания. - 1968.-831 с.
5. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. - 2006.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОРМОЗОВ АВТОБУСОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИХ ТЕПЛОЙ НАГРУЖЕННОСТИ

А. Н. Астапович

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Современные модели автобусов и грузовых автомобилей оснащены барабанными тормозами и дисково-колодочными тормозами со сплошными и вентилируемыми дисками.

Целью работы является сравнительный анализ тепловой нагруженности тормозов автобусов и грузовых автомобилей различных марок и моделей в условиях их экстренного торможения с максимально допустимой скорости и максимально допустимой массы на сухой горизонтальной асфальтовой дороге. Такой анализ позволяет получить информацию о качестве конструкции тормозов и эффективности их работы.

Для сравнительной оценки тормозов автобусов и грузовых автомобилей принимаем к расчету наиболее распространенные марки, на которых установлены тормоза как барабанного типа, так и дисково-колодочные со сплошным и вентилируемым диском.

При сравнительной оценке будем считать, что кинетическая энергия движущегося автомобиля в режиме экстренного торможения распределяется равномерно на каждую ось.

Оценку тормозов проводим по величине средних приращений температур, возникающих на поверхности трения фрикционная накладка - барабан (диск). Тепловую задачу рассматриваем как одномерную, без учета теплоотдачи в окружающую среду.

Выявление качества непосредственно конструкции тормоза можно проводить, задаваясь одинаковым сочетанием материалов трущихся пар. Будем считать, что в качестве фрикционного материала накладок используется безасбестовая композиция, имеющая следующие теплофизические свойства:

$$\lambda_1 = 0,96 \text{ Вт/мК}, c_1 = 1200 \text{ Дж/кгК}, \rho_1 = 2000 \text{ кг/м}^3, a_1 = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Теплофизические свойства контртела (барабана, диска):

$$\lambda_2 = 30 \text{ Вт/мК}, c_2 = 540 \text{ Дж/кгК}, \rho_2 = 7300 \text{ кг/м}^3, a_2 = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Приращения температур в барабане (диске) с учетом теплоотдачи в окружающую среду равны:

$$\vartheta_2(0, Fo_2) - \vartheta_0 = \frac{(1 - \alpha_T) K_{ВЗ} q_0 h_2}{\lambda_2} \Theta'_2(0, Fo_2) - \frac{(1 - \alpha_T) K_{ВЗ} q_0 h_2^3}{t_T \lambda_2 a_2} \Theta''_2(0, Fo_2),$$

где  $\vartheta_2$  – температура барабана;  $\vartheta_0$  – начальная температура;  $\alpha_T$  – коэффициент распределения тепловых потоков.

$$\alpha_T = \frac{K_{ВЗ} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1}}{K_{ВЗ} \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1} + \sqrt{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \rho_2}},$$

где  $K_{ВЗ} = \frac{A_{a_1}}{A_{a_2}}$  – коэффициент взаимного перекрытия трущихся пар;  $A_{a_1}$ ,  $A_{a_2}$  – площадь накладки и дорожки трения, соответственно;  $q_0$  – начальная интенсивность фрикционного тепловыделения.

$$q_0 = \frac{k_2 m_n v_0^3}{8 A_{a_1} S_T},$$

где  $m_n$  – полная масса автобуса;  $v_0$  – начальная скорость торможения;  $t_T$  – полное время торможения;  $S_T$  – тормозной путь;

$$\Theta'_2(0, Fo_2) = Fo_2 + \frac{1}{3} + \sum A'_n \cos \mu_n \times \exp(-\mu_n^2 Fo_2);$$

$$\Theta''_2(0, Fo_2) = \frac{Fo_2^2}{2} + \frac{Fo_2}{3} - \frac{1}{45} - \sum_{n=1}^{\infty} A''_n \cos \mu_n \times \exp(-\mu_n^2 Fo_2)$$

$$Fo_2 = \frac{a_2 t}{h_2^2}, \mu_n = n\pi, A'_n = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^2}, A''_n = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^4}, t - \text{время.}$$

Средние приращения температур на поверхностях трения зависят от кинетической энергии движущихся автомобилей, особенностей конструкции тормозов и времени торможения.

Выразив из формулы приращения температур в барабане параметр  $K_{ВЗ}$ , можно, задаваясь максимальной температурой трущихся пар, определить относительные геометрические параметры фрикционной накладки и дорожки трения барабана; (диска):

$$K_{ВЗ} = \frac{(\vartheta_2(0, Fo_2) - \vartheta_0) \lambda_2}{(1 - \alpha_T) q_0 h_2 \left[ \Theta'_2(0, Fo_2) - \frac{h_2^2}{t_T a_2} \Theta''_2(0, Fo_2) \right]}.$$

Сравнительная характеристика тормозов автобусов

Марка автобуса	$t_f, c$	$S_f, м$	$A_{n1}, cm^2$	$A_{n2}, cm^2$	$K_{вз}$	$\alpha_f$	$ \theta_1(\Delta F \theta) - \theta_{1max} , K$
МАЗ-103	4,05	56,2	814	2834	0,575	0,047	276
- 151	5,26	95,0	532	2834	0,575	0,047	409
ПАЗ-5269	3,64	45,5	532	1759	0,605	0,049	399
- 5272	3,64	45,5	693	1759	0,605	0,049	379
ЛАЗ 4207	4,05	56,2	693	2318	0,598	0,049	252
- 5207	4,45	68,0	693	2318	0,598	0,049	324
- 695Н	3,48	41,5	693	2318	0,598	0,049	166
- 699 Р	4,05	56,2	693	2318	0,598	0,049	242
- А 141	4,05	56,2	693	2318	0,598	0,049	258
- 52523	3,64	45,5	396	2318	0,598	0,049	282
IKARUS-260	3,24	36,0	396	1847	0,429	0,036	273
- 263	4,45	68,0	396	1847	0,429	0,036	494
- 365	4,45	68,0	396	1847	0,429	0,036	428
MERCEDES BENZ O350	4,85	80,9	200	1433	0,14	0,012	379
- 302С	4,45	68,0	592	2061	0,575	0,047	425

Максимальные температуры трения возникают в тормозах автобусов марки IKARUS.

Зависимость приращений температур в тормозах автобусов Mercedes Benz носит экстремальный характер. Но если в случае дисково-колодочного тормоза автобуса Mercedes Benz O350 наибольшие приращения температур достигают 379 К при скорости движения  $V_0 = 120$  км/ч, то в барабанном тормозе автобуса Mercedes Benz 302С приращение температуры достигает 425 К при  $V_0 = 110$  км/ч.

Приращения температур в тормозах автобусов МАЗ и ЛАЗ меньше, чем в тормозах автобусов ПАЗ, что, очевидно, связано с более оптимальной геометрией тормозов. Наиболее теплонагруженными являются тормоза автобусов IKARUS.

На основании теплового расчета тормозов автобусов можно сделать вывод о том, что барабанные тормоза автобусов МАЗ и Mercedes Benz 302С, а также дисково-колодочный тормоз автобуса Mercedes Benz O350 наименее теплонагружены по сравнению с барабанными тормозами автобусов других марок. Следовательно, применение на автобусах дисково-колодочную конструкцию обеспечивает наименьшую тепловую нагруженность тормоза.

Таблица 2

Сравнительная характеристика тормозов грузовых автомобилей

Марка автомобиля	$m_a, кг$	$V_0, км/ч$	$t_f, c$	$q_0, Мвт/м^2$	$\alpha_f$	$\tau, кН/м^2$	$A_{n1}, A_{n2}, cm^2$		$K_{вз}$	$R_{n1}, R, м$		$ \theta_1(\Delta F \theta) - \theta_{1max} , K$
							$A_{n1}$	$A_{n2}$		$R_{n1}$	$R$	
ГАЗ-66	5770	90	3,64	4,183	0,051	477	296	955	0,620	0,542	0,190	231
ЗИЛ-431410	10400	90	3,64	7,791	0,050	757	280	924	0,606	0,510	0,210	429
КамАЗ-5325	19000	100	4,04	8,516	0,049	828	532	1759	0,605	0,540	0,200	481

Окончание табл. 2

Марка автомобиля	$m_n$ , кг	$V_0$ , км/ч	$t_T$ , с	$q_0$ , МВт/м <sup>2</sup>	$\alpha_T$	$\tau$ , кН/м <sup>2</sup>	$A_{s1}$	$A_{s2}$	$K_{83}$	$R_s$	$R$	$[S_1(0, F_0) - S_1]_{\text{max}}$ К
							см <sup>2</sup>			м		
КрАЗ-250	24000	75	3,03	7,477	0,051	881	410	1319	0,621	0,540	0,220	360
УРАЛ-43 20-01	13325	85	3,44	3,751	0,050	477	480	1583	0,606	0,630	0,210	196
МАЗ-64226	24000	100	4,04	3,688	0,048	341	624	2111	0,591	0,540	0,210	203
IVECO 190	17500	100	4,04	1,970	0,053	181	847	261	0,649	0,540	0,211	119
MERCEDES BENZ 1735	17000	100	4,04	1,798	0,052	170	902	2834	0,637	0,560	0,205	107

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что наибольшие приращения температур в зоне контакта фрикционная колодка-барабан (диск) наблюдаются в тормозах автомобиля КамАЗ-5325. Это объясняется неудовлетворительным выбором геометрических параметров тормоза, в частности, малой площадью фрикционной колодки.

Наименьшие значения максимального приращения температуры и удельной силы трения, равные соответственно 119 К и 181 кН/м<sup>2</sup> наблюдаются в тормозах автопоезда IVECO 190 36 РТ с трехосным полуприцепом. Этот автопоезд имеет сравнительно небольшую полную массу и оснащен десятью тормозами. Несколько большая теплонагруженность тормозов в автопоезде МАЗ-64226 с двухосным полуприцепом. Этот автопоезд обладает большей грузоподъемностью и также оборудован десятью тормозами.

Минимальные значения приращений температур наблюдаются в тормозе автомобилей Mercedes Benz 1735. Здесь этот эффект достигается за счет оптимального подбора геометрических параметров тормоза.

В процессе торможения грузовых автомобилей ГАЗ-66 и УРАЛ-4320-01 средние приращения температур в зоне контакта фрикционная накладка-барабан не превышают 230 К.

По мере возрастания удельной силы трения повышается и тепловая нагруженность тормозов. Наибольшие средние приращения температур, равные 481 К, в режиме экстренного торможения со скорости 100 км/ч возникают на поверхности трения тормоза автомобиля КамАЗ-5325, имеющего относительно большую полную массу  $m_n = 19000$  кг.

#### Литература

1. Балакин, В. А. Тепловые расчеты тормозов и узлов трения / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко. – Гомель : ИММС НАН Республики Беларусь, 1999.
2. Сравнительный анализ тормозов грузовых автомобилей / В. А. Балакин [и др.] // Трение и износ. – 2001. – Т. 22, № 2. – С. 123–127.
3. Балакин, В. А. Тепловая нагруженность тормозов с учетом сил инерции / В. А. Балакин, В. П. Сергиенко, П. Е. Родзевич // Трение и износ. – 2000. – Т. 21, № 6.

## Секция II

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

### КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В. В. Потребя

*Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Овчинников

Учитывая широкий спектр материалов, потребляемых современным машиностроением, а также перспективы совершенствования машин, механизмов и технологического оборудования, основанные на энерго- и ресурсосберегающих подходах, все большую актуальность приобретает проблема создания материалов с комплексом служебных характеристик, адекватно отвечающих к изменяющимся условиям эксплуатации. Одним из наиболее эффективных направлений современного материаловедения является создание композиционных материалов нового поколения на различных матрицах путем управления структурой на нано- и микроуровнях с помощью различных технологических воздействий. Повысить эксплуатационные характеристики оборудования, машин и механизмов можно с помощью нанесения полимерных покрытий, предотвращающих износ контактных поверхностей в условиях комплексного воздействия неблагоприятных эксплуатационных факторов.

Полиамид 11 (Rilsan) является одним из самых широко применяемых полимерных материалов в автомобилестроении, машиностроении, электротехнике, электронике и в других отраслях промышленности. Это обусловлено тем, что ПА 11 обладает достаточно высокой температурой эксплуатации - до 140 °С, ударопрочностью, устойчивостью к коррозии [1], [2].

Вместе с тем ПА 11, как и другие полиамиды, обладая высокими физико-механическими, триботехническими, адгезионными и другими характеристиками, имеет небольшой интервал пластичности, склонен к окислению при температурах переработки в изделия.

Для повышения служебных характеристик полиамиды модифицируют различными видами материалов, отличающимися химическим составом, агрегатным состоянием, дисперсностью и т. п.: силикатами, оксидами, углеродными волокнами. Согласно литературным источникам модифицирование полиамидов (ПА 6, ПА 11) низкоразмерными углеродсодержащими частицами УДАГ приводит к повышению показателей физико-механических характеристик при содержании наполнителя в пределах 0,005-0,5 мас. %: увеличиваются показатели прочности при одноосном растяжении и твердость по Бринеллю [3].

Вместе с тем, наполнители и модификаторы, вводимые в состав полиамидов, могут существенно изменить вязкость расплава, что сказывается на технологичности процесса изготовления изделий.

В данной работе разработаны составы композиционных материалов, предназначенных для получения антифрикционных покрытий на основе алифатического полиамида 11, модифицированного ультрадисперсным политетрафторэтиленом (УПТФЭ). Эффект противоизносного и антифрикционного действия низкоразмер-

ных модификаторов в полимерных матрицах обусловлен структурирующим действием на периферийные области нескомпенсированного заряда, сформированного вследствие кристаллохимических и технологических особенностей.

Целью исследования явилось изучение вязкостных характеристик расплавов термопластических полимеров, модифицированных УПТФЭ при различных условиях переработки, определение оптимальной концентрации модификатора в объеме полимерной матрицы.

Методика проведения исследований. В качестве объекта исследований выбран ПА 11 «Rilsan» производства АТОФИНА (Франция). Физико-механические, теплофизические, триботехнические и другие характеристики приведены в многочисленной справочной литературе [1], [2]. Для модифицирования полимерной матрицы использовали порошок ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ). Процентное содержание модификатора в полимерной матрице составляло: 0,1; 0,5; 1 и 2 мас. %. Модификатор равномерно распределяли по объему путем интенсивного перемешивания порошкообразных компонентов на специализированном оборудовании.

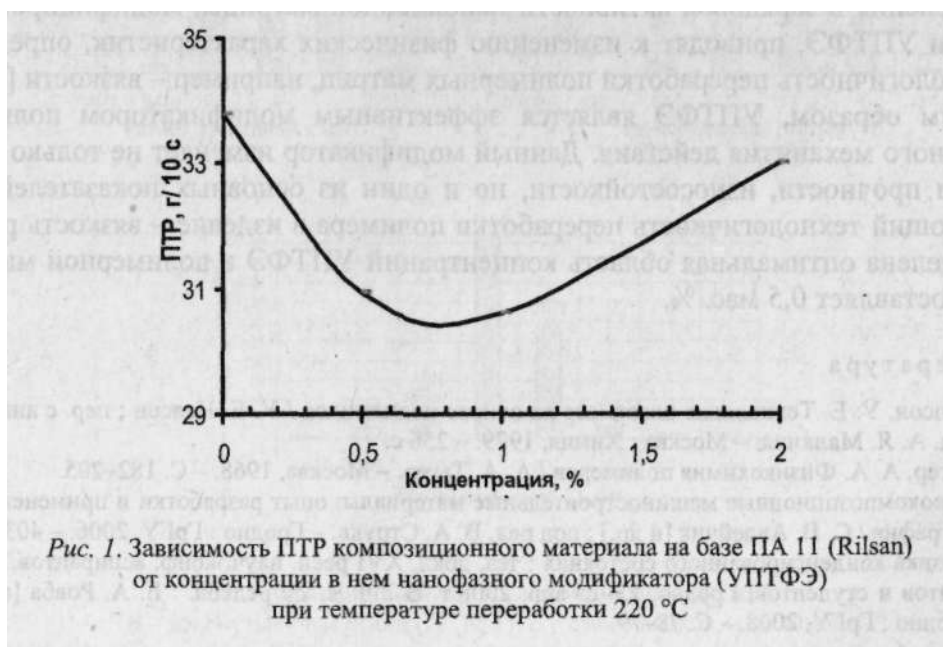
Показатели вязкости полиамида 11 (Rilsan) и материалов на его основе оценивали на экструзионном пластомере марки ИИРТ 119 при температурах 200, 210, 220, 230 °С.

Расчет показателя текучести расплава (ПТР) проводили по формуле:

$$\text{ПТР} = \frac{600 \cdot m_x}{t},$$

где  $m_x$  – масса прутка, г;  $t$  – интервал времени между двумя последовательными срезами прутков, с.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что при добавлении к ПАП ультрадисперсного УПТФЭ, полученного методом термогазодинамического синтеза, приводит к повышению вязкости композита. Увеличение концентрации модификатора от 0,5 до 2 % в объеме полимерной матрицы приводит к монотонному увеличению показателя ПТР. Увеличение вязкости от 0 до 0,5 % можно объяснить тем, что образуются дополнительные лабильные физические связи между нанофазными частицами и молекулами полимера, которые обусловлены наличием нескомпенсированного собственного заряда у частиц УПТФЭ.



На основании полученных результатов исследования можно констатировать, что введение зарядовых нанокластеров приводит к структурным изменениям в кристаллической и некристаллической фазах полимера.

Характерным является тот факт, что эффект увеличения степени кристалличности проявляется при малых степенях наполнения полимера и практически не зависит от содержания модификатора в пределах концентраций 0,1-0,5 мас. %.

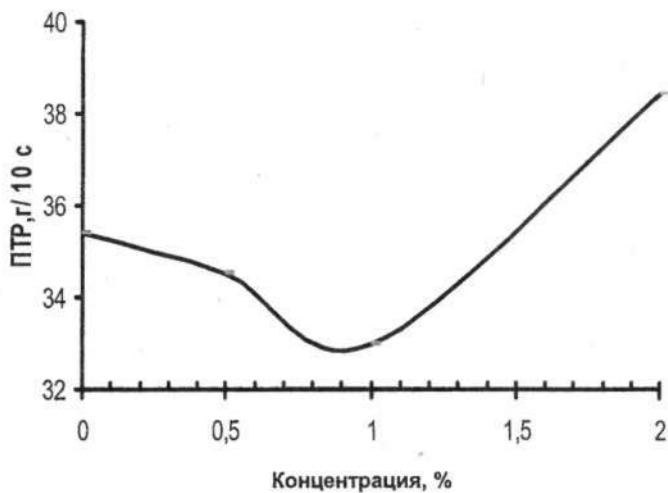


Рис. 2. Зависимость ПТР композиционного материала на базе ПА 11 (Rilsan) от концентрации в нем нанофазного модификатора (УПТФЭ) при температуре переработки 230 °С

Исходя из полученных результатов можно предположить, что существует пороговая концентрация наполнителя, обеспечивающая переход всех макромолекул в ориентированное состояние, превышение которого не вызывает дополнительного эффекта молекулярного упорядочения в некристаллической фазе полимера, а приводит к повышению дефектности структуры вследствие агрегирования кластерных частиц модификатора.

Изменения в зарядовой активности наполненной матрицы, модифицированной частицами УПТФЭ, приводят к изменению физических характеристик, определяющих технологичность переработки полимерных матриц, например - вязкости [4].

Таким образом, УПТФЭ является эффективным модификатором полимеров комплексного механизма действия. Данный модификатор изменяет не только характеристики прочности, износостойкости, но и один из основных показателей, обуславливающий технологичность переработки полимера в изделие - вязкость расплава. Определена оптимальная область концентраций УПТФЭ в полимерной матрице, которая составляет 0,5 мас. %.

#### Литература

1. Нелсон, У. Е. Технология пластмасс на основе полиамидов / У. Е. Нелсон ; пер. с англ. ; под ред. А. Я. Малкина. - Москва : Химия, 1979. - 256 с.
2. Тагер, А. А. Физикохимия полимеров / А. А. Тагер. - Москва, 1968. - С. 182-205.
3. Наноконпозиционные машиностроительные материалы: опыт разработки и применения: монография / С. В. Авдейчик [и др.]; под ред. В. А. Струка. - Гродно : ГрГУ, 2006. - 403 с.
4. Физика конденсированного состояния : тез. докл. XVI респ. науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно, 23-25 апр. 2008 г. В 2 ч. Ч. 2 / редкол. : Е. А. Ровба [и др.]. - Гродно : ГрГУ, 2008. - С. 78-79.



СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОЙ СТРУЖКИ

М. П. Селицкая

Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель О. М. Валицкая

Переработка (рециклинг) вторичного сырья на сегодняшний день является актуальной проблемой индустрии. На металлообрабатывающих предприятиях скапливается большое количество металлоотходов, в том числе, стружки, которая является ценным вторичным сырьем при выплавке металла. В последнее время для рециклинга полидисперсных металлоотходов, в том числе металлической стружки, начали применять ротационные наклоняемые печи (РНП) [1].

При разработке конструкций РНП и технологического режима тепловой обработки возникли трудности из-за практически полного отсутствия информации по свойствам стружки.

Целью данной работы явилось определение и анализ некоторых свойств алюминиевой стружки, необходимых для разработки процесса рециклинга с использованием РНП.

1. Определение свойств стружки

Стружка, поставляемая партиями на переработку, представляет собой полидисперсный материал с широким диапазоном размеров и форм элементов. Фракционный состав стружки представлен на рис. 1. Видно, что стружка имеет широкий диапазон размеров, и соответственно, имеет очень высокий суммарный коэффициент полидисперсности ( $\Pi > 20$ ), определяемый как отношение максимального диаметра частиц полидисперсного материала к минимальному:

$$\Pi = \frac{d_{max}}{d_{min}}$$

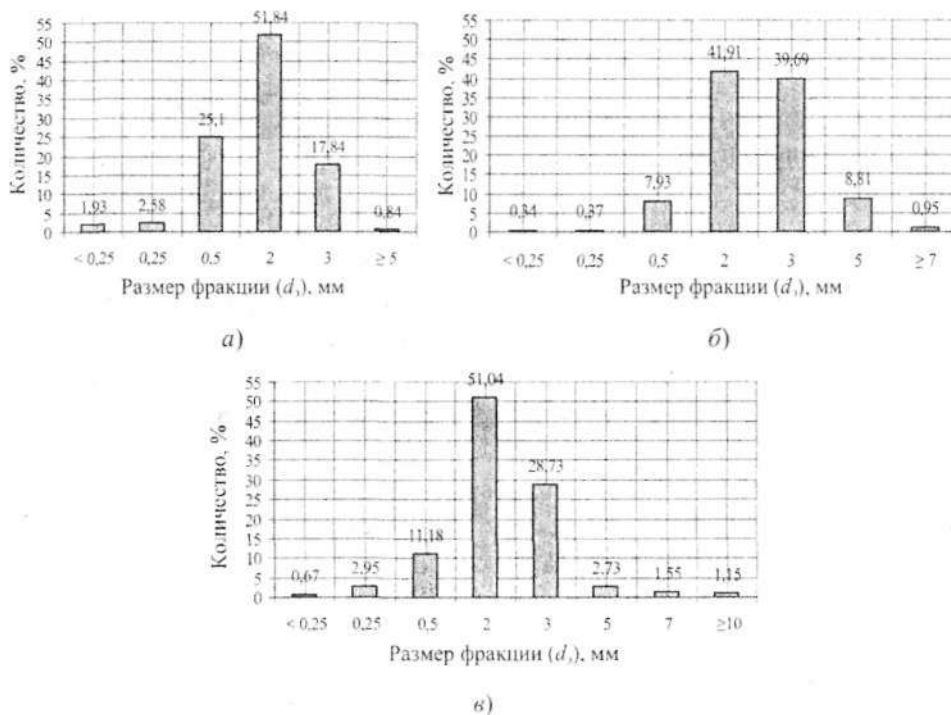


Рис. 1. Фракционный состав алюминиевой стружки:  
а – изогнутые пластинки (гр. № 1); б – смесь витков, пластинок и их фрагментов (гр. № 2); в – смесь пластинок, витков и их фрагментов (гр. № 5)

Ниже приведены значения насыпной плотности, угла естественного откоса, порозности слоя.

#### Характеристики стружки

Номер группы	Форма частиц	Насыпная плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Порозность $\beta$	Угол естественного откоса $\alpha^\circ$	Характер образования
1	Изогнутые пластинки	175	0,934	43	фрезерование
2	Смесь витков, пластинок и их фрагментов	193	0,930	44	сверление
3	Спирали	278	0,895	45	токарные операции
4	Полоски	385	0,855	43	сверление
5	Смесь пластинок, витков и их фрагментов	413	0,844	44	то же

Эквивалентный диаметр частиц ( $d_3$ )

Пользуются различными способами усреднения частиц по диаметрам, т. е. по-разному вводят понятие эквивалентного диаметра частиц. Выбор  $d_3$  определяется постановкой задачи: при расчете скоростей витания и уноса частиц, а также при расчете поверхности теплообмена определяют среднегармоничный диаметр:

$$d_{CP} = 1 / \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{d_i}, \quad (1)$$

где  $n$  – число фракций,  $m_i$  – содержание  $i$ -й фракции, массовой доли;  $d_i$  – средний ситовый размер  $i$ -й фракции, м.

Так как стружка – это полидисперсный материал с высоким коэффициентом полидисперсности, то приводить размеры всех частиц стружки к какому-либо среднему не целесообразно. Стружку, в соответствии с фракционным составом, разобьем на группы, с  $\Pi = 1,5 \div 2$ , и соответственно для каждой группы определим  $d_3$  (рис. 1).

Форма частиц стружки ( $f$ ) и эквивалентный диаметр частиц ( $d_3$ ) – показатели, которые необходимо учитывать при определении скоростей витания и уноса частиц.

Для учета отличия формы частицы от сферической используем коэффициент формы ( $f$ ).

Коэффициент формы стружки меняется в зависимости от вида стружки (спираль, полоски и др.) и ее размеров. По результатам измерений и расчетов коэффициент формы находится в пределах от  $f = 1,22$  до  $f = 6,68$ .

#### 2. Скорость витания ( $\omega_{\text{вит}}$ ), скорость уноса ( $\omega_{\text{унос}}$ ) частиц

Скорость витания частиц, при которой начинается массовый унос частиц данного размера, формы, плотности определяем по универсальной формуле [2]:

$$\omega_{\text{унос}} = \frac{\mu_C}{d_{CP} \cdot \rho_C} \cdot \frac{Ar}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{Ar}}, \quad (2)$$

где  $\mu_c$  – вязкость сушильного агента при средней температуре;  $d_{cp} = d_3/f$  – средний размер частиц стружки, с учетом формы частиц;  $\rho_c$  – плотность сушильного агента при средней температуре;  $Ar = \frac{d_{cp}^3 \cdot \rho_{ст} \cdot \rho_c \cdot g}{\mu_c^2}$  – критерий Архимеда;  $\rho_{ст}$  – плотность частиц высушиваемого материала.

Соотношение между скоростью массового уноса и скоростью витания частиц может достигать:  $\omega_{унос}/\omega_{вит} \approx 15$  – для крупных частиц (от 2 мм),  $\omega_{унос}/\omega_{вит} \approx 50$  – для мелких [3].

На рис. 2 представлены графики скорости уноса частиц алюминиевой стружки групп №№ 1, 2, 5 (см. группу № 1) дымовыми газами в зависимости от фракционного размера, коэффициента формы частиц при температуре газов, равной 700 °С. На этом же графике показана скорость уноса частиц, форму которых условно принимаем равной сферической ( $f = 1$ ).

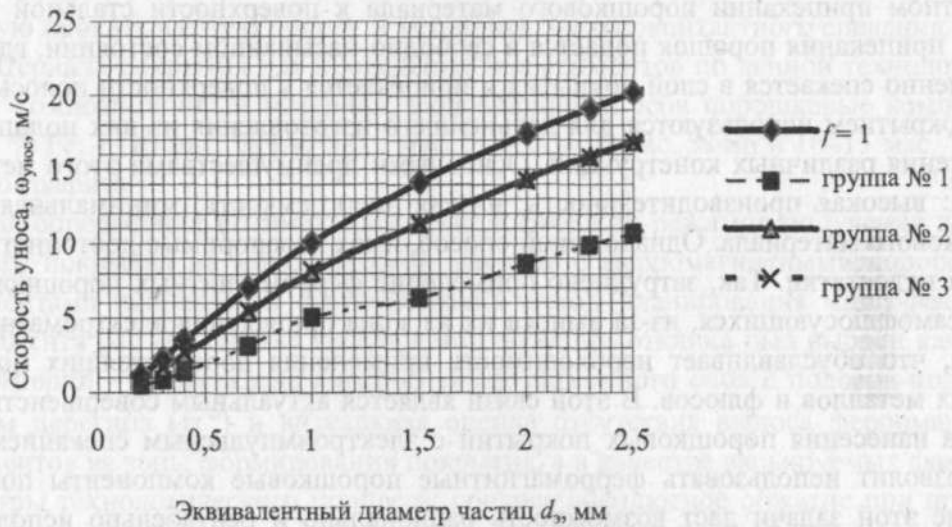


Рис. 2. Скорость уноса частиц алюминиевой стружки

На основании полученных данных сделаем выводы:

1. Для всех рассматриваемых видов алюминиевой стружки угол естественного откоса примерно одинаков (43–45°).
2. Насыпная плотность стружки может отличаться примерно в 2,5 раза в зависимости от характера образования.
3. Коэффициент формы частиц стружки изменяется в зависимости от ее вида и размеров в широком диапазоне: от  $f = 1,22$  до  $f = 6,68$ , что снижает скорость уноса частиц по сравнению со сферическими.
4. При порозности не более 0,970 слой полидисперсного материала переходит в состояние газозвеси при гравитационном падении [3]. К этому значению близка порозность в свободно насыпанном состоянии алюминиевой стружки группы № 1.

Полученные результаты использовались при разработке проектной документации и конструкций РНП для термической обработки алюминиевой стружки (г. Мозырь).

#### Литература

1. Ровин, С. Л. Рециклинг металлоотходов / С. Л. Ровин, Л. Е. Ровин, В. А. Жаранов // Литье и металлургия. – 2008. – № 3. – С. 153–157.

2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. - Москва : Химия, 1973. - 340 с.
3. Горбис, З. Р. Теплообмен дисперсных сквозных потоков / З. Р. Горбис. - Москва-Ленинград : Энергия, 1974. - 246 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЬНУЮ ПОЛОСУ С ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ**

В. В. Белаш

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Одним из перспективных методов нанесения износостойких порошковых покрытий является метод электроимпульсного спекания. Он заключается в электроконтактном припекании порошкового материала к поверхности стальной полосы. В зону припекания порошок подается в свободно-насыпанном состоянии, где он одновременно спекается в слой покрытия и припекается к поверхности полосы. Полосы с покрытием используются для дальнейшего изготовления из них подшипников скольжения различных конструкций. Основными преимуществами этого метода являются: высокая производительность, низкая энергоемкость, минимальная потеря порошкового материала. Однако такой способ, имея неоспоримые достоинства, имеет свои недостатки. Так, затруднено применение ферромагнитных порошков, в том числе самофлюсующихся, из-за выноса их из зоны припекания электромагнитными силами, что обуславливает необходимость применения дорогостоящих порошков цветных металлов и флюсов. В этой связи является актуальным совершенствование способа нанесения порошковых покрытий с электроимпульсным спеканием, который позволит использовать ферромагнитные порошковые компоненты покрытия. Решение этой задачи даст возможность рационально и рентабельно использовать материалы, заменить дорогостоящие цветные металлы менее дефицитными ферромагнитными порошками.

Цель работы - совершенствование и исследование процесса электроимпульсного нанесения порошкового композиционного покрытия с ферромагнитными компонентами на металлическую полосу-подложку.

Совершенствование процесса нанесения порошковых композиционных покрытий на металлической основе является актуальной работой, отвечающей потребностям Республики Беларусь в ресурсосберегающих, энергосберегающих технологиях и новых материалах.

Для решения поставленной цели на основе известного способа разработан усовершенствованный способ нанесения порошковых покрытий на стальную полосу с электроимпульсным воздействием. Условно его можно представить в виде следующих этапов:

1. Подготовка поверхности полосы-подложки. Для увеличения адгезионного взаимодействия «сырого» слоя и полосы-подложки, а также исключения применения специальных флюсов при спекании, полоса-подложка подвергается механической обработке. На ней создается с помощью металлических щеток шероховатость ( $Rz\ 60$ ).

## **Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 77**

2. Предварительное формование. На стальную полосу-подложку насыпается слой порошковой шихты и прокатывается между двумя прокатными валками на прокатном стане. Для обеспечения точной дозировки шихты используется дозирующее устройство. Метод предварительного формования позволяет избежать выноса ферромагнитных порошков из зоны контакта при последующем спекании, так как ферромагнитные включения будут находиться в спрессованном состоянии.

3. Электроимпульсное спекание. Полоса с «сырым» слоем прокатывается между двумя прокатными валками-электродами, подключенными к сварочному трансформатору. Эта операция обеспечивает спекание «сырого», предварительно спрессованного порошкового слоя и одновременно его припекания к поверхности стальной полосы.

4. Калибровка прокаткой. Завершающей операцией является калибровка путем прокатки полосы в размер.

Для проведения экспериментов использовался прокатный двухвалковый стан, оборудованный устройством для дозированной подачи порошковой смеси на металлическую прокатываемую полосу и установка электроконтактного спекания. В качестве материала-покрытия для проведения экспериментов по данной технологии был выбран композиционный материал, включающий в себя порошковые компоненты: 70 мас. % Fe, 7-10 мас. % Си, 5-10 мас. % Ni, 5-10 мас. % Sn и 10-15 мас. % омедненного графита.

Для определения оптимальных технологических режимов получения композиционного покрытия на металлической матрице с ферромагнитными порошковыми компонентами использован статистический метод планирования многофакторного эксперимента [4]. В качестве исследуемой функции отклика был выбран качественный критерий - проверка на адгезию композиционного слоя с полосой-подложкой методом перегиба ( $\alpha^\circ$ ) и визуальная оценка отсутствия выноса ферромагнитных компонентов из зоны формирования покрытия, а в качестве варьируемых факторов - параметры технологического процесса: среднее абсолютное обжатие при предварительном формовании и спекании K1; скорость вращения валков-электродов K2; и сила тока спекания K3.

Исследовались образцы с материалом полосы-подложки сталь 08кп, шириной полосы 15 мм и уровнем насыпки порошковой шихты 2 мм. Электроимпульсное спекание проводилось при постоянном давлении 200 МПа, которое обеспечивало плотный электроконтакт.

Предварительно методом «крутого восхождения» с учетом технических характеристик экспериментальной установки была экспериментально определена область изменения интервалов варьирования. Дальнейшее исследование совместного влияния варьируемых факторов K1, K2, K3 на качество адгезии композиционного слоя с полосой-подложкой проводилось с помощью метода рототабельного планирования второго порядка. Величина и область изменения параметров процесса нанесения порошковых покрытий на стальную полосу с использованием электроимпульсного воздействия приведены ниже:

## Величина и интервалы варьирования независимых переменных

Уровни варьирования	Кодовые значения	Факторы		
		Среднее абсолютное обжатие при предварительном формовании и спекании K1	Скорость вращения валков-электродов K2	Сила тока спекания K3
		X1, мм	X2, м/мин	X3, кА
Основной	0	2,0	0,7	19
Нижний	-1	1,79	0,6	16
Верхний	+1	2,21	0,8	22
Нижнее «звездное» плечо	-1,682	1,65	0,5	13,9
Верхнее «звездное» плечо	+1,682	2,35	0,9	24,1
Интервал варьирования	—	0,25	0,1	3,0

Согласно рототабельному плану эксперимента было проведено 20 опытов, каждый из которых осуществляли трижды.

После обработки экспериментальных данных было получено уравнение регрессии, отражающее влияние факторов на исследуемую функцию:

$$\alpha^{\circ} = -1562,05 + 1526,8 X_1 - 1817,2 X_2 + 78,7 X_3 + 83,3 X_1 X_2 - 4,8 X_1 X_3 + 16,7 X_2 X_3 - 366,9 X_1^2 + 757,3 X_2^2 - 1,9 X_3^2.$$

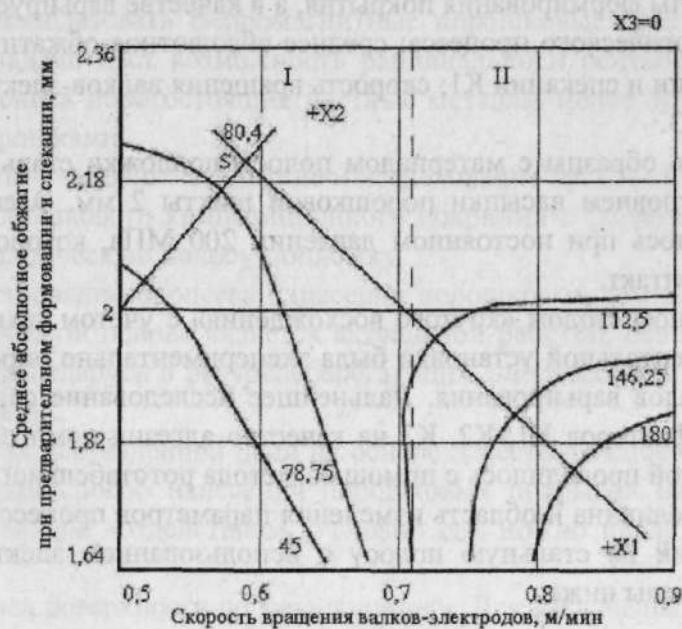


Рис. 1. Уровни равных значений величины угла перегиба композиционного покрытия от кодовых значений среднего абсолютного обжатия при предварительном формовании и спекании и скорости вращения валков-электродов при X3 = 0

Анализ приведенного уравнения и его графической интерпретации (рис. 1) позволил определить режимы процесса, обеспечивающие угол перегиба  $180^\circ$ , который на основании экспериментальных данных является достаточным условием отсутствия расслоений после последующей штамповки подшипников скольжения из получаемого полосового материала.

Получены следующие оптимальные режимы процесса порошковых покрытий на стальную полосу с электроимпульсным воздействием: среднее абсолютное обжатие материала при предварительном формовании и спекании 1,65...1,86 мм; скорость вращения валков-электродов 0,8...0,9 м/мин; сила тока спекания 19 кА.

Таким образом, разработан способ нанесения порошковых композиционных покрытий с ферромагнитными компонентами на стальную полосу. Основными этапами способа являются: 1) подготовка поверхности полосы; 2) предварительное формование слоя покрытия совместной прокаткой полосы и порошка материала покрытия; 3) электроимпульсная обработка полосы с покрытием во вращающихся прокатных валках-электродах; 4) калибровка полосового материала в прокатных валках. Проведена экспериментальная апробация способа. Определены оптимальные технологические режимы и их влияние на адгезию композиционного слоя с полосой-подложкой.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ В ЛАТУННЫХ СПЛАВАХ

**С. В. Прокопович**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Агунович

Современное машиностроение предъявляет все более высокие требования к металлическим сплавам, среди которых особое место занимают цветные сплавы. Получение конкурентоспособной продукции напрямую зависит от оптимального соотношения цена-качество. Применяемые в настоящее время материалы, часто не обеспечивают требуемых свойств, кроме того, для их изготовления используют дорогостоящие легирующие компоненты, что, в свою очередь, сказывается на стоимости изготавливаемых изделий.

Разработка новых материалов на основе не столь дорогих и дефицитных компонентов, равно как и совершенствование технологий их получения, позволит снизить потребность экспорта металла в республику.

Новая технология металлургического производства - быстрая закалка расплава - позволяет избежать многоступенчатость, трудоемкость и энергоемкость технологического цикла производства металлических сплавов, при этом улучшает структуру, качество и физико-химические свойства металлов за счет увеличения растворимости твердых растворов, появления новых метастабильных фаз и более совершенной микроструктуры - аморфной или микрокристаллической [1]. Быстрозакаленные микрокристаллические сплавы обладают уникальным сочетанием электромагнитных, прочностных, коррозионных и других специальных свойств, что обуславливает необходимость в изучении возможностей в управлении структурой и свойствами этих сплавов.

В результате того, что сплавы, в отличие от чистых металлов, кристаллизуются не при одной температуре, а в интервале температур возникает неоднородность химического состава сплава. Чем шире температурный интервал кристаллизации сплава, тем большее развитие получает ликвация и сегрегация, причем наибольшую склонность к ней проявляют те компоненты сплава, которые наиболее сильно влия-

## **80 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов**

ют на ширину интервала кристаллизации (например, сера, кислород, фосфор, углерод). Неоднородность химического состава оказывает вредное влияние на качество сплава, т. к. приводит к неравномерности его свойств [2]-[4].

Целью данной работы является исследование неоднородности химического состава в латунных сплавах.

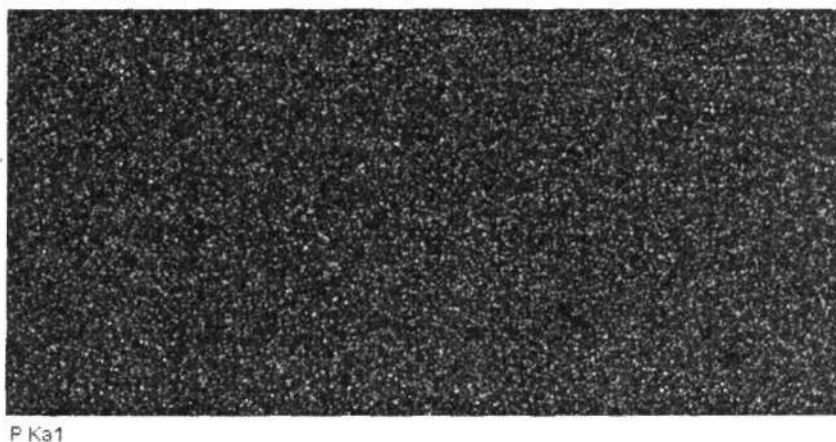
Методика исследований. В качестве исходного материала для получения литых и быстрозакаленных лент в процессе быстрой закалки из расплава использовались сплавы системы Cu-Zn-Ni-P-Fe-Sn.

Выбор составов сплавов обусловлен следующими соображениями: никель улучшает механические свойства, повышает прочность и коррозионную стойкость, повышает растворимость цинка в меди до полного исчезновения Р-фазы; фосфор повышает механические свойства, снижает температуру плавления, измельчает зерно в литом состоянии; железо способствует измельчению зерна, повышает механические и технологические свойства; олово повышает прочность, твердость и сопротивление коррозии.

Быстрозакаленные ленты получали методом спиннингования [1] расплава на цилиндрическую поверхность медного диска радиусом 0,34 м при частоте вращения 53-66 с<sup>-1</sup>.

Изотермический отжиг проводили в индукционной печи в среде аргона в течение 40 мин при температурах 100; 200; 300; 400; 500 °С.

При исследовании микросостава литого, быстрозакаленного сплава и сплавов после отжига на сканирующем электронном микроскопе VEGA II LSH методом электронно-зондового анализа определяли химический состав в различных точках поверхности образцов (количественный анализ). Исследовали также распределение химических элементов (картографирование) с использованием детектора LED 2201 (качественный анализ) (рис. 1).



*Рис. 1. Распределение фосфора в литом латунном сплаве*

Для выявления поверхности зерен применяли травление погружением реактивом Ханке для ( $\alpha + \beta$ )-латуней (200 мл  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 20 мл  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Данный травитель вызывает потемнение  $\beta$ -твердого раствора и при его использовании четко выявляется структура и ликвационная неоднородность ( $\alpha + \beta$ )-латуни [5].

Высокая скорость охлаждения расплава при быстрой закалке значительно снижает неоднородность распределения химических компонентов в латунном сплаве, по сравнению с литыми латунными сплавами. Изменение неоднородности распределения химического состава быстрозакаленных образцов в зависимости от температуры отжига носит сложный характер.



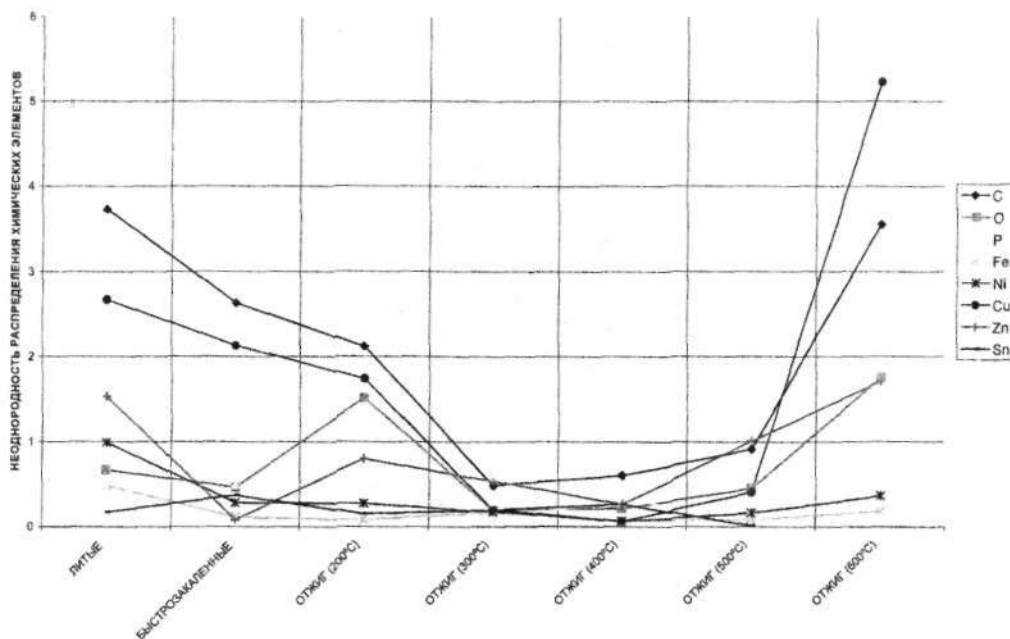


Рис. 2. Изменение неоднородности распределения химического состава быстрозакаленных образцов в зависимости от температуры отжига

При 200 °С неоднородность распределения кислорода и цинка резко увеличивается, также происходит резкое увеличение неоднородности всех элементов микросостава при 500 °С. Этот процесс вызван, вероятно, фазовыми превращениями, происходящими в латунях в данных интервалах температур. Распределение железа независимо от температуры отжига остается примерно равномерным.

#### Литература

1. Метастабильные и неравновесные сплавы / Ю. В. Ефимов [и др.] ; под ред. Ю. В. Ефимова. - Москва: Металлургия, 1988.
2. Голиков, И. Н., Дендритная ликвация в стали / И. Н. Голиков. - Москва, 1958.
3. Штейнберг, С. С. Металловедение / С. С. Штейнберг. - Свердловск, 1961.
4. Вайнгард, У. Введение в физику кристаллизации металлов / У. Вайнгард ; пер. с англ. - Москва, 1967.
5. Беккерт, М. Справочник по металлографическому травлению / М. Беккерт, Х. Клемм ; пер. с нем. Н. И. Туркиной [и др.]. - Москва : Металлургия, 1979.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ЛИТЬЯ

А. В. Павленок

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: А. А. Бойко, Е. Н. Подденежный

Основной целью исследований данного направления является разработка новых составов оболочковых форм для литья по выплавляемым моделям и методика регенерации использованных керамических форм.

Основой связующих являются синтетические кремнеземы российского производства, поставляемые потребителям в виде порошка диоксида кремния. Мелкодисперсный порошок КОВЕЛОС представляет собой легко дезагломерирующуюся фракцию SiO<sub>2</sub> с размерами частиц от 1 до 10 мкм (рис. 1).

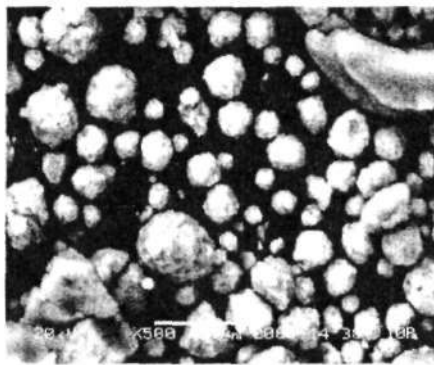


Рис. 1. РЭМ-изображение частиц синтетического кремнезема марки «КОВЕЛОС™»

Нами проведены исследования, направленные на определение возможности использования кремнезоля собственного изготовления, полученного на основе КОВЕЛОСа марок СЖКЗ-27 и СК-25/20 в технологии формирования керамических оболочковых форм повышенной прочности.

В качестве наполнителя в суспензию использовался КОВЕЛОС™ 25/05-М с размерами агломератов 1-10 мкм, ТУ2168-001-14344269-03 и пылевидный плавленный кварц с размерами частиц менее 50 мкм, ТУ 0284409-141-89. Посыпка осуществлялась плавленным кварцем с зернами осколочной формы. Размер зерен 0,55-0,75 мм (2 первых слоя) и 1,0-1,25 мм (остальные слои). Оболочковые формы состоят из 7-9 слоев.

Для проведения эксперимента по изготовлению керамической оболочки была использована фотополимерная модель ротора (ФПМ), фотография приведена на рис. 2.

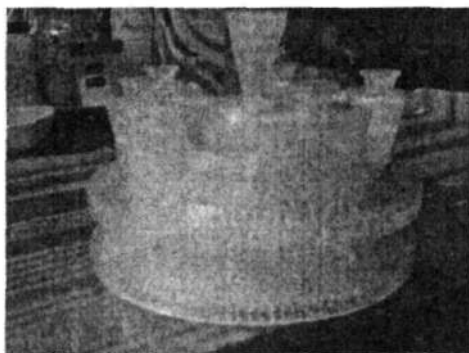


Рис. 2. Фотополимерная модель ротора

Методика нанесения слоев керамики холодного отверждения на модель из фотополимера состоит из следующих этапов:

1. Приготовление суспензии (связующего): 1 л кремнезоля СЖКЗ-27 смешивается с 400 г сухого кремнеземного порошка Ковелос 25105-М и 600 г пылевидного кварца. После тщательного перемешивания смеси с помощью механической мешалки в течение 30 мин следует этап созревания в течение 20-30 мин. Определение смачивающей способности и равномерности распределения суспензии по поверхности МФ производят путем окунания в суспензию модельной восковой пластины. Пригодность суспензии для нанесения первого слоя оболочковой формы определяется по отсутствию «залысин» после стекания лишнего количества жидкости [2].

2. Нанесение слоев. Нанесение первого слоя: окунаем модель в полученную суспензию, извлекаем из жидкости, поворачиваем несколько раз для полного смачивания, даем стечь лишней жидкости. Поворачивая модель, посыпаем ее молотым кварцем с зернами осколочной формы размера 0,55-0,75 мм. После нанесения слоя влажное покрытие имеет серый цвет. Ставим модель с нанесенным первым слоем в сушильный шкаф с принудительным обдувом с температурой 40 °С, время выдержки - 1 час. Покрытие имеет ровный белый цвет, что подтверждает окончательную степень высыхания слоя [1]. Нанесение последующих слоев осуществляется по аналогии с первым слоем, отличительной особенностью является то, что обсыпка осуществляется молотым кварцем с размерами зерен 1,0-1,25 мм [1].



Рис. 3. Внешний вид ОФ, нанесенной на фотополимерную модель после сушки в сушильном шкафу при температуре 40 °С и модель

3. Выжигание фотополимера. Выжигание фотополимера проводится в муфельной печи, на воздухе. Для полного выгорания фотополимерной модели достаточно нагрева до температуры 900 °С [2].

В результате экспериментов установлено, что для получения прочной и бездефектной ОФ оптимальными режимами для выжигания фотополимера и прокаливания является скорость подъема температуры 200-300°/час (до 900 °С) и выдержка при температуре 900 °С в течение 1 часа.

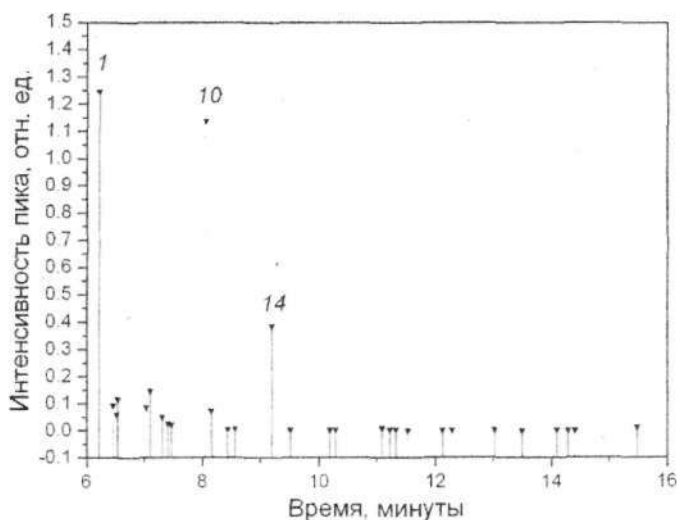
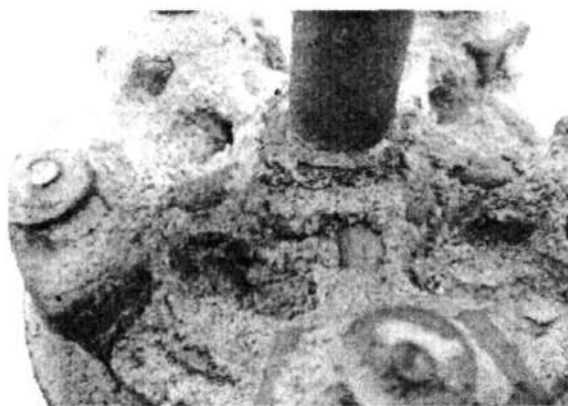


Рис. 4. Хроматограмма продуктов сгорания фотополимера модельной формы

## **84 Секция П. Материаловедение и технология обработки материалов**

4. Пробная заливка чугуна в ОФ. В готовую ОФ, полученную с использованием нового связующего, в заводских условиях был залит чугун с целью определения ее пригодности для литья деталей сложной формы. После остывания расплава и попыток разрушения керамических слоев установлено, что полученная оболочка обладает повышенной адгезией по отношению к поверхности чугуна, а также повышенной прочностью, что приводит к трудности ее разрушения и удаления с поверхности отливки (рис. 5).



*Рис. 5. Отлитая деталь с остатками ОФ, масштаб 1:5 (вид сверху)*

### Литература

1. Шкленник, Я. И. Литье по выплавляемым моделям / Я. И. Шкленник. - Москва, 1984.
2. Серебро, В. С. Основы теории газовых процессов в литейной форме / В. С. Серебро. - Москва, 1991.

## **ДОБАВКИ ОРГАНОГЛИН ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Д. Л. Подобед, М. В. Марченко, М. М. Журов**

*Гомельский инженерный институт МЧС Республики Беларусь*

Научный руководитель С. Н. Бобрышева

Создание пожаробезопасных материалов, снижение их воспламеняемости и горючести является в настоящее время актуальной проблемой, связанной с безопасностью жизнедеятельности человека. Особенно это касается полимеров, ассортимент и объемы производства которых неуклонно растут. Обладая высокой горючестью, полимеры повышают общую пожароопасность, а, выделяя при горении большое количество ядовитых газов, губительно действуют на человека и окружающую среду. Снижение горючести полимеров достигается в основном путем введения в их состав добавок антипиренов, которые должны отвечать определенным требованиям. Прежде всего, антипирены должны быть функционально эффективны, не ухудшать свойства полимера, экологически безопасны и экономически выгодны. Для используемых в настоящее время антипиренов сложно выполнить весь комплекс этих требований. Так, использование наиболее эффективных огнезащитных галогенсодержащих органических антипиренов приводит к загрязнению окружающей среды, а применение неорганических ухудшает механические параметры материалов [1].

## Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 85

Альтернативным решением в этом случае может быть применение модифицированных функционально бентонитов. К бентонитам относятся тонкодисперсные высокопластичные глины основную роль, в составе которых играет монтмориллонит. Высокие дисперсность и поверхностная энергия вещества способствуют прививке функциональных групп, придающих ему необходимые свойства. Так обработка гидрофобными органическими реагентами позволяет повысить сродство антипирена к полимерным материалам, что является необходимым требованием совместимости, с одной стороны, и, как показали исследования, обеспечением термостабильности, с другой (за счет коксообразования) (рис. 1). Для модифицирования бентонитовых глин обычно применяются производные силанов (кремнийорганические жидкости). Нами впервые для этих целей применены термотропные мезогены (рис. 2) [2]. Целесообразность использования последних обусловлена их 1) липидной природой, обеспечивающей гидрофобность, 2) существованием температурного диапазона мезофазы, позволяющим регулировать скорость протекания реакции модифицирования, 3) высоким коксовым числом, а также 4) наличием поверхностно-активных свойств, способствующих диспергированию.



1 – слоистая структура органоглины    2 – макромалекулы полимера    3 – интеркалированный композит

Рис. 1. Структура полимера, модифицированного добавками органоглины

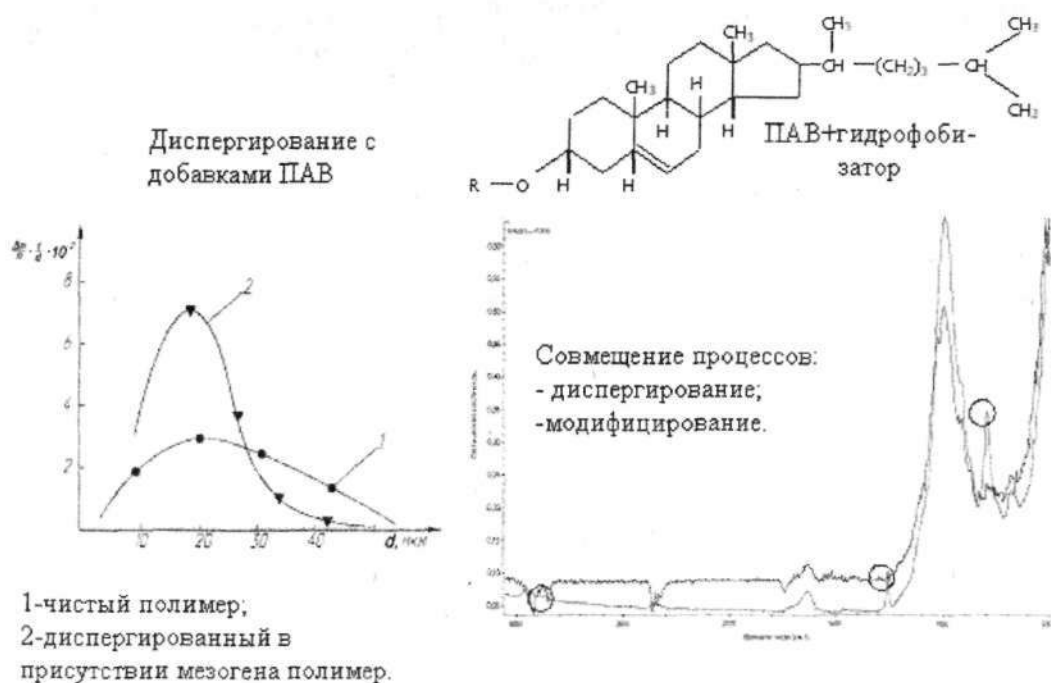


Рис. 2. Модификация бентонитовой глины

## **86 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов**

Процесс получения антипирена включал следующие стадии [3]:

- 1) диспергирование глины;
- 2) модифицирование;
- 3) гидрофобизация;
- 4) сушка полученного порошка, причем первые три стадии совмещены и проводятся с использованием лабораторного смесительного и измельчительного оборудования.

Образцы полимерных композиций с добавками антипирена получали экструзионным способом в виде лент. В качестве полимера применяли полиэтилен высокого и низкого давления. Испытания на горючесть полученных образцов проводили в аккредитованной лаборатории Гомельского научно-практического центра. Результаты испытаний показали, что незначительные добавки антипирена (до 5 %) повышают термостабильность полимера, переводя его из группы горючих воспламеняемых в группу горючих средневоспламеняемых материалов. А добавки антипирена 1,5 % еще и улучшают его механические свойства.

Кроме того, применение подобного антипирена не требует переналадки технологического процесса и использования дорогостоящего оборудования.

Анализ полученных данных, сведенных в таблицу, позволяет предположить, что основным механизмом повышения огнестойкости полимеров является проявление барьерных свойств высокодисперсной глины, снижающее выделение горючих продуктов разложения материала. Кроме того, в термостабильность полимера вносят вклад модификаторы - мезогены, так как известно, что горение органических соединений приводит к образованию кокса при пиролизе, а термотропные мезогены отличаются высоким коксовым числом.

### **Сравнительные характеристики испытательных полимерных материалов**

Состав полимерного материала	Механические характеристики			Классификация материала по горючести
	Модуль упругости, МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при деформации, %	
Чистый полимер	26,74	18,2	274,48	Горючий, воспламеняемый
Полимер с антипирином 1,5 %	148,28	31,85	103,3	Горючий, средней воспламеняемости

На основе полученных результатов можно сделать вывод о перспективности разработанного антипирена и возможности его эффективного применения для повышения огнестойкости полимеров.

#### Литература

1. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести / А. А. Берлин [и др.] / Соросов, общеобразоват. журнал. - 1966. - № 9.
2. Бобрышева, С. Н. Влияние поверхностно-активных и адсорбционных характеристик жидких кристаллов на свойства конденсированных сред / С. Н. Бобрышева, В. Б. Боднарук, Н. А. Демченко / Материалы междунар. науч.-практ. симпозиума «Славянтрибо - 6» «Интегрированное научно-техническое обеспечение качества трибообъектов, их производства и эксплуатации», Санкт-Петербург, 2006. - С. 283-288.
3. Бобрышева, С. Н. Дисперсная основа огнетушащих порошков / С. Н. Бобрышева, В. Б. Боднарук, М. В. Марченко / Чрезвычайные ситуации: образование и наука. - 2008. - 1(3). - С. 10-19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ  
ИЗ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ ПОРОШКОВ, НАНЕСЕННЫХ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ СПОСОБОМ**

**Е. Ю. Гречановский, М. Ю. Князев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин

Износостойкие покрытия, нанесенные магнитно-электрическим методом, обладают такими достоинствами, как высокая износостойкость в тяжелых условиях изнашивания, в том числе при наличии ударных нагрузок, в присутствии абразивных и агрессивных сред, хорошая адгезия наплавленного слоя к подложке, невысокая стоимость покрытий и простота технологии нанесения и применяемого технологического оборудования и оснастки. Технология магнитно-электрического упрочнения (МЭУ), известная достаточно давно, при этом не находила широкого применения ввиду особенностей наносимых покрытий. В первую очередь, сдерживающим фактором применения таких покрытий являлось низкое качество поверхностного слоя, проявляющееся в высокой шероховатости поверхности и низком коэффициенте сплошности. При этом невысокая толщина покрытий, соизмеримая с припуском на шлифование, не позволяет применять дополнительную операцию финишной механической обработки для повышения качества поверхности нанесенных покрытий.

В то же время известно успешное применение в данной технологии самофлюсующихся диффузионно-легированных порошков (ДЛП) на основе дроби из стали 40Л. Исследования показали, что применение самофлюсующихся порошков на железной основе позволило существенно повысить как качество наносимых покрытий, так и их физико-механические свойства. Однако стальная дробь, являющаяся сырьем для производства самофлюсующихся порошков, в отличие от чугунной, не столь широко распространена на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь и, в частности, Гомельского региона, где и расположены основные предприятия, заинтересованные во внедрении в производство рассматриваемой технологии. Ввиду этого представляет интерес разработка самофлюсующихся диффузионно-легированных порошков на основе чугунной дроби и исследование свойств покрытий из таких материалов, которые до сих пор в технологии МЭУ не применялись.

В данной работе приведены результаты исследований физико-механических свойств покрытий из борированных самофлюсующихся порошков на основе стальной (сталь 40Л) и чугунной дроби.

Целью работы являлось исследование триботехнических свойств магнитно-электрических покрытий из самофлюсующихся диффузионно-легированных порошков на основе стали и чугуна для оценки возможности применения более распространенной чугунной дроби в качестве сырья при производстве самофлюсующихся порошков для технологии МЭУ.

Методика исследований. Износостойкие покрытия наносились на лабораторной установке на плоские образцы из стали 45 ГОСТ 1050-88 с размерами 10x10x110 мм. Для нанесения покрытий использовали порошки на основе стальной дроби (заявка № а 20050945 от 03.10.2005) и на основе чугунной дроби.

Для изучения комплексного изнашивания было спроектировано специальное приспособление (рис. 1).

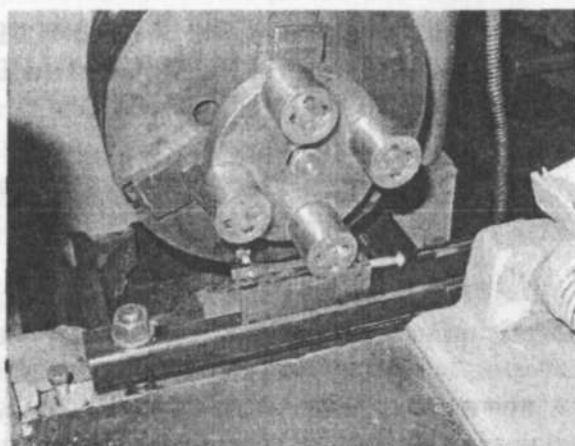


Рис. 1. Приспособление для исследования ударно-абразивной износостойкости

Приспособление моделирует работу материала в условиях ударно-абразивного изнашивания.

При помощи данного приспособления можно провести исследования интенсивности изнашивания  $I_m$ , которое оценивается по потере массы на единицу длины пути трения:

$$I_m = \Delta m / L \text{ (мг/м)}. \quad (1)$$

Среднее значение  $I_{m, \text{ср}}$  получается по результатам пяти опытов.

Износостойкость  $\varepsilon$  определяется величиной обратной интенсивности изнашивания

$$\varepsilon = 1 / I_m \text{ (м/мг)}. \quad (2)$$

Относительная износостойкость  $\varepsilon_{\text{отн}}$  определяется отношением износостойкости покрытия  $\varepsilon$  к износостойкости материала эталона  $\varepsilon_{\text{эт}}$

$$\varepsilon_{\text{отн}} = \varepsilon / \varepsilon_{\text{эт}}. \quad (3)$$

Путь трения  $L$ , м, определяется по формуле

$$L = 4 \cdot \frac{l}{1000} \cdot n \cdot \tau,$$

где  $l$  – путь трения скольжения, измеренный на настроенном приспособлении непосредственно перед экспериментом, мм;  $n$  – частота вращения,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $\tau$  – время испытания, мин.

Спроектированное приспособление позволяет оценить комплекс факторов, влияющих на изнашивание материала. Это ударная нагрузка, абразивный износ. Так же можно исследовать коррозионную износостойкость, путем введения в зону контакта жидкости. А для более реалистичных условий эксплуатации деталей машин сельскохозяйственной техники можно вводить в зону контакта зеленую массу и частички грунта.

Результаты исследований проводились по таким основополагающим критериям, как интенсивность изнашивания, износостойкость и относительная износостойкость (рис. 2).



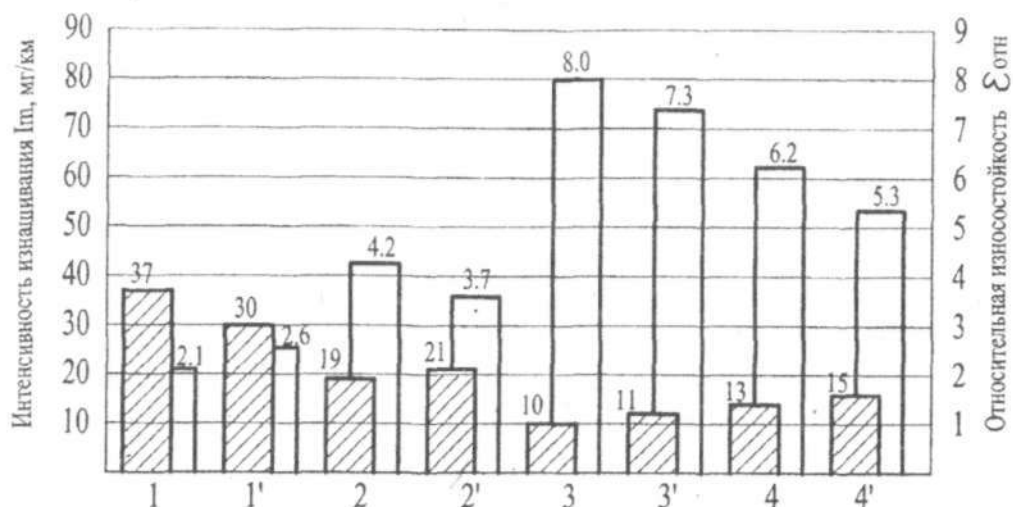


Рис. 2. Интенсивность изнашивания и относительная износостойкость при трении скольжения без смазки:  
 1, 2, 3, 4 – покрытия из порошка на основе чугушной дроби с содержанием бора 4,2; 5,5; 6,5; 7,0 мас. % соответственно;  
 1', 2', 3', 4' – покрытия из порошка на основе стальной дроби с содержанием бора 5,5; 6,5; 7,0; 8,5 мас. % соответственно

Экспериментально было показано, что лучше всех себя проявили следующие порошки: порошок на основе стали с содержанием бора 6,9 мас. и порошок на основе чугушной дроби с содержанием бора 6,5 мас. Скорость изнашивания покрытий из данных порошков составляет 10 мг/км при скорости изнашивания эталона в тех же условиях 80 мг/км. Таким образом, относительная износостойкость таких покрытий равна 8.

### УСТАНОВКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОДОГРЕВА ШИХТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

С. В. Кудласевич

*Гомельский государственный технический университет  
 имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Жаранов

Металлургия и литейное производство являются одними из наиболее энерго- и материалоемких отраслей промышленности. В удельном отношении более всего энергоресурсов потребляет плавка.

Благодаря непрерывному совершенствованию электроплавильных агрегатов (индукционных и дуговых печей) доля жидкого металла, получаемого в электропечах, растет. Электроплавильные печи отличаются универсальностью выплавляемых сплавов, удобством управления и контроля. Однако термический КПД (т.к.п.д.) электроплавки и сегодня не превышает 55-65 %. При этом на нагрев и расплавление металлозавалки в плавильной печи расходуется, примерно, 75-80 % энергии, на перегрев, доводку и выдержку жидкого металла ~ 20-25 %.

## **90 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов**

«Теряемая» тепловая энергия в действительности не просто рассеивается в атмосфере, а расходуется на «производство» загрязнений окружающей среды: образование пыли, вредных веществ, высокотемпературных газов и т. д, которые интенсивно выделяются в начальный период плавки. Для осуществления природоохранных мероприятий приходится затрачивать эквивалентное или большее количество энергии. Снижение качества используемых шихтовых материалов, необходимость использовать загрязненную стружку (брикеты) усугубляют эту проблему. Отсюда следует, что экономическая эффективность мероприятий, сокращающих энергопотребление при электроплавке, с учетом экологических факторов возрастает еще более.

В настоящее время для металлургических электропечей разработан ряд технологических процессов, которые позволяют существенно интенсифицировать работу, сократить удельный расход электроэнергии и одновременно обеспечить высокое качество жидкого металла. Способы сокращения удельных затрат электроэнергии ориентировочно можно расположить следующим образом (по максимально достижимым значениям энергосбережения в % от удельного расхода): дожигание СО в рабочем пространстве печи ~ 5-6, работа со вспененными шлаками ~ 7-9, повышение удельной мощности с поддержанием длинных дуг - 8-10, вдувание кислорода - 8-10, использование жидкого чугуна ~ 10-12, использование топливно-кислородных горелок - 8-12, подогрев шихты ~ 25-35.

Таким образом, предварительный нагрев шихты при электроплавке чугуна и стали теоретически является наиболее эффективным средством повышения технико-экономических показателей работы электрических печей.

Предварительный подогрев шихты может осуществляться несколькими способами:

- нагрев горелками в рабочем пространстве печи;
- в камерных, шахтных или проходных газовых печах;
- в стационарных или вращающихся электрических печах;
- нагрев в специальных установках, конструктивно совмещенных с плавильной печью, за счет тепла отходящих газов;
- в загрузочных корзинах на автономных установках.

Для нагрева кускового материала в слое наиболее эффективным способом является его продувка высокотемпературными газами при конвективном теплообмене. Такой режим, существующий, например, в шахтных печах, обеспечивает т.к.п.д. при нагреве 65-75 %.

УП «Технолит» совместно с кафедрой «МиТЛП» ГГТУ им. П. О. Сухого разработали технологию и установку высокотемпературного газового нагрева шихты (до  $T_{ср} = 550-650$  °С) непосредственно в загрузочных бадах специальной конструкции - бады-термосах.

Установки данного типа для предварительного нагрева металлозавалки при плавке чугуна и стали в электродуговых и индукционных печах были успешно внедрены на ряде предприятий Беларуси, в том числе на «Белорусском автозаводе», РУП «ГЛЗ «Центролит» сейчас на стадии ввода в эксплуатацию находится установка подогрева шихты на «Минском тракторном заводе», изготавливается на Могилевском металлургическом заводе и Белозерском энергомеханическом заводе.

По данным предприятий, внедривших эти установки, подогрев шихты до 550-650 °С обеспечивает сокращение удельных затрат электроэнергии на 150-160 кВт·ч на тонну расплава при расходе природного газа 13-14 м<sup>3</sup> на тонну шихты. При нагреве замасленной стружки расход газа сокращается до 5-6 м<sup>3</sup>/т.

Экономический эффект от применения технологии предварительного подогрева обуславливается двумя факторами. Стоимость единицы тепловой энергии, получен-

## **Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 91**

ной от сжигания природного газа в 10-8 раз меньше, чем от преобразования электроэнергии. Второе - т.к.п.д. нагрева шихты за счет продувки составляет 65-75 %, что, примерно, втрое превышает эффективность нагрева шихты в электропечах. Окупаемость предлагаемых установок составляет 3-6 месяцев.

В предлагаемых установках успешно решены основные проблемы нагрева кусковых материалов в ограниченных емкостях (бадьях): обеспечена равномерность нагрева и устранен перегрев стенок емкости.

Устранение перегрева корпуса загрузочной бадьи (корзины) при высокотемпературном нагреве шихты достигается путем специальной доработки бадьи, в том числе установки внутри нее дополнительной обечайки с зазором 30-50 мм. По кольцевому зазору за счет организованной тяги (приток от дутьевого вентилятора, установленного на своде, и разрежение, создаваемое дымососом под бадьей) продувается холодный воздух. Для того, чтобы в зазор не попадали высокотемпературные продукты горения газа, диаметр свода (крышки) делается меньшим, чем внутренний диаметр вставки, а зазор между сводом и поверхностью шихты (200-350 мм) перекрывается огнестойкой тканью.

Для уменьшения градиента температур по высоте столба шихты разработан и апробирован в промышленных условиях на установках подогрева метод методического, нагрева. После достижения требуемой температуры в верхних слоях шихты осуществляется ступенчатое, либо плавное снижение подачи топлива при этом соответственно уменьшаются температуры факела и верхнего слоя шихты, а тепло перераспределяется в нижележащие слои шихты.

Помимо указанных выше экономических и технологических преимуществ предварительный высокотемпературный подогрев шихты, осуществляемый по предлагаемой технологии, позволяет существенно улучшить экологические параметры плавки, условия труда и безопасность работы на электропечах, особенно при работе с «болотом».

Для повышения эффективности использования системы обдува и определения оптимальных параметров ее конструкции проводилось численное моделирование движения потоков газов, с учетом и без учета влияния подсоса воздуха из атмосферы цеха.

Использовались численные методы решения уравнения Навье-Стокса.

Совокупность дискретных областей (элементов), связанных между собой в конечном числе точек (узлов), представляет собой математическую модель системы.

В соответствии со степенями свободы для каждого элемента модели формируются матрицы масс, теплопроводности и сопротивления, удельной теплоемкости, скорости. Эти матрицы приводят к системам совместных уравнений, которые обрабатываются решателями.

Формирование граничных условий проводилось, исходя из 3-х режимов работы системы обдува, с учетом или без учета дополнительного подсоса воздуха в периферийную зону.

Режим I. Расход воздуха на охлаждение - 4000 м<sup>3</sup>/час, подсос воздуха из цеха не учитывается. Режим II. Расход воздуха на охлаждение - 2500 м<sup>3</sup>/час, подсос воздуха из цеха не учитывается. Режим III. Расход воздуха на охлаждение - 1500 м<sup>3</sup>/час, подсос воздуха из цеха - 500 м<sup>3</sup>/час.

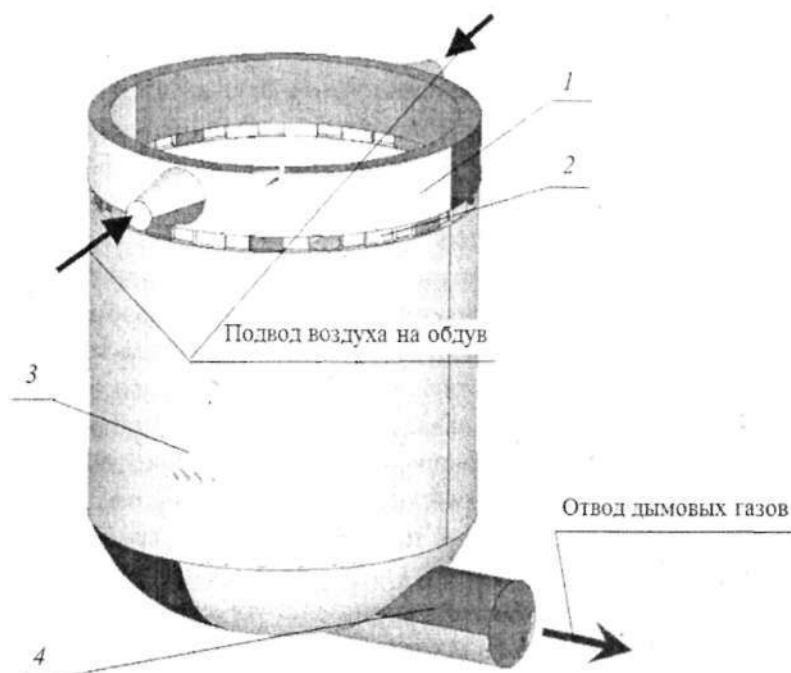


Рис. 1. Трехмерная модель для расчета процесса обдува:  
1 – коллектор; 2 – отверстия (сопла); 3 – область, ограниченная внешним корпусом и вставкой в бадье; 4 – отводной патрубок

Проведенное моделирование движения потоков воздуха в системе охлаждения позволяет оптимальным образом определить конструктивные параметры установки подогрева шихты, обеспечить возможность осуществления высокоэффективного предварительного подогрева, исключить дополнительное окисление шихты.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНА ИЗ СТРУЖКИ В РОТАЦИОННЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧАХ

**С. В. Авсейков**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. Е. Ровин

На сегодняшний день металлургия и литейное производство являются наиболее энерго- и материалоемкими отраслями промышленности. Главными задачи любого производства являются: повышение эффективности использования оборудования, снижение материало- и энергоемкости продукции, сокращение образования и вторичное использование отходов. Наиболее дорогостоящим энергоносителем является электроэнергия, что влечет за собой увеличение спроса на энергосберегающие технологии и агрегаты.

Одной немаловажной проблемой современного металлургического производства является утилизация и вторичное использование металлоотходов (рециклинг). Поиск новых экономичных и эффективных способов и оборудования для переработки и возврата в производство металлоотходов: стружки, металлургической пыли, окалины, обрезков проволоки и т. п., в первую очередь вызван удорожанием энерго-ресурсов и шихтовых материалов, ужесточение природоохранных нормативов.

## **Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 93**

По ориентировочным оценкам на металлургических предприятиях Беларуси ежегодно образуется около 250 тыс. т металлоотходов, в отвалах нашей страны на сегодняшний день накоплено не менее 8-10 млн тонн различных, в большей мере сильно окисленных металлоотходов.

Проблема утилизации и повторного использования железосодержащих отходов является актуальной во всем мире на протяжении десятков лет. Например, в Российской Федерации накоплено более 450-550 млн тонн металлоотходов, ежегодно образуется около 3,5 млн тонн, а перерабатывается только 5 % от этого количества.

В то же время очевидно, что металлоотходы - это потенциальная прибыль, которая представляет собой ценное металлургическое сырье, содержащее основного металла до 75-90 %. Остается научиться это сырье экономически выгодно перерабатывать.

Однако на сегодняшний день не существует эффективных способов переработки металлоотходов. Существующие на металлургических предприятиях технологии связаны с рядом трудностей. Так, например, сложность переработки чугуновой и стальной стружки заключается в дисперсности материала (средний диаметр от 1,5 до 3,0 мм), загрязнении (до 10 %) маслами, СОЖ, влагой и механическими примесями, кроме того, при хранении стружки неизбежно добавляются оксиды компонентов сплавов. Каждая партия стружки, особенно стальной, различается по химсоставу и геометрическим параметрам.

Так как на большинстве металлургических и машиностроительных предприятиях нашей страны для плавки применяют индукционные печи, то в первую очередь рассматривались перспективы расплавления стружки в этих агрегатах. Основной причинной, не позволяющей применять стружку россыпью в шихте при плавке в индукционных печах без болота, является снижение большинства основных параметров работы плавильных печей пропорционально с содержанием в шихте стружки. С увеличением количества стружки в шихте снижается качество выплавляемого металла за счет увеличения количества неметаллических включений и газонасыщенности. Для улучшения качества жидкого металла необходимо проводить дополнительные операции над его химическим составом (рафинирование и доводку), что влечет за собой увеличение себестоимости металла на выходе. Да и сам процесс получения готового к применению жидкого металла будет занимать больше времени, в связи с увеличением трудоемкости, следовательно, эти факторы неизбежно приводят к сокращению выпуска металла.

Более приемлемым вариантом может служить переплавка (растворение) стружки в печах промышленной частоты на «болоте». Однако основными недостатками этого способа является ограничение по количеству применяемой в шихте стружки, доля которой не должна превышать ~ 20 %. К тому же стружка должна быть предварительно подготовлена: очищена и подогрета.

Следующим вариантом решения проблемы утилизации металлической и чугуновой стружки можно считать ее предварительное прессование в брикеты с габаритами 100-200 мм. В этом направлении на протяжении уже нескольких десятилетий ведутся широкомасштабные работы. Брикетирование неочищенной стружки определенного химсостава при высоком удельном давлении (плотность брикета составляет 6,0-6,5 т/м<sup>3</sup>) создает благоприятные условия для переплавки ее в электропечах. Однако на большинстве предприятий эти условия не выдерживаются и не могут быть обеспечены в силу специфики технологии образования стружки. Введение наугле-

## **94 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов**

роживателей и связующих добавок также не решает проблемы, так как в традиционных печах отсутствуют условия для восстановления оксидов, да еще и в брикетах, имеющих размеры 100-200 мм.

Горячее брикетирование значительно улучшает качество брикетов, но в свою очередь удорожает продукцию, что делает выпуск брикетов этим способом, с экономической точки зрения, невыгодным. И все же по качеству они не могут превосходить плотную шихту стабильного химсостава.

Решением проблемы утилизации металлоотходов может служить разработка координально новых технологий и агрегатов. В этом направлении уже ведутся работы, внедрены и успешно запущены ротационные качающиеся печи на нескольких отечественных предприятиях, таких как РУП ГЛЗ «Центролит» и РУП БМЗ.

РУП ГЛЗ «Центролит» использует данную установку для подогрева металлической стружки от 500 до 800 °С, с целью подготовки ее для дальнейшей плавки в индукционной печи. Таким образом, исключается операция подогрева и очистки стружки от разного рода примесей, а также необходимость в брикетировании. При загрузке индукционных печей предварительно подогретой шихтой не только снижается расход электроэнергии, но и увеличивается производительность электрической печи. При подогреве шихты до температуры 650-700 °С расход электроэнергии снижается приблизительно на 160 кВт/ч на 1 тонну чугуна, а производительность тигельной печи возрастает на 20-30 %. В перспективе планируется перейти от подогрева стружки к ее расплавлению. Для этих целей необходимо достижение более высоких температур, что становится возможным при использовании обогащенного дутья. При создании таких условий температура в печи может достигать до 1800 °С.

РУП БМЗ использует РКП в несколько другом направлении. На заводе осваивается технология получения жидкого металла из окалины. Был проведен ряд пробных плавков.

Достижению столь высоких температур, позволяющих плавить не только чугун, но и сталь, способствует конструкция печи. В ней газы движутся по петлеобразной траектории, что позволяет эффективнее использовать тепло за счет более длительного пребывания внутри печи и контакта с большей поверхностью металла. Но главным и основным фактором получения высоких температур (1250-1800 °С) является наличие в печи газовой горелки с возможностью обогащенного дутья. Кислородное дутье можно использовать как в комплексе с газовой подачей с долей кислорода 20-25 %, так и отдельно. Таким образом, достигается высокая температура при уменьшении расхода основного топлива - газа.

Таким образом задача получения чугуна из стружки в РКП становится вполне решаемой. Интерес в решении поставленной задачи заключается не только в утилизации металлоотходов, но и в экономическом эффекте. В его основе лежит конструкция печи, использование дешевых шихтовых материалов и топливо, используемое для печи. Например, электропечи более требовательны к используемой шихте и работают на дорогом по отношению к газу виду энергии. Для сравнения, стоимость единицы тепла, полученной при сжигании газа в 10 раз дешевле, чем такое же количество тепла, полученное при использовании электроэнергии.

В заключение можно отметить, что внедрение и использование РКП в металлургической промышленности можно рассматривать как весьма перспективное и новое направление в области обработки и переработки металлоотходов.

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОСВЕЖЕНИЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ  
ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ**

**А. Ю. Лепихов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. М. Карпенко

Цель исследования: проанализировать существующие способы освежения песчано-глинистой формовочной смеси для создания новой методики регулирования состава смеси.

Ввод свежих добавок необходим для компенсации потерь в смеси, возникающих в процессе производственного цикла. Стабильность состава и свойств формовочной смеси обеспечиваются превентивным вводом требуемого количества освежения в зависимости от состава возвращаемой в смесители отработанной смеси. При использовании этого способа рассчитывают ожидаемые изменения состава и свойств готовой формовочной смеси в процессе ее оборота в зависимости от соотношения «смесь/металл», массы стержней в отливке и их остатков, попадающих в смесь при выбивке, размеров потерь смеси с отливками, интенсивности вентиляции и свойств используемых материалов.

Проанализируем известные модели расчета требуемого освежения формовочной смеси при изменении номенклатуры изготавливаемых отливок и параметров сме-сеприготовления.

Существующий в большинстве литейных цехов способ приготовления формовочной смеси на основании следования инструкции неэффективен. Поскольку при применении постоянного, усредненного освежения бентонитом или любым другим компонентом, например, углем, стабилизировать состав и свойства готовой формовочной смеси на постоянном уровне при многономенклатурном производстве невозможно. В результате анализа смеси цеха, применявшего среднее освежение при многономенклатурном производстве, получили, что содержание активного бентонита изменялось в 2 раза, общей глинистой - в 1,4 раза, значительно колебались уплотняемость и прочность смеси. Подобные колебания - одна из основных причин брака отливок - ужимин, пригара, засора, ситовидной пористости и других.

На Московском автомобильном заводе им. И. А. Лихачева предложен способ управления составом формовочной смеси на основании ожидаемого его изменения в зависимости от соотношения «смесь/металл», массы стержней в отливке и их остатков, попадающих в смесь при выбивке, размеров потерь смеси с отливками, интенсивности вентиляции и свойств используемых материалов. Требуемое освежение смеси любым компонентом, например, бентонитом, складывается из следующих составляющих: 1) компенсация полной, необратимой потери связующей способности бентонита в составе смеси, прилегающей к отливке; 2) компенсация «ухода» бентонита с безвозвратными потерями отработанной смеси из системы.

Недостаток способа:

-точно рассчитать значение коэффициента теплораспределения достаточно сложно;

-сложно определить суммарные потери смеси, так как они неодинаковы для различных отливок и зависят от их геометрии, используемого формовочного и сме-сеприготовительного оборудования, системы выбивки и свойств формовочной смеси, существенно повышаясь при увеличении в ней бентонита и влаги;

- не учитывается взаимное влияние компонентов. Так, на термостойкость бентонита оказывает влияние наличие в формовочной смеси органических добавок.

## **96 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов**

Автор Х. Г. Левелинк предложил метод определения необходимого содержания основных компонентов смеси при различном соотношении «металл/смесь» с помощью диаграмм. Диаграммы строятся для смесей с одинаковой прочностью, величина которой выбирается, исходя из производственных требований.

Недостаток способа:

- не учитывает требуемое содержание в смеси активного бентонита;
- позволяет произвести освежение только по бентониту и песку и не позволяет производить освежение по другим компонентам.

На АО «Литаформ» разработан метод освежения формовочных смесей на основе оптимизации переходных процессов. В связи с большой инерционностью системы переход формовочной смеси из текущего состояния в технологически необходимое, даже в узких границах технологического допуска, не всегда можно осуществить в течение одного оборота. Для этого переходный процесс разбивается на два этапа: на I - обеспечивается быстрый переход смеси к требуемому состоянию, принимая увеличенные промежуточные значения требуемого содержания общей глины и активной, и, следовательно, ускоренный режим освежения, а на II этапе - стабилизируется состав формовочной смеси на достигнутом уровне, используя требуемый режим освежения.

Недостаток способа:

- рассматривается только методика выхода в равновесное состояние и не учитывается ряд возмущающих факторов (технологические характеристики вентиляционных установок, потери смеси с отливками и общее удаление смеси из смесеприготовительной системы, взаимное влияние компонентов и др.);
- не описана методика, каким образом выбирать увеличенные промежуточные значения освежения для достижения требуемого состояния;
- тяжело осуществить при больших объемах смеси.

Научно-исследовательский институт автотракторных материалов разработал способ определения доз освежения оборотных формовочных смесей, преимущественно бентонитом и углеродсодержащими добавками, в котором вычисляют дозу освежения с учетом теплотехнических коэффициентов, полученных при моделировании термического воздействия на формовочную и стержневую смеси. Способ определения доз освежения оборотных формовочных смесей включает изготовление литейной формы-пробы со стержнем и заливку. Далее осуществляется выявление в отработанной смеси невыгоревшей части компонентов смеси и вычисление дозы освежающих компонентов для восстановления состава оборотных формовочных смесей по формуле.

Недостаток способа: зависимость потерь активных компонентов от тепловых параметров выражается косвенно эмпирическими коэффициентами, поэтому полученные результаты пригодны только для конкретных изученных условий производства отливок.

Известен способ регулирования состава формовочной смеси, согласно которому контролируют расход шламовой смеси и изменяют расход добавок прямо пропорционально расходу шламовой смеси. Дозирование этих компонентов в смесителе производится пропорционально общей производительности смесеприготовительного отделения и с учетом времени технологического запаздывания оборотной смеси при ее транспортировке от выбивки до смесителя. Способ регулирования состава формовочной смеси требует предварительной подготовки, заключающейся в наборе банка данных о массе стержней в каждом типоразмере форм, доле кварцевой части в выбросах шламовой смеси для каждой из ступеней производительности регенератора.



Недостатки способа:

- тяжело рассчитать дозы компонентов в шламовой смеси;
- не учитывает уход формовочной смеси, пригоревшей к отливкам, унос пылевидных фракций при работе вытяжной вентиляции на технологических и транспортных операциях;
- не учитывает выгорание и разрушение компонентов под воздействием высоких температур при заливке и остывании отливок.

На Нижнетагильском филиале УПИ предложен способ прогнозирования изменений свойств оборотной смеси, определяя коллоидальность связующего. Для отливки моделируется распределение температурных полей, затем устанавливается распределение глинистого связующего по средней температуре прогрева. Далее определяется коллоидальность навесок свежей глины, прогретых до соответствующих температур. Полная потеря связующих свойств соответствует коллоидальности <10 %, поэтому, определив при какой температуре коллоидальность опускается ниже допустимого уровня, делается заключение о количестве глины, потерявшей свои связующие свойства. Именно в таком количестве и необходимо производить освежение смеси.

Недостатки способа:

- не учитывает, что часть активного бентонита уходит со смесью, пригоревшей к отливкам, при выбивке, с вентиляцией;
- данный способ учитывает только количество бентонита, переходящего в неактивное состояние после заливки и не учитывает количество других добавок, выгоревших или перешедших в неактивное состояние.

Полученные результаты анализа существующих методов освежения отработанной формовочной смеси позволяют сделать следующие выводы.

Большинство способов освежения и регулирования состава формовочной смеси базируются на эмпирическом подходе, в соответствии с которым рецептура смеси корректируется непосредственно в производственных условиях. Данный подход характеризуется большой трудоемкостью, значительным риском получения некачественной продукции в процессе разработки технических условий на формовочные смеси в производственных условиях, получаемые результаты пригодны только для конкретных изученных условий производства отливок.

Для решения задачи управления свойствами формовочной смеси посредством регулирования ее состава необходимо применять расчетно-аналитический метод, использующий модели планируемого эксперимента. Кроме того, необходимо использовать математический аппарат, описывающий детерминированные взаимосвязи между средними значениями изучаемых величин с учетом их стохастической природы. Такой подход открывает новые возможности для управления свойствами формовочной смеси за счет повышения оперативности регулирования процесса при изменении свойств исходных материалов и номенклатуры изготавливаемых отливок. Только на основе этого подхода возможно создание автоматизированных систем управления процессами приготовления формовочной смеси.

Использование способа регулирования состава формовочной смеси позволит:

- снизить и ликвидировать брак литья по вине формовочной смеси за счет обеспечения ее требуемого вещественного состава, а, следовательно, и свойств;
- повысить производительность смесеприготовительного оборудования за счет возможности введения сразу всех компонентов в смеситель, так как все дозы заранее известны;
- снизить расход свежих дорогостоящих технологических добавок за счет их рационального использования.

## Секция III ЭНЕРГЕТИКА

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Е. И. Недвецкая

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. И. Лимонов

Надежность является важнейшим качественным параметром электроснабжения, поддержание которого является основной задачей персонала филиалов «Электрических сетей». Для формирования системы экономических отношений потребителей и энергетиков необходимо определение уровня надежности, заложенного в схеме электроснабжения. А персонал филиалов «Электрических сетей» должен нести ответственность за недоотпуск электроэнергии только сверх установленного уровня. С этой целью разработана методика и программа расчета показателей надежности электроснабжения сельскохозяйственных показателей: количества внезапных отключений потребителя за год и средней продолжительности одного внезапного отключения (в том числе для основных элементов схемы напряжением 0,38-110 кВ), продолжительности внезапных отключений, аварийного недоотпуска электроэнергии, ожидаемого ущерба потребителей за год, а также возможное аварийное отключение с максимальной продолжительностью [1]. Количество повреждений, возникающих в цепи электроснабжения за год, определяется:

$$N_{\Sigma} = \sum_i \dot{\omega} n, \quad (1)$$

где  $\dot{\omega}$  – параметр потока отказов элементов  $i$ -го вида;  $n$  – количество элементов  $i$ -го вида в цепи «источник-потребитель».

В качестве начала этой цепи принимаются шины 35(110) кВ, которые для потребителей сельскохозяйственного назначения можно рассматривать как «шины абсолютной надежности». Так как расчет количества повреждений выполняется для одного повреждения в цепи «источник-потребитель», то на практике достаточно часто встречаются случаи, когда при повреждении оборудования напряжением 35 (ПО) кВ потребитель не отключается. Поэтому при кодировке схемы напряжением 35(110) кВ требуется предварительный анализ, который позволяет исключить расчет количества отказов при наличии набора определенных схемных решений. Так как свыше 90 % аварийного недоотпуска электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей происходит из-за повреждений высоковольтных линий (ВЛ) напряжением 10 кВ, то расчет количества их внезапных отключений должен выполняться значительно точнее. Для этого используются параметры потока отказов элементов ВЛ 10 кВ (различные типы опор, изоляторов, проводов секционных аппаратов и пр.), их количество, протяженность и т. д. [2]. Дополнительно учитывается наличие автоматического включения резерва (АВР) и места его установки.

Продолжительность одного внезапного отключения потребителя определяется как средневзвешенная величина:

$$T = \frac{\sum_i N_i \tau_i}{N_{\Sigma}}, \quad (2)$$

где  $N_i$ ,  $N_{\Sigma}$  – количество перерывов электроснабжения потребителя из-за отказов элементов различного уровня напряжения и суммарное количество перерывов;  $\tau_i$  – средняя продолжительность внезапных отключений потребителя при повреждении соответственно ВЛ 35(110) кВ, подстанции (ПС) 35(110) кВ, распределительного устройства (РУ) 10 кВ, ВЛ 10 кВ, трансформаторной подстанции (ТП) 0,4 кВ и ВЛ 0,4 кВ.

Для расчета продолжительности внезапного отключения предусматривается представление информации о схеме электроснабжения, прежде всего ВЛ 10 кВ, и используются методы расчета, основанные на выделении принципиально важных элементов [1]. К ним относятся, например, тракт питания и резервирования рассматриваемого потребителя, т. е. часть ВЛ, содержащую электрическую связь между источником питания (ПС 35(110)/10 кВ), ТП потребителя и резервом (нормально отключенным коммутационным аппаратом), расположенным по ходу питания за упомянутой ТП 10/04 кВ. Тракт содержит маршрут, по которому движется оперативно выездные бригады (ОВБ), выполняя операции коммутационными аппаратами в ходе поиска и локализации поврежденного участка ВЛ, а также восстановления электроснабжения рассматриваемого потребителя. Все расчеты продолжительности повреждения основаны на имитации деятельности персонала при поиске, локализации и аварийного ремонта поврежденного элемента схемы электроснабжения. Количество и средняя продолжительность одного отключения позволяет определить ожидаемый аварийный недоотпуск электроэнергии и ущерб потребителей за год.

Предложенный подход к определению нормативного уровня надежности позволяет сформировать систему договорных отношений, основанных на обоснованных показателях, который предполагает ответственность энергетиков за недоотпуск электроэнергии только сверх установленного уровня. И, наоборот, предлагать потребителям дополнительную оплату на повышение надежности электроснабжения сверх установленного уровня за основанную, например, на разработках [3]. При этом учет различных уровней базовой надежности электроснабжения потребителей, участвующих в системе договорных отношений, может основываться на применении скидок-надбавок к тарифу на электроэнергию, применение которых исключает перераспределение средств между энергосистемой и потребителями. С этой целью определяется предельная величина скидки к тарифу на электроэнергию, равную, например, составляющей затрат на передачу по сетям –  $\Delta T$ . Тогда сумма перераспределяемых между потребителями средств составит:

$$\Delta Z_{\Sigma} = \sum_i \Delta T \mathcal{E}_i, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_i$  – годовое электроснабжение  $i$ -го потребителя. А скидки-надбавки к тарифу  $i$ -го потребителя определяются:

$$\Delta T_i = \Delta Z_{\Sigma} \left( \frac{Y_i}{\sum_i Y_i} \right) - \Delta T, \quad (4)$$

где  $Y_i^*$  вспомогательные расчетные величины, определяемые как:

$$Y_i^* = \frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_{\max} - Y_{\min}}, \quad (5)$$

где  $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ,  $Y_i$  максимальная, минимальная и величина ущерба у  $i$ -го потребителя, вступившего в договорные отношения, приходящиеся на 1 кВт · ч отпущенной потребителю электроэнергии:

$$Y_i = \frac{y_i \Delta \mathcal{E}_i}{\mathcal{E}_i}, \quad (6)$$

где  $y_i$  – величина удельного ущерба от недоотпуска 1 кВт · ч электроэнергии  $i$ -му потребителю;  $\Delta \mathcal{E}_i$  – расчетная величина недоотпуска электроэнергии  $i$ -му потребителю за год;  $\mathcal{E}_i$  – годовое электропотребление  $i$ -го потребителя.

Как уже отмечалось, предложенный подход исключает перераспределение средств между энергосистемой и потребителями. Однако надбавка к тарифу для отдельных потребителей может превысить величину  $\Delta T$ . Если это недопустимо, то необходимо скорректировать величину  $\Delta T$  в сторону уменьшения и повторить расчет по (3)–(6) заново.

#### Литература

1. Прусс, В. Л. Повышение надежности сельских электрических сетей / В. Л. Прусс, В. В. Тисленко. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1989. – 208 с.
2. Федосенко, Р. Л. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения / Р. Л. Федосенко, А. А. Мельников. – Москва : Энергия, 1977. – 320 с.
3. Рекомендации по применению скидок (надбавок) к тарифу на электрическую энергию за надежность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей и установления штрафов за внезапные отключения сельскохозяйственных потребителей. – Москва : Минэнерго СССР, 1990. – 19 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MATLAB

А. И. Кунцевич

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. А. Золотой

Основная сложность математического моделирования синхронных машин переменного тока заключается в необходимости рассмотрения как электромагнитных, так и электромеханических переходных процессов, вследствие наличия вращающихся с переменными угловыми скоростями роторов машин. Электромеханические переходные процессы в синхронных машинах требуется рассматривать при переменных угловых скоростях роторов вследствие взаимного влияния электромагнитных и электромеханических переходных процессов.

Рассмотрим синхронную машину, работающую на шины бесконечной мощности по схеме на рис. 1:

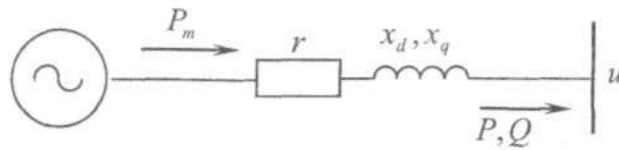


Рис. 1. Схема подключения синхронного генератора к сети:  $P_m$  – внешняя механическая мощность турбины, приложенная к ротору синхронной машины за вычетом механических потерь мощности;  $r$  – активное сопротивление фазной обмотки статора синхронной машины;  $x_d$  – продольная синхронная реактивность машины;  $x_q$  – поперечная синхронная реактивность машины;  $P, Q$  – активная и реактивная мощности на выводах синхронной машины в точке ее подключения к электрической сети;  $u$  – напряжение в точке подключения синхронной машины к электрической сети

Дифференциальные уравнения синхронной машины с одним контуром по продольной оси ротора в координатах  $d, q, 0$ , описывающие электромагнитные переходные процессы в обмотках статора и ротора, имеют вид [1, с. 60, 64–68]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_d}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \psi_q + r i_d + u_d &= 0; \\ \frac{d\psi_q}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \psi_d + r i_q + u_q &= 0; \\ \frac{d\psi_0}{dt} + r i_0 + u_0 &= 0; \\ \frac{d\psi_f}{dt} + r_f i_f - u_f &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$\psi_d = L_d i_d + M_d i_f; \quad \psi_q = L_q i_q; \quad \psi_0 = L_0 i_0; \quad \psi_f = \frac{3}{2} M_d i_d + L_f i_f; \quad (2)$$

$L_d$  – продольная индуктивность машины;  $L_q$  – поперечная индуктивность машины;  $L_0$  – индуктивность нулевой последовательности машины;  $M_d$  – взаимная индуктивность между контурами ротора и статора в продольной оси;  $L_f$  – собственная индуктивность контура ротора;  $i_d, i_q, i_0$  – продольный, поперечный и нулевой токи машины;  $i_f$  – ток возбуждения.

Третье уравнение системы (1) появляется в несимметричных режимах синхронной машины и содержит переменные  $\psi_0, i_0, u_0$ , не входящие в остальные уравнения (1). Поэтому решать данное уравнение можно независимо от остальных уравнений системы (1). Подставив (2) в (1), получим:

$$\left. \begin{aligned} L_d \frac{di_d}{dt} + M_d \frac{di_f}{dt} + L_q i_q \frac{d\gamma}{dt} + r i_d + u_d &= 0; \\ L_q \frac{di_q}{dt} - L_d i_d \frac{d\gamma}{dt} - M_d i_f \frac{d\gamma}{dt} + r i_q + u_q &= 0; \\ \frac{3}{2} M_d \frac{di_d}{dt} + L_f \frac{di_f}{dt} + r_f i_f - u_f &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Систему уравнений (3) можно представить в матричном виде:

$$[L] \cdot \frac{d}{dt} [i] + [N] \cdot [i] \cdot \frac{d\gamma}{dt} + [R] \cdot [i] + [u] = 0, \quad (4)$$

где

$$[L] = \begin{bmatrix} L_d & 0 & M_d \\ 0 & L_q & 0 \\ \frac{3}{2} M_d & 0 & L_f \end{bmatrix}; \quad [N] = \begin{bmatrix} 0 & L_q & 0 \\ -L_d & 0 & -M_d \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad [R] = \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & r & 0 \\ 0 & 0 & r_f \end{bmatrix}; \quad [i] = \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_f \end{bmatrix};$$

$$[u] = [u_d \quad u_q \quad u_0]^T.$$

При анализе электромеханических переходных процессов в синхронной машине к системе уравнений (3) добавляется дифференциальное уравнение движения ротора [1, с. 64]:

$$M_m - J \frac{d^2\gamma}{dt^2} - \frac{3}{2} (M_d i_f i_q + (L_d - L_q) i_d i_q) = 0, \quad (5)$$

где  $M_m$  – момент внешних механических сил (турбины), приложенных к валу ротора синхронной машины за вычетом моментов сил трения;  $J$  – момент инерции вращающихся масс ротора синхронной машины.

Обозначив  $\frac{d\gamma}{dt} = \omega$ , приведем систему уравнений (4) и уравнение (5) к форме

Коши:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} [i] &= -[L]^{-1} \cdot [N] \cdot [i] \cdot \frac{d\gamma}{dt} - [L]^{-1} \cdot [R] \cdot [i] - [L]^{-1} \cdot [u]; \\ \frac{d\gamma}{dt} &= \omega; \\ \frac{d^2\gamma}{dt^2} &= \frac{M_m}{J} - \frac{3M_d}{2J} i_f i_q - \frac{3(L_d - L_q)}{2J} i_d i_q. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Система уравнений (6) описывает электромеханические переходные процессы в синхронной машине с одним контуром ротора по продольной оси.

Фазные напряжения на шинах бесконечной мощности в функции времени выражаются следующими зависимостями [1, с. 52]:

$$u_a = u \sin(\gamma - \delta); u_b = u \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3} - \delta\right); u_c = u \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3} - \delta\right), \quad (7)$$

где  $\delta$  – угол между поперечной осью синхронной машины и синхронной осью шин бесконечной мощности энергосистемы.

Применив к (7) преобразование Парка, получим матрицу  $[u]$  состоящую из следующих компонентов:

$$[u] = \begin{bmatrix} -u \cos(\delta) \\ u \sin(\delta) \\ -u_f \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Синхронная машина, изображенная на рис. 1, генерирует в электрическую сеть мощность  $S = 100 + j8,36$  МВ·А. Параметры синхронной машины приняты из примера [2, с. 144–146]. Начальные условия определены по формулам [1, с. 57, формулы (5.10), (5.10а) и (5.10б)].

Решение системы дифференциальных уравнений (6) при заданных параметрах синхронной машины и начальных условиях получено в пакете MATLAB с использованием функции ode23, реализующей явный метод Рунге-Кутты второго и третьего порядка в модификации Богацки и Шампина для не очень жёстких задач.

Результаты решения в виде графиков зависимостей величин  $i_d$ ,  $i_q$ ,  $i_f$ ,  $w$  и  $\delta$  от времени на интервале интегрирования от 0 до 10 с представлены на рис. 2.

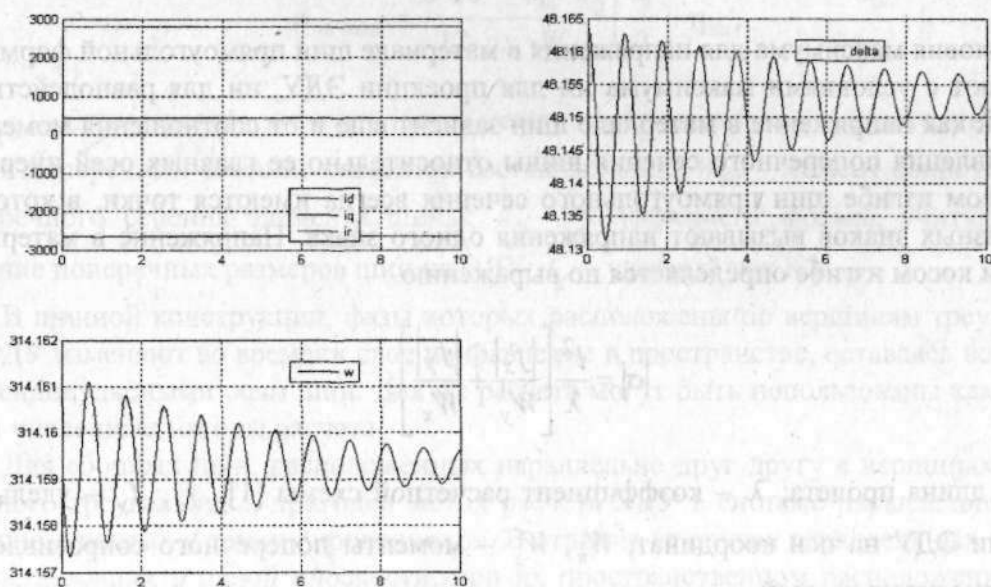


Рис. 2. Результаты решения системы дифференциальных уравнений синхронной машины в MATLAB

## Литература

1. Горев, А. А. Переходные процессы синхронной машины / А. А. Горев. - Ленинград : Наука, 1985. - 502 с.
2. Андерсон, П. Управление энергосистемами и устойчивость / П. Андерсон, А. Фуад ; пер. с англ. под ред. Я. Н. Лугинского. - Москва : Энергия, 1980. - 568 с.

**ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ШИННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
УСТРОЙСТВ ПРИ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ**

**П. И. Климкович, Я. В. Потачиц**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель И. И. Сергей

Токоведущие части современных шкафов комплектных распределительных устройств имеют нестандартную конструкцию - шины расположены в вершинах произвольного треугольника, для которого в ГОСТ 30323-95 [1] отсутствуют расчетные фазы включения тока и соответственно коэффициенты расположения. Пакет медных шин крепится с помощью медных надставок к опорно-проходным изоляторам. Надставки существенно увеличивают изгибающие моменты, действующие на опорно-проходные изоляторы, возникающие в результате электродинамического взаимодействия фаз.

При расчете указанных шин на электродинамическую стойкость необходимо знать не только максимальные значения проекций электродинамических усилий (ЭДУ) или их равнодействующих, но и максимальные напряжения в материале шин, вызванные воздействием ЭДУ. Расчет механических напряжений обычно производится по мгновенным значениям ЭДУ. По ГОСТ 30323-95 это допустимо, если основная собственная частота колебаний элементов шинной конструкции выше 150 Гц.

Условия максимума для напряжения в материале шин прямоугольной формы не совпадают с условиями максимума ни для проекции ЭДУ, ни для равнодействующих, так как напряжение в материале шин зависит еще и от соотношения моментов сопротивления поперечного сечения шины относительно ее главных осей инерции. При косом изгибе шин прямоугольного сечения всегда имеются точки, в которых силы разных знаков вызывают напряжения одного знака. Напряжение в материале шин при косом изгибе определяется по выражению

$$|\sigma| = \frac{l^2}{\lambda} \left[ \frac{|f_x|}{W_y} + \frac{|f_y|}{W_x} \right],$$

где  $l$  – длина пролета;  $\lambda$  – коэффициент расчетной схемы [1];  $f_x, f_y$  – удельные проекции ЭДУ на оси координат;  $W_x, W_y$  – моменты поперечного сопротивления шины относительно осей.

В пакетной шине КРУ на взаимодействие проводников фаз накладывается взаимодействие шин внутри пакета

$$|\sigma_{\Sigma}| = |\sigma_{\Phi}| + |\sigma_{\text{эл}}|, \quad (1)$$



где  $\sigma_{\Sigma}$  – суммарное напряжение в материале шин;  $\sigma_{\phi}$  – напряжение, вызванное взаимодействием фаз;  $\sigma_{\text{эл}}$  – напряжение, вызванное взаимодействием элементов пакета.

При практических расчетах выражение (1) не исследуется на максимум, т. е. не учитывается фазовый сдвиг  $\sigma_{\phi}$  и  $\sigma_{\text{эл}}$ , что приводит к завышенным результатам. Исследования, выполненные на кафедре «Электрические станции» Белорусского национального технического университета, показали, что для составных шин, расположенных в вершинах равностороннего треугольника, неучет фазового сдвига приводит к завышенным результатам на 4 % [2]. При этом погрешность будет уменьшаться при уменьшении соотношения между  $\sigma_{\phi}$  и  $\sigma_{\text{эл}}$ . Так как обычно  $\sigma_{\text{эл}} > \sigma_{\phi}$ , то при практических расчетах можно пренебречь фазовым сдвигом  $\sigma_{\phi}$  и  $\sigma_{\text{эл}}$ .

Составные шины КРУ подвержены косому изгибу и максимальное механическое напряжение для них определяется по следующей формуле

$$\sigma_{\text{max}} = \left( \frac{M_{\text{из } x}}{W_y} + \frac{M_{\text{из } y}}{W_x} \right) \frac{\eta \beta}{\lambda} + \sigma_{\text{эл max}},$$

где  $M_{\text{из } x}$ ,  $M_{\text{из } y}$  – проекции изгибающих моментов на оси  $\chi$  и  $\gamma$ ;  $\sigma_{\text{эл max}}$  – максимальное напряжение в материале шины, обусловленное взаимодействием полос внутри пакета одной фазы;  $\eta$  – динамический коэффициент, учитывающий влияние колебаний [1];  $\beta$  – коэффициент расчетной схемы [1].

Величина  $\sigma_{\text{эл max}}$  определяется по выражению

$$\sigma_{\text{эл max}} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I_{\text{эл}}^2 \cdot k_{\phi}}{12 \cdot a_{\text{эл}} \cdot W_{\text{эл}}} \left( \frac{i_y}{2} \right)^2 \eta_{\text{эл}},$$

где  $l_{\text{эл}}$  – длина пролета элемента шины между прокладками;  $a_{\text{эл}}$  – расстояние между осями поперечных сечений элементов составных шин;  $W_{\text{эл}}$  – момент сопротивления поперечного сечения элемента шины;  $k_{\phi}$  – коэффициент формы, учитывающий влияние поперечных размеров шин на ЭДУ;  $i_y$  – ударный ток КЗ.

В шинной конструкции, фазы которых расположены по вершинам треугольника, ЭДУ изменяют во времени свое направление в пространстве, оставаясь все время перпендикулярными осям шин. Для их расчета могут быть использованы как явные, так и численные методы расчета.

Для сборных шин, расположенных параллельно друг другу в вершинах произвольного треугольника, пригоден метод расчета ЭДУ в системе параллельных бесконечно длинных и тонких проводников. В отличие от случая параллельных проводников, лежащих в одной плоскости, при их пространственном расположении ЭДУ изменяются во времени как по величине, так и направлению и составляющие ЭДУ складываются геометрически. Изоляторы при этом подвергаются различным видам деформации. Поскольку прочность изоляторов для различных видов деформации неодинакова, то при расчете недостаточно определить максимум ЭДУ, а необходимо знать и его направление. При их определении используются формулы вычисления

ЭДУ для двух параллельных проводников, которые суммируются геометрически в соответствии со схемой расположения проводников фаз (рис. 1).

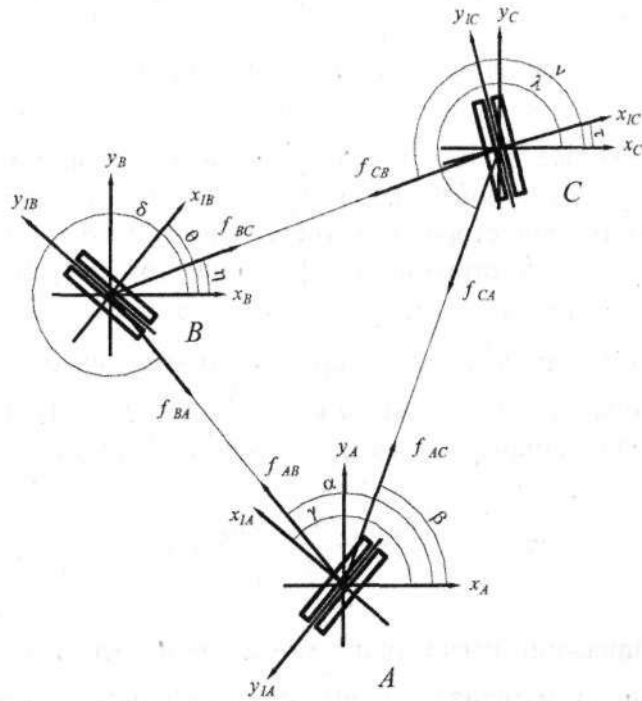


Рис. 1

Глобальная система координат, характеризующая взаимное положение изоляторов и шин, располагается в точке крепления изоляторов, а положение шин задается другой системой координат, повернутой относительно основной на соответствующие углы, при которых одна из осей параллельна шинам, а другая - перпендикулярна к ним. Проекции ЭДУ на оси  $x$  и  $y$  для проводников фаз будут равны:

$$f_{AX} = f_{AB} \cos \alpha + f_{AC} \cos \beta;$$

$$f_{AY} = f_{AB} \sin \alpha + f_{AC} \sin \beta;$$

$$f_{BX} = f_{BA} \cos \delta + f_{BC} \cos \eta;$$

$$f_{BY} = f_{BA} \sin \delta + f_{BC} \sin \eta;$$

$$f_{CX} = f_{CA} \cos \lambda + f_{CB} \cos \nu;$$

$$f_{CY} = f_{CA} \sin \lambda + f_{CB} \sin \nu,$$

где  $f_{jk}$  – усилие от взаимодействия фаз.

При трехфазном КЗ мгновенные значения токов определяются по выражениям

$$i_A = I_m \left[ \sin(\omega t + \psi) - \sin \psi e^{-\beta t} \right];$$

$$i_B = I_m \left[ \sin \left( \omega t + \psi - \frac{2}{3} \pi \right) - \sin \left( \psi - \frac{2}{3} \pi \right) \pi e^{-\beta t} \right];$$

$$i_C = I_m \left[ \sin \left( \omega t + \psi + \frac{2}{3} \pi \right) - \sin \left( \psi + \frac{2}{3} \pi \right) \pi e^{-\beta t} \right],$$

где  $I_m$  – амплитуда периодической составляющей тока КЗ;  $\beta = \frac{1}{T_a}$  – показатель затухания аperiodической составляющей тока КЗ;  $\psi$  – фаза включения тока КЗ;  $\omega$  – угловая частота вращения вектора переменного напряжения.

С учетом выражений для токов КЗ выражения для определения касательных и нормальных к шинам электродинамических усилий для фазы  $A$ :

$$f_{AX_1} = 2 \cdot 10^{-7} I_m^2 \left[ \sin(\omega t + \psi) - e^{-\beta} \sin \psi \right] \times$$

$$\times \left\{ \frac{\cos(\alpha - \gamma)}{d_{AB}} \left[ \sin \left( \omega t + \psi - \frac{2}{3} \pi \right) - e^{-\beta} \sin \left( \psi - \frac{2}{3} \pi \right) \right] + \right.$$

$$\left. + \frac{\cos(\beta - \gamma)}{d_{AC}} \left[ \sin \left( \omega t + \psi + \frac{2}{3} \pi \right) - e^{-\beta} \sin \left( \psi + \frac{2}{3} \pi \right) \right] \right\},$$

где  $d_{AB}$  и  $d_{AC}$  – междуфазные расстояния.

Для выбора расчетных условий КЗ выражения для ЭДУ исследуются на максимум. Определение максимальных ЭДУ, а также соответствующих им текущего времени и угла включения КЗ, выполняется методом циклической прогонки по расчетному времени процесса КЗ  $t_k$  и фазе включения КЗ  $\psi$ . На каждом шаге вычисления производим выбор максимальных вычисленных значений, а также фиксирование соответствующих им текущего времени и текущего угла включения КЗ.

Разработанный явный метод расчета электродинамических усилий может быть использован в практике конструкторских работ по разработке шинных конструкций с произвольным расположением шин и изоляторов.

#### Литература

1. Короткие замыкания в электроустановках: Методы расчета электродинамического и термического действия токов короткого замыкания: ГОСТ 30323-95. – Введ. 01.03.99. – 57 с.
2. Стрелюк, М. И. Электродинамические усилия в токоведущих конструкциях электрических станций и подстанций: дис. д-ра техн. наук: (05.14.02 Электрические станции (электрическая часть), сети и системы и управление ими) / М. И. Стрелюк. – Минск, 1984. – 409 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЛИНИЙ СВЯЗИ

А. Ю. Халанский

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,  
Беларусь*

Научный руководитель А. С. Ключников

Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) стало необходимым условием научно-технического прогресса. Как показывает опыт разработки радиоэлектронной аппаратуры, часто не всем параметрам электромагнитной совместимости уделяется должное внимание, особенно на начальной стадии разработки. Иногда вопросы защиты от помех отходят на второй план, и в конечном итоге продвигаться приходится методом проб и ошибок. Поэтому важное значение имеют теоретические прогнозирование электромагнитных помех внутри сложного радиоэлектронного устройства и методы инженерного расчета устройства помехоподавления. Планирование применения и эффективное использование цифровой техники с учетом требований электромагнитной совместимости, оперативное исключение взаимных помех требуют её предварительной расчетной оценки, наличия соответствующих расчетных методик по обеспечению электромагнитной совместимости устройств цифровой обработки и отображения информации. Для этого требуется программное моделирование структуры цифрового устройства. Для чего в свою очередь требуется соответствующее программное обеспечение.

Наиболее эффективными приемниками энергии электромагнитного излучения (ЭМИ) являются провода, выполняющие роль соединительных линий. Линейные проводники по отношению к помехонесущему полю играют роль электрических антенн и являются приемниками электрического поля; проводники образуют замкнутые контуры, играют роль магнитных антенн и являются приемниками магнитного поля. Оба этих типа приемников являются генераторами электродвижущей силы, которые поглощают часть энергии помехонесущего поля и передают ее соединенным с ними функциональным элементам схем [1].

Программа оценки ЭМС разработана с использованием уже существующих методов расчета параметров линий связи. Алгоритм расчета включает в себя следующие параметры: волновое сопротивление, погонная емкость, погонная индуктивность, взаимная индуктивность.

В качестве исходных данных выступают: толщина проводника, расстояние между проводниками, материал изготовления проводников и расстояние до экрана, если проводник расположен вблизи поверхности электромагнитного экрана.

В зависимости от расположения проводников выбирается одна из формул расчета необходимого параметра [2]:

1. Два проводника параллельны друг другу:

- волновое сопротивление  $Z = \frac{120}{\sqrt{\epsilon}} \ln\left(\frac{2d}{D}\right),$

- погонная емкость  $C = \frac{28\epsilon}{\ln\left(\frac{2d}{D}\right)},$

- погонная индуктивность  $L = 0,4 \ln\left(\frac{2d}{D}\right),$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника.

2. Проводник над экраном:

– волновое сопротивление  $Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon}} \ln\left(\frac{4h}{D}\right)$ ,

– погонная емкость  $C = \frac{56\epsilon}{\ln\left(\frac{4h}{D}\right)}$ ,

– погонная индуктивность  $L = 0,2 \ln\left(\frac{4h}{D}\right)$ ,

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника;  $h$  – расстояние до экрана.

3. Два проводника, один из которых заземлен, параллельны третьему проводнику, который тоже заземлен:

– волновое сопротивление  $Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon}} \ln\left(\sqrt{\frac{8d^3}{D^3}}\right)$ ,

– погонная емкость  $C = \frac{56\epsilon}{\ln\left(\sqrt{\frac{8d^3}{D^3}}\right)}$ ,

– погонная индуктивность  $L = 0,2 \ln\left(\sqrt{\frac{8d^3}{D^3}}\right)$ ,

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника.

4. Два параллельных проводника над экраном:

– волновое сопротивление  $Z = \frac{120}{\sqrt{\epsilon}} \ln\left(\frac{4h}{D} \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}}\right)$ ,

– погонная емкость  $C = \frac{28\epsilon}{\ln\left(\frac{4h}{D} \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}}\right)}$ ,

– погонная индуктивность  $L = 0,4 \ln\left(\frac{4h}{D} \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}}\right)$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника;  $h$  – расстояние до экрана.

5. Два проводника с прямоугольным сечением параллельных друг другу:

– волновое сопротивление  $Z = \frac{120}{\sqrt{\epsilon}} \ln\left(\frac{d}{0,44t + 0,25w}\right)$ ,

– погонная емкость  $C = \frac{28\epsilon}{\ln\left(\frac{d}{0,44t + 0,25w}\right)}$ ,

$$- \text{ погонная индуктивность } L = 0,4 \ln \left( \frac{d}{0,44t + 0,25w} \right),$$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника;  $t$ ,  $w$  – высота и ширина сечения проводника соответственно.

6. Два проводника с круглым сечением в диэлектрическом слое:

$$- \text{ волновое сопротивление } Z = \frac{120}{\sqrt{\varepsilon}} \sqrt{\ln \left( \frac{d}{r} \right) \ln \left( \frac{H}{r} \left[ \operatorname{ch} \frac{\pi d}{H} + 1 \right] \operatorname{th} \frac{\pi d}{2H} \right)},$$

$$- \text{ погонная емкость } C = \frac{28\varepsilon}{\ln \left( \frac{H}{r} \left[ \operatorname{ch} \frac{\pi d}{H} + 1 \right] \operatorname{th} \frac{\pi d}{2H} \right)},$$

$$- \text{ погонная индуктивность } L = 0,4 \ln \left( \frac{d}{r} \right),$$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $r$  – диаметр сечения проводника;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость проводника;  $H$  – толщина диэлектрического слоя.

При оценке ЭМС в линиях связи требуется знание взаимной индуктивности и емкости. Для этого в алгоритм программы оценки были включены формулы расчета взаимной индуктивности и взаимной емкости некоторых наиболее распространенных систем проводов.

Взаимная индуктивность на единицу длины:

1. Одиночные провода с общим обратным проводом:

$$M = 0,2 \ln \left( \frac{d}{D} \right),$$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – диаметр сечения проводника.

2. Двухпроводные линии в одной плоскости:

$$M = 0,2 \ln \left( 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right),$$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – расстояние между парами проводников.

3. Двухпроводные линии над экраном:

$$M = 0,2 \ln \left( \frac{(D_2 - d_2)(D_2 + 4h_2)}{D_2 \sqrt{(D + d)^2 + 4h^2} \sqrt{(D - d)^2 + 4h^2}} \right),$$

где  $d$  – расстояние между проводниками;  $D$  – расстояние между парами проводников;  $h$  – расстояние до экрана.

Разработанный алгоритм расчета взаимодействий между линиями связи является одним из алгоритмов расчета программного обеспечения для оценки ЭМС. Он позволяет определить параметры, необходимые для определения эффективности линий

связи, что в свою очередь является неотъемлемой частью полной оценки ЭМС цифровых устройств.

#### Литература

1. Малков, Н. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Н. А. Малков, А. П. Пудовкин ; под ред. З. Г. Чернова. - Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. - 37 с.
2. Князев, А. Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. - Москва : Радио и связь, 1989. - С. 24-26.

### УЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПН ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

С. Н. Прохоренко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. Н. Бохан

Одним из наиболее распространенных на сегодняшний день способов ограничения перенапряжений является применение нелинейных ограничителей перенапряжения (ОПН), изготавливаемых на основе высоконелинейных варисторов из оксида цинка. Сопротивление варисторов зависит от приложенного к нему напряжения: при превышении некоторого порогового значения проводимость варистора резко возрастает. Это обусловлено тем, что под действием приложенного к варистору напряжения зерна оксида цинка начинают выстраиваться в «цепочки», соприкасаясь между собой, вследствие чего сопротивление варистора снижается.

В ряде источников указывается, что переход в проводящее состояние варисторов осуществляется практически мгновенно, т. е. ОПН не обладает инерционностью срабатывания. Однако выполненные испытания ОПН различных фирм и типов на напряжение 10 кВ (Raychem HSRA15B 12kV 10kA, ОПН-10/12/10 УХЛ1, ОПН-П-10/11 УХЛ1, ОПН-КР/TEL -10/12 УХЛ2 ЮкА и др.) и 0,4 кВ, дают основания считать, что происходит некоторое запаздывание при переходе ОПН в проводящее состояние, причем это свойство варисторов характерно не для отдельных образцов, а для всех исследованных ОПН. Попытки моделирования отставания тока внутренней индуктивностью варистора не дали положительных результатов.

Для уточнения динамических свойств ОПН выполнены испытания при воздействии напряжения повышенной частоты. На рис. 1 приведена осциллограмма полупериода напряжения на ОПН-0,4 при воздействии напряжения повышенной частоты 3,3 кГц.

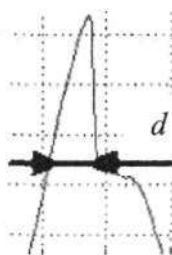


Рис. 1. Осциллограмма полупериода напряжения на варисторе 0,4 кВ ( $f = 3,3$  кГц)

На отрезке времени  $d$  мгновенное напряжение, воздействующее на ОПН, превышает уровень ограничения ( $U_{ref} = 760$  В).

На основании выполненных экспериментальных исследований разработана динамическая модель ОПН, позволяющая получать достоверные результаты моделирования внутренних перенапряжений в распределительных сетях с ОПН.

Динамическая модель ОПН (рис. 2) разработана в среде MATLAB.

Блок 1 (АЗ) - аperiодическое звено, реализует инерционность работы. Блок 2 (АВАХ), аппроксимация статической ВАХ ОПН, определяет ток ОПН. Блок 3 (БОТ) - блок определения температуры ОПН, определяет и по обратной связи корректирует изменение ВАХ ОПН с учетом расчетных температур. Блок 4 (БР) - блок разрушения, моделирует разрушение ОПН по критерию превышения температуры  $T$ . Блок 5 (БУСНР) - блок управления сопротивлением резистора, изменяет сопротивление резистора, посредством управляющего сигнала тока. Блок ИП является источником входного напряжения  $U_{вх}$  заданной частоты и амплитуды.

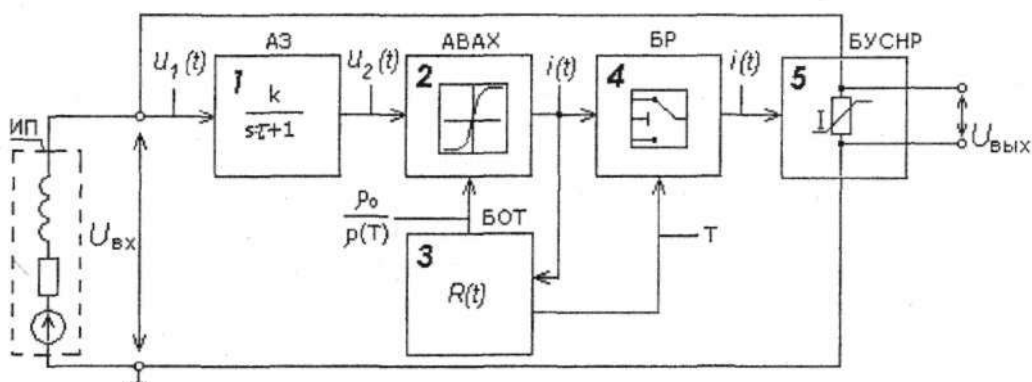


Рис. 2. Структурная схема модели ОПН

Для моделирования запаздывания ОПН (блок 1) используется инерционное звено первого порядка с постоянной времени  $x$ . При моделировании ОПН различных типов в частотном диапазоне 50–6000 Гц получены результаты моделирования, близкие к экспериментальным исследованиям для  $\tau \sim 140$  мкс.

Учет динамических свойств ОПН позволяет получить более достоверные результаты моделирования перенапряжений в распределительных сетях. При этом предельные кратности перенапряжений получаются несколько выше, чем это следовало бы ожидать, моделируя ОПН статической характеристикой, что подтверждается данными экспериментов в реальных сетях, полученными разными авторами.

Исследованы перенапряжения в кабельной распределительной сети 10 кВ с изолированной нейтралью при перемежающихся дуговых замыканиях на землю и установленных на шинах ОПН - 10/12 с помощью модели сети. Изменение максимальных кратностей перенапряжения в зависимости от длины кабельной линии для трансформаторов мощностью 25 и 40 МВА приведено на рис. 3



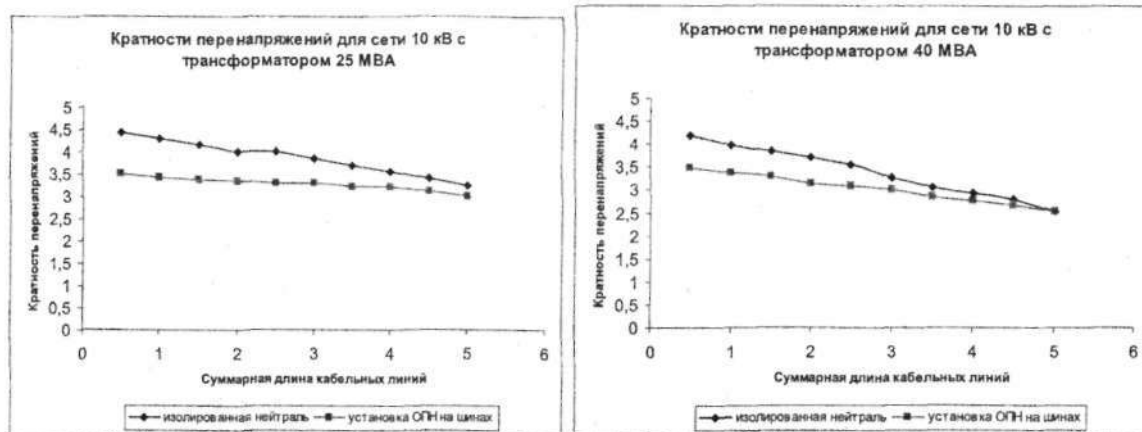


Рис. 3. Изменение максимальных кратностей перенапряжений

Учет динамических свойств ОПН позволяет уточнить математическую модель ОПН и тем самым получать результаты моделирования перенапряжений весьма близкие к реальным данным.

## МЕТОДИКА АНАЛИЗА ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Н. М. Ходанович, А. Ю. Шутов

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Д. И. Зализный

Силовой кабель - один из важнейших элементов системы электроснабжения, от надежной работы которого зависит бесперебойность питания потребителей электроэнергии. Кабели могут подвергаться температурным перегрузкам при аварийных режимах работы электрической сети, что приведет к интенсивному тепловому износу их изоляции и последующему выходу из строя.

Одним из способов косвенного измерения температуры жилы кабеля является математическое моделирование тепловых процессов в кабеле. В данном докладе рассмотрена подобная математическая модель.

Рассмотрим двухжильный кабель, помещенный в воздушную среду и конструктивно состоящий из токоведущих жил, основной изоляции жил и защитной оболочки. Каждый элемент рассматриваем как однородное тело, т. е. тело, температура в каждой точке которого неизменна.

Тепловой поток условно идет от центра жилы через слои изоляции в окружающий воздух. При этом воздух также считается однородным телом с заранее заданной температурой, не зависящей от температуры элементов кабеля.

Процесс теплообмена происходит между жилами кабеля и их изоляциями, между изоляциями жил, между изоляциями жил и защитной оболочкой, а также между защитной оболочкой и окружающей средой.

Теплообмен между жилами и окружающей средой осуществляется только через половину площади поверхности рассматриваемых однородных тел. Это обусловлено влиянием воздушных прослоек, тепловое сопротивление которых намного выше, чем тепловые сопротивления остальных элементов кабеля, а также отсутствием гра-

диента температур во внутренней области между жилами из-за равенства токов в жилах.

Если учесть равенство всех потерь мощности в жилах кабеля, то получим следующую систему уравнений, описывающую тепловые процессы в рассматриваемой системе однородных тел:

$$\begin{cases} C_1 \cdot \frac{d\theta_1}{dt} + \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_1} = P; \\ C_2 \cdot \frac{d\theta_2}{dt} + \frac{\theta_2 - \theta_1}{R_1} + \frac{\theta_2 - \theta_3}{R_2} = 0; \\ \frac{C_3}{2} \cdot \frac{d\theta_3}{dt} + \frac{\theta_3 - \theta_2}{R_2} + \frac{\theta_3 - \theta_4}{2 \cdot R_3} = 0, \end{cases}$$

где  $\theta_1 \dots \theta_4$  – температуры однородных тел: токоведущей жилы, основной изоляции жилы, защитной оболочки и окружающего воздуха;  $C_1 \dots C_3$  – теплоемкости соответствующих однородных тел;  $R_1 \dots R_3$  – тепловые сопротивления соответствующих однородных тел;  $P$  – потери активной мощности в токоведущей жиле.

Алгоритм для расчета температуры изоляции жилы  $\theta_2$  рассматриваемого кабеля в случае постоянной температуры воздуха  $\theta_4$  можно записать в виде системы:

$$\begin{cases} w_i = \frac{-(b_1 \cdot p_i + b_0)}{4 \cdot a_3 \cdot (p_i)^3 + 3 \cdot a_2 \cdot (p_i)^2 + 2 \cdot a_1 \cdot p_i + a_0}; \\ \Phi = -\frac{1}{p_i}; \\ P_j = I_2 \cdot c_{20} \cdot (1 + 6 \cdot (\theta_{2,j-1} - 20)) \cdot \frac{4 \cdot l}{p \cdot d_1^2}; \\ \vartheta_{i,j} = w_i \cdot P_j + (\vartheta_{i,j-1} - w_i \cdot P_j) \cdot e^{\frac{\Delta t}{\Phi}}; \\ \theta_{2,j} = \sum_{i=1}^3 \vartheta_{i,j} + \theta_4, \end{cases}$$

где  $i \in \{1;2;3\}$  – номер экспоненциальной составляющей теплового процесса;  $j$  – номер отсчета;  $p_i$  – корни характеристического уравнения выражения (2);  $\Phi$  – постоянные времени экспоненциальных составляющих;  $w_i$  – коэффициенты, рассчитываемые в соответствии с правилами обратного преобразования Лапласа;  $\vartheta_{i,j}$  – составляющие температуры изоляции жилы по каждой экспоненциальной составляющей;  $\Delta t$  – интервал времени между  $j$ -м и  $j+1$  отсчетами.

Данный алгоритм позволяет учесть зависимость электрического сопротивления жилы от температуры.

Для подтверждения адекватности разработанной упрощенной математической модели силового кабеля были проведены лабораторные исследования, в которых через двухжильный кабель пропускался переменный ток и регистрировались значения температуры изоляции жилы. На жиле кабеля под изоляцией расположен полупроводниковый датчик температуры, сопротивление которого зависит от температуры. К датчику температуры подключен измерительный преобразователь «сопротивле-

ние – ток», выходом соединенный с микроамперметром. Для того чтобы получить значения измеряемых величин, показания приборов необходимо умножить на масштабные коэффициенты (множители). Схема экспериментальных исследований приведена на рис. 1.

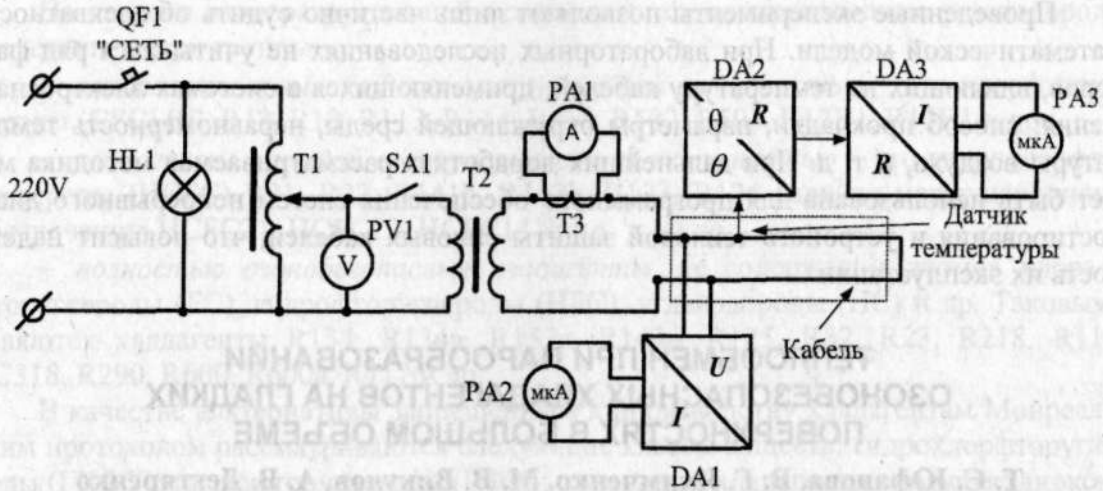


Рис. 1. Схема экспериментальных исследований

Также эта экспериментальная установка используется для проведения лабораторных работ по курсу «Электротехнические материалы» на кафедре «Электроснабжение».

В опытах использовался двухжильный кабель типа ПВГ с медными жилами сечением  $1,2 \text{ мм}^2$ , изоляцией жил из полиэтилена и оболочкой из ПВХ – пластиката. Длина кабеля 3,9 м.

Расчетные и экспериментальные диаграммы процессов нагрева и охлаждения кабеля приведены на рис. 2.

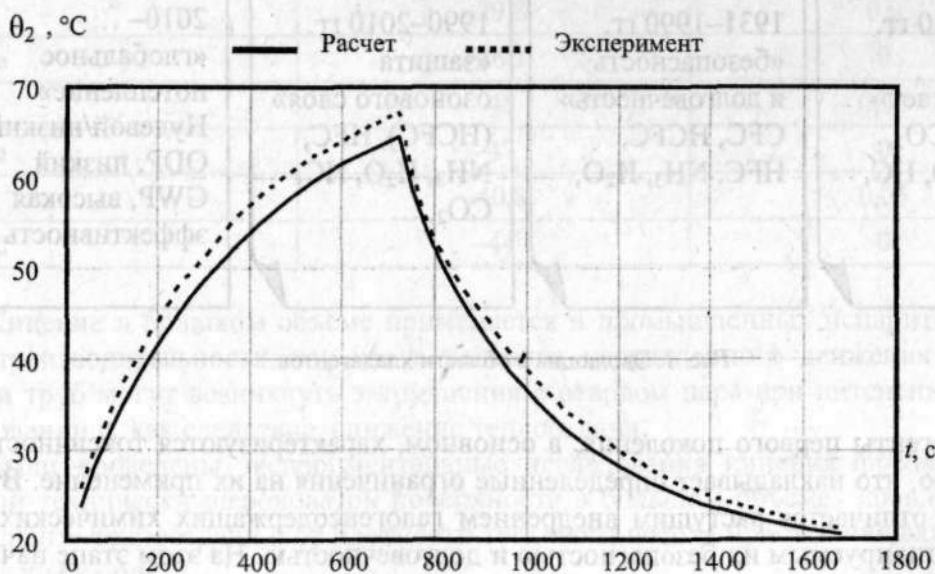


Рис. 2. Расчетные и экспериментальные диаграммы процесса нагрева и охлаждения кабеля

Сравнивая расчетные и экспериментальные диаграммы процессов нагрева и охлаждения кабеля можно сказать, что модель, несмотря на принятые упрощения, достаточно точно описывает тепловые процессы, происходящие в кабеле: относительная погрешность модели не превышает 20 %, среднеквадратическое отклонение экспериментальных данных от рассчитанных по модели не превышает 0,4 °С.

Проведенные эксперименты позволяют лишь частично судить об адекватности математической модели. При лабораторных исследованиях не учитывался ряд факторов, влияющих на температуру кабелей, применяющихся в системах электроснабжения: способ прокладки, параметры окружающей среды, неравномерность температуры воздуха, и т. д. При дальнейших доработках рассматриваемая методика может быть использована для программного обеспечения систем непрерывного диагностирования и устройств тепловой защиты силовых кабелей, что повысит надежность их эксплуатации.

### ТЕПЛОБМЕН ПРИ ПАРООБРАЗОВАНИИ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ НА ГЛАДКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ В БОЛЬШОМ ОБЪЕМЕ

Т. С. Юфанова, В. Г. Якимченко, М. В. Викулов, А. В. Дегтяренко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

Перед проведением исследований процессов теплообмена при парообразовании хладагентов в испарителях парокомпрессионных холодильных машин, в первую очередь, необходимо выбрать тип хладагента. От этого во многом зависит актуальность дальнейших исследований.

Историю и динамику развития хладагентов можно наблюдать на рис. 1.



Рис. 1. Эволюция в области хладагентов

Хладагенты первого поколения, в основном, характеризуются токсичностью и горючестью, что накладывает определенные ограничения на их применение. Второе поколение отличается растущим внедрением галогенсодержащих химических продуктов, мотивируемым их безопасностью и долговечностью. На этом этапе началось промышленное производство хлорфторуглеродов (CFC) и гидрохлорфторуглеродов (HCFC). Связь, обнаруженная между выбросами CFC, в том числе CFC-хладагентов, и разрушением озонового слоя, стала катализатором появления третьего поколения

хладагентов, нацеленного на защиту озона стратосферы. Венская конвенция (1985) и Монреальский протокол (1987) обязывают отказаться от озоноразрушающих веществ (ODS). Химические галогенсодержащие вещества прежде всего стали объектом ограничения с акцентом на применение HCFC в переходный период и HFC (гидрофторуглероды) в более далекой перспективе.

По степени озоноразрушающей активности галоидопроизводные углеводороды разделены на три группы:

– хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью – это хлорфторуглероды (CFC) R11, R12, R13, R113, R114, R115, R502, R503, R12B1, R13B1 и др.;

– хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью – это гидрохлорфторуглероды (HCFC) R21, R22, R141b, R142b, R123, R124 (или по международному обозначению HCFC21, HCFC22, HCFC141b и т. д.) и др.;

– полностью озонобезопасные хладагенты, не содержащие атомов хлора – фторуглероды (FC), гидрофторуглероды (HFC), углеводороды (HC) и др. Таковыми являются хладагенты R134, R134a, R152a, R143a, R125, R32, R23, R218, R116, RC318, R290, R600, R600a, R717 и др.

В качестве альтернативы запрещенным к производству хладагентам Монреальским протоколом рассматриваются следующие классы веществ: гидрохлорфторуглероды (ГХФУ); гидрофторуглероды (ГФУ); природные хладагенты – аммиак, диоксид углерода, вода, углеводороды.

Согласно Монреальскому протоколу, применение CFC должно быть прекращено до 2010 г., HCFC – до 2040 г.

Развитие четвертого поколения хладагентов связано с подписанием большинством индустриально развитых стран Киотского протокола, устанавливающего ограничение эмиссии парниковых газов.

Наиболее распространенными хладагентами до настоящего времени были R21, R22, R502. Хладагенты, предлагаемые для их замены (R134a, R404a, R407a), являются озонобезопасными и схожими по своим физическим свойствам с заменяемыми:

Обозначение хладагента	Температура кипения, °С	ODP (потенциал разрушения озонового слоя)
R21	-29,8	0,9
R134a	-26,1	0
R502	-45	0,33
R404a	-47	0
R22	-40,8	0,05
R407c	-44	0

Кипение в большом объеме применяется в промышленных испарителях большой производительности, так как в условиях направленного движения жидкости внутри труб могут возникнуть затруднения с отводом пара при интенсивном парообразовании и, как следствие, снижение теплоотдачи.

Были проведены экспериментальные исследования кипения фреона 134a на гладкой технически шероховатой поверхности в большом объеме. Зависимости коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  от плотности теплового потока при различных давлениях приведены на рис. 2.

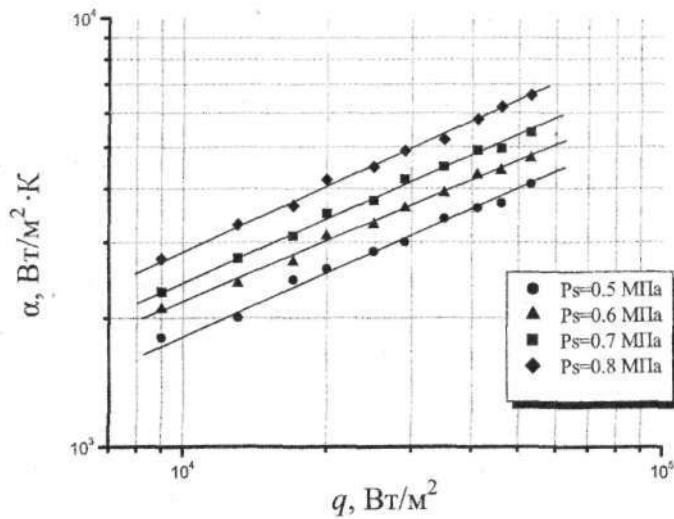


Рис. 2. Экспериментальные зависимости  $\alpha = f(q)$  при кипении фреона 134а на гладкой поверхности

Опыт показывает, что число действующих центров парообразования, а следовательно, и значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  увеличиваются с ростом величины удельного теплового потока  $q$ , передаваемого кипящей жидкостью.

С увеличением давления также наблюдается интенсификация теплообмена. С повышением давления облегчаются условия зарождения паровых пузырей на теплоотдающей поверхности и растет турбулизация потока паровой фазы. При понижении давления, наоборот, поверхность обедняется центрами парообразования, поэтому для зарождения на ней паровых пузырей данного радиуса требуется все более и более высокий перегрев жидкости или более высокое значение удельного теплового потока (рис. 2).

На рис. 3 приведено обобщение экспериментальных данных при кипении хладагентов R134a, R12, R290 (пропан). Сравнение производилось при одном давлении насыщения ( $p_s = 0,5$  МПа). Этому давлению соответствуют температуры насыщения:  $t_s = 20$  °C (R134a),  $t_s = 15$  °C (R12),  $t_s = 2$  °C (R290).

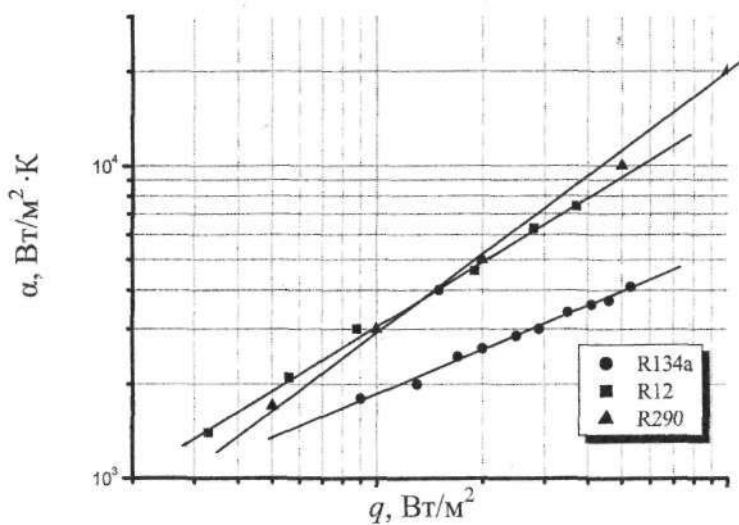


Рис. 3. Сравнение экспериментальных зависимостей  $\alpha = f(q)$  для различных хладагентов при давлении насыщения  $p_s = 0,5$  МПа

Из графика (рис. 3) видно, что при малых плотностях тепловых потоков  $q$  коэффициенты теплоотдачи  $\alpha$  сходны для трех хладагентов, при увеличении плотности теплового потока наблюдается более интенсивный процесс теплоотдачи при использовании R12 и R290 в сравнении с R134a. Такое отличие в коэффициентах теплоотдачи связано с разницей температур насыщения и теплофизических свойств хладагентов (в частности, коэффициентов теплопроводности). Несмотря на различие коэффициентов теплоотдачи фреонов R12 и R134a, R134a остается до настоящего времени наиболее эффективной заменой R12. Интенсифицировать процесс теплообмена и уменьшить габариты установки можно путем развития поверхности теплообмена. Пропан обладает хорошими термодинамическими свойствами, значительно дешевле фреонов, однако применение его в холодильной технике ограничено по причине высокой взрывопожароопасности (содержание 1-2 % по объему в воздухе достаточно для взрыва).

Фреоны R404a и R407c в настоящее время широко внедряются в системах снабжения холодом и в системах кондиционирования воздуха, однако исследований с определением зависимостей интенсивности теплоотдачи от различных факторов к настоящему времени не проводилось.

### **ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ ФРЕОНА R134A НА РАЗВИТЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ**

**В. Г. Якимченко, Т. С. Юфанова, М. В. Викулов, А. С. Сысоев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

В связи с принятием Монреальской конвенции (1987), запрещающей использование озоноразрушающих хладагентов R12, R502, R22 основными мировыми производителями химической продукции были разработаны и выпускаются озонобезопасные хладагенты R134a, R402a, R407c и др. Однако ни один из известных или недавно синтезированных индивидуальных хладагентов не обладают к настоящему времени в полной мере комплексом свойств, которые присущи запрещенным хладагентам, а также неблагоприятные, с позиции теплообмена при кипении, режимные параметры и как отмечено выше свойства холодильных агентов, вызывают необходимость отыскания путей интенсификации процесса теплообмена при кипении.

По теплофизическим свойствам фреоны имеют углеводородные аналоги - пропан, бутан, пропилен, пропан-бутановые смеси, которые также широко используются в экспериментальных исследованиях в качестве рабочих жидкостей.

Основным и самым эффективным методом интенсификации теплообмена является создание благоприятных поверхностных условий для возникновения и роста паровых пузырей - развитие теплоотдающей поверхности: повышение шероховатости поверхности, применение оребрения с определенными геометрическими параметрами, нанесение на поверхность различного рода покрытий. В связи с этим возникает необходимость в выборе способа развития теплоотдающей поверхности применительно к конкретным условиям работы теплообменного аппарата.

Основные поверхности развиваются посредством выступов, ребер или нанесением на них различного рода покрытий.

Различают прямые и кольцевые ребра, а также оребрение в виде отдельных шипов; ребра могут иметь разнообразные профили (прямоугольный, треугольный, трапециевидный и т. д.).

Для исследования теплообмена при кипении жидкостей на неизотермической оребренной или структурированной поверхности используется экспериментальный стенд, представленный на рис. 1.

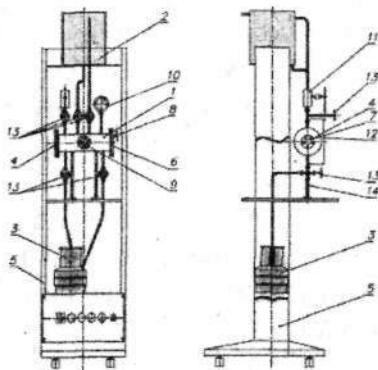


Рис. 1. Экспериментальный стенд: 1 – рабочая камера; 2 – конденсатор; 3 – баллон с рабочей жидкостью; 4, 9 – иллюминатор; 5 – стойка; 6, 7 – фланцы; 8 – вывод термопар; 10 – манометр; 11 – клапан предохранительный; 12 – защитный экран; 13 – вентиль; 14 – стойка рабочей камеры

Рабочая испарительная камера 1 представляет собой цилиндр, закрытый фланцами б и 4. Фланец 4 имеет стеклянный иллюминатор для подсветки фонарем. На фланце 6 смонтирован разъем 8 для подвода термопар. Посреди камеры предусмотрен смотровой иллюминатор 9 для визуального наблюдения процесса кипения на поверхности образца. Водяной теплообменник-конденсатор 2 выполнен в виде емкости, в которой установлены два змеевика и служит для поддержания стационарных условий проведения эксперимента. Для хранения рабочей жидкости служит баллон 3. На рабочей камере установлен манометр 10, предохранительный клапан 11, вентиль 13 - для подачи в камеру воздуха при проверке на герметичность, при замене образца и вывода паров рабочей жидкости.

Вначале в качестве исследуемой жидкости использовался фреон R114.

Данные по фреону R114 показывают улучшение теплоотдачи у ребристых поверхностей по отношению к гладким трубам, при этом  $\alpha$  увеличивается в 3-5 раз при низких плотностях теплового потока  $q$  для модифицированных трубок (рис. 2).

Исследования с пропаном, пропиленом и несколькими хладагентами, кипящими на ребристых трубках в широком диапазоне давлений (достигающих 50 % от величины критического давления  $P_k$ ), показывают незначительное отклонение от увеличения коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  в зависимости от плотности теплового потока  $q$  для ребристых и структурированных трубок при атмосферном давлении.



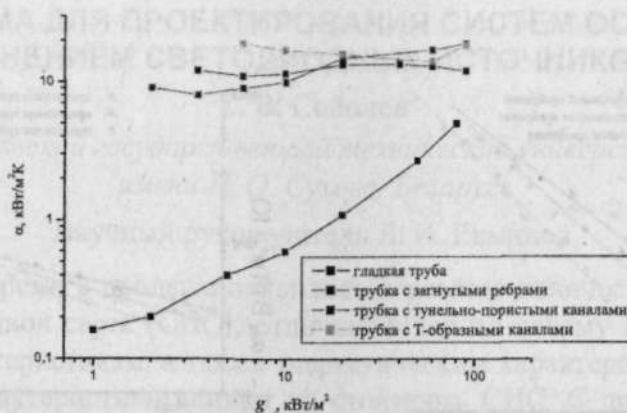


Рис. 2. Двойная логарифмическая зависимость коэффициентов  $\alpha$  как функции плотности теплового потока  $q$  для фреона R114, кипящего на ребристых поверхностях

По результатам исследования можно выделить две особенности:

- значения коэффициента  $\alpha$  оказались значительно выше, чем ожидалось и почти не увеличиваются с увеличением плотности теплового потока  $q$  при достаточно низких отношениях давлений  $P_n / P_k$  и малых плотностях тепловых потоков.
- при низких соотношениях  $P_n / P_k$  и высоких плотностях тепловых потоков, коэффициент  $\alpha$  становится независимым от давления и плотности тепловых потоков.

Обе особенности могут быть объяснены, используя фотографии формирования пузырьков - в начале устойчивые паро-жидкостные фазы заполняют область между соседними «вершинами» ребер горизонтальной трубы и пар скапливается в туннелях между ребрами, затем теплоотдача происходит вследствие выпуска большого количества пара, образующегося в туннелях (промежутках между ребрами), при повышении плотности теплового потока, подобно теплоотдаче при вынужденной конвекции, которая не зависит от  $q$  и  $p$ .

На основании приведенных выше экспериментальных данных можно отметить, что интенсивность теплообмена увеличивается при уменьшении расстояния между ребрами.

Обе вышеприведенные особенности также аналогично протекают и для пропилена и фреона R134a, кипящих на ребристых и модифицированных трубках.

Эффект (б) меньше проявился при проведении экспериментов с теми же образцами, в связи с тем, что зазоры между ребрами были несколько шире и ребра имели другую форму.

Экспериментальные исследования по теплоотдаче при кипении фреона-134a проводились также на горизонтальных продольно-ребренных трубчатых поверхностях нагрева, изготовленных из дюралюминия, при давлении насыщения  $p_n = 0,5$  МПа ( $t_n = 14,3$  °C).

Как показано на (рис. 3, 4) во всем исследованном диапазоне давлений и плотностей теплового потока ребренная поверхность существенно интенсифицировала теплообмен.

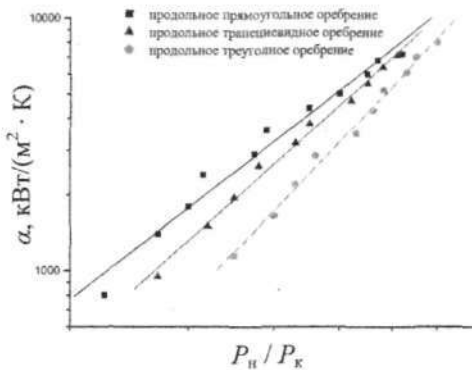


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  от давления  $p^* = P_n / P_k$  при давлении  $P_n = 0,5$  МПа

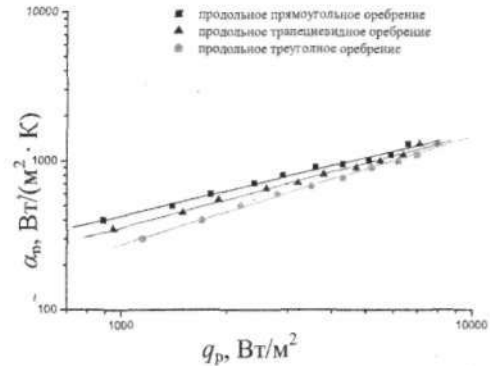


Рис. 4. Зависимость коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  от плотности теплового потока  $q$  при давлении  $P_n = 0,5$  МПа

Из анализа полученных зависимостей (рис. 3, 4) можно сделать вывод, что средние коэффициенты теплоотдачи по ребру слабо зависят от профиля ребра при свободном отводе паровой фазы.

При возрастании тепловой нагрузки и давления насыщения происходит увеличение интенсивности теплоотдачи.

Интенсивность теплоотдачи при кипении зависит также и от теплофизических свойств жидкости, которые по мере изменения давления (и температуры) насыщения существенно меняются. С увеличением коэффициента теплопроводности жидкости теплоотдача повышается, поскольку основной поток тепла от стенки воспринимается жидкой, а не паровой фазой. С увеличением вязкости теплоотдача, наоборот, уменьшается, так как уменьшается интенсивность перемешивания жидкости, обусловленная парообразованием.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Влияние термофизических свойств жидкостей на передачу теплоты в объеме кипящей жидкости может быть исследовано достаточно эффективно увеличением давления насыщения до значения  $p^* = P_n / P_k$ , когда свойства жидкостей сильно отличаются в зависимости от значения текущего давления парообразования.

2. Схожее влияние свойств на коэффициент теплоотдачи а одинаково для различных жидкостей выражается в сравнительно общей форме зависимости давления на коэффициент а, в случае применения принципа «изолированности» в самом простом виде.

3. Интенсивность теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении фреона-134а на горизонтальной продольно-оребренной теплоотдающей поверхности практически не зависит от профиля ребра.

4. Помимо зависимости а от термофизических свойств также оказывает влияние микроструктура теплоотдающей поверхности.

5. Повышению интенсивности теплообмена способствует активация потенциальных центров парообразования на наружных поверхностях ребер. Такое развитие процесса на оребренной поверхности теплообмена вполне логично: наилучшие условия для действия центров парообразования имеют место в межреберном пространстве (более высокие перегревы жидкости у основания ребер).

ПРОГРАММА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

**Е. В. Соболев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. И. Евминов

В настоящее время в продаже появилось огромное количество различных светодиодных источников света (СИС), отличающихся по своему назначению, светотехническим характеристикам, а также энергетическим характеристикам. Все вышеперечисленные характеристики влияют на стоимость СИС. С другой стороны, при разработке систем освещения (СО) проектировщик сталкивается с неограниченным количеством помещений, каждое из которых обладает своими характеристиками (габаритные размеры, коэффициенты отражения от поверхностей и т. д.). И поэтому возникает вопрос, какие же светодиоды необходимо и наиболее выгодно использовать для разработки СО в данном помещении?

Также проектирование СО на основе СИС затруднено отсутствием методов расчета и систематизированной информации по световой эффективности СИС, которое обусловлено отсутствием прогресса в международной стандартизации этого направления и доступного по ценам измерительного оборудования. Поэтому возникает важная задача разработки метода расчета ЭО с применением СИС, учитывающего как характеристики СИС, так и характеристики помещения. Также разрабатываемый метод должен определять экономическую целесообразность использования данного СИС для создания рассматриваемой СО.

Согласно вышеизложенному необходимо разработать модель, которая должна:

1. Проводить светотехнический расчет с применением СИС согласно СНБ 2.04.05-98.
2. Проводить анализ соответствия светотехнических характеристик спроектированной СО и требуемых.
3. Определять экономическую целесообразность использования данного СИС для создания рассматриваемой СО.

Из перечисленных требований к математической модели ее можно рассматривать как задачу оптимизации следующего типа:

Из  $m$  типов СИС определить количество  $n$  СИС данного типа необходимое для создания равномерного освещения в рассматриваемом помещении ( $a * b * H$ ) и обеспечивающее минимум затрат на создание СО.

Исходя из формулировки задачи оптимизации, представим математическую модель СО с применением СИС в виде системы уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} ЧДД_{ij} \rightarrow \max \\ E_p = E_{\min} \\ \Delta\Phi = -10\%; 20\% \\ i = \overline{1, m} \\ j = \overline{1, m-1} \end{array} \right.,$$

где  $ЧДД_{ij}$  – чистый дисконтированный доход при использовании  $j$ -го СИС вместо  $i$ -го для создания СО в данном помещении;  $E_p, E_{\min}$  – расчетное и минимальное (со-

гласно СНБ 2.04.05-98) значения освещенности для донного помещения соответственно;  $\Delta\Phi$  – отклонение расчетного светового потока от требуемого.

На основе математической модели разработана программа LEDs-Optima для ПЭВМ в приложении Microsoft Excel. Программа позволяет производить светотехнические расчеты с применением СИС и получать результаты в виде таблиц, характеризующих целесообразность использования данного СИС для создания рассматриваемой СО. Также разработан проект ЭО ж/к сектора с применением программы LEDs-Optima, использование которой уже на стадии проектирования СО жилого дома позволило получить экономию в размере 219 900 руб.

## ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ И КРИВИЗНА ЛИНИЙ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ

В. В. Киселевич

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Я. О. Шабловский

Кристаллографическая группа высокосимметричной структурной модификации может иметь несколько подгрупп. Вследствие этого соединение может иметь несколько различных низкосимметричных модификаций и, соответственно, несколько линий их равновесия ( $\lambda$ -линий), сходящихся в тройной точке. Исключая из рассмотрения критическое фазовое равновесие, будем исходить из уравнения Клапейрона-Клаузиуса

$$\frac{dT}{dX} = \frac{\Delta x}{\Delta S}, \quad (1)$$

где  $T$  – температура;  $S$  – энтропия;  $X$  – обобщенная термодинамическая сила (например, гидростатическое давление  $p$ );  $x$  – сопряженная ей обобщенная координата (например, объем  $V$ ), а  $\Delta$  обозначает скачки величин в точке фазового перехода (ФП).

Для подавляющего большинства элементов и полиморфных соединений кривая фазового равновесия монотонна и притом нередко весьма близка к линейной. Тем не менее, в настоящее время известен ряд элементов и полиморфных соединений (C, Cs, Ba, S, Se, Te, Eu, U, Pu, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ag<sub>8</sub>GeSe<sub>6</sub>, Ag<sub>8</sub>SiSe<sub>6</sub>, BaMnF<sub>4</sub>, BN, CuCl, Li<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, NaClO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>, KNO<sub>2</sub>, KH<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub>, KAg<sub>4</sub>I<sub>5</sub>, HgI<sub>2</sub>, CsH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, CsH<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, [N(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sub>2</sub>MnCl<sub>4</sub>, C<sub>18</sub>N<sub>4</sub>S<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, (NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH)<sub>3</sub>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, C<sub>18</sub>N<sub>4</sub>Se<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>24</sub>N<sub>4</sub>Se<sub>4</sub>H<sub>16</sub>, Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>), имеющих на линии сосуществования полиморфных модификаций экстремумы – минимум либо максимум. В этом случае

$$\frac{dT_n}{dX} = 0$$

и, как видно из (1), в точке экстремума вырождается скачок обобщенной координаты:  $\Delta x = 0$ . Вследствие этого в указанной точке исчезает взаимнооднозначная корреляция между формой линии фазового равновесия и величиной теплового эффекта

$$Q = (\Delta x \cdot T_n) / \frac{dT_n}{dX}, \quad (2)$$

так как в правой части этого равенства возникает неопределенность. В свою очередь, это ведет к неоднозначности взаимосвязи тепловых свойств полиморфного соединения с прочими его свойствами; в частности, это касается взаимосвязи между теплоемкостью и производными термодинамического потенциала по обобщенным силам  $X$ .

Рассмотрим наиболее распространенный случай:  $X = -p$ ,  $x = V$ . С учетом этого, выражение (2) может быть приведено к виду

$$Q = (\Delta\beta \cdot T_\lambda) / \left( \frac{d^2 T_\lambda}{dp^2} \right),$$

где  $\beta = -\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$  – изотермическая сжимаемость. Отсюда нетрудно получить соотношение, определяющее форму линии фазового равновесия  $T_\lambda(p)$  в окрестности ее экстремума:

$$\frac{d^2 T_\lambda}{dp^2} = \frac{\Delta\beta \cdot T_\lambda}{Q}. \quad (3)$$

Возможен также случай

$$\frac{dT}{dp_\lambda} = \infty, \text{ т. е. } \frac{dp_\lambda}{dT} = 0,$$

для которого справедливо соотношение

$$\frac{d^2 p_\lambda}{dT^2} = \frac{-\Delta C_p}{T_\lambda \cdot \Delta V}. \quad (4)$$

Пока выявлены только следующие полиморфные соединения, удовлетворяющие данному случаю:  $MnAs$ ,  $Mn_3O_4$ ,  $ND_4Br$ ,  $CH_2(CN)_2$ ,  $(CH_3)_4NMnCl_3$ ,  $CrH_x$ ,  $MoH_x$ ,  $TcH_x$ .

Помимо точек экстремума, у магнитных материалов зависимость  $T_\lambda(p)$  может иметь также и точку перегиба. Из таких точек особый интерес представляют точки, в которых не только

$$\frac{dT_\lambda}{dp} = 0, \quad (5)$$

(так же, как и в точках экстремума), но и

$$\Delta\beta = 0. \quad (6)$$

Такая точка удовлетворяет уравнению

$$\frac{d^3 T_\lambda}{dp^3} = T_\lambda \cdot \Delta \left( \frac{\partial \beta}{\partial p} \right) / Q. \quad (7)$$

Аналогично для точек перегиба зависимости  $p_\lambda(T)$ , в которых

$$\frac{dp_\lambda}{dT} = 0, \quad \Delta C_p = 0, \quad (8)$$

справедливо уравнение

$$\frac{d^3 p_\lambda}{dT^3} = -\Delta \left( \frac{\partial C_p}{\partial T} \right) / (T_\lambda \cdot \Delta V). \quad (9)$$

Возможность реализации на линии фазового равновесия точек экстремума и точек перегиба имеет исключительное значение. Фазовые превращения, происходящие в таких точках, сочетают в себе черты сразу двух разновидностей ФП: в точках экстремума имеет место ФП, обнаруживающий одновременно свойства переходов первого рода (скачок энтропии) и переходов второго рода (отсутствие скачка удельного объема), а в точках перегиба – ФП, сопровождающийся, наряду с характерным для переходов первого рода скачком энтропии, явлениями, которые следует отнести к ФП третьего рода [см. (6), (8)].

Записывая уравнение (1) для парных равновесий трех фаз, сосуществующих в тройной точке  $(X_0, T_0)$ , и исключая из этих уравнений недоступные для прямого измерения величины скачков энтропии в точках переходов, находим: кривизны линий ФП в окрестности тройной точки удовлетворяют соотношению

$$\frac{\left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,3)}}{\left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dX}{dT} \right)^{(2,3)}} = \frac{\bar{x}_3 - \bar{x}_2}{\bar{x}_3 - \bar{x}_1}, \quad (10)$$

где  $\bar{x}_j$  – предельное значение обобщенной координаты для  $j$ -й фазы, а верхний индекс  $(i, j)$  обозначает предельное значение наклона  $\lambda$ -линии  $i$ -й и  $j$ -й фаз при  $(X, T) \rightarrow (X_0, T_0)$ ,  $i, j = 1, 2, 3$ ,  $i \neq j$ . Аналогичное уравнение устанавливает взаимосвязь величин тепловых эффектов парных равновесий  $i-j$  в окрестности тройной точки:

$$\frac{\left( \frac{dT}{dX} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dT}{dX} \right)^{(1,3)}}{\left( \frac{dT}{dX} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dT}{dX} \right)^{(2,3)}} = \frac{Q_{3-2}}{Q_{3-1}}. \quad (11)$$

Для случая  $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$  имеем следующие выражения: для линии  $X_\lambda(T)$

$$\frac{\left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,3)}}{\left( \frac{dX}{dT} \right)^{(1,2)} - \left( \frac{dX}{dT} \right)^{(2,3)}} = \frac{\bar{\alpha}_3 - \bar{\alpha}_2}{\bar{\alpha}_3 - \bar{\alpha}_1}; \quad (12)$$

для линии  $T_\lambda(X)$

$$\frac{\left(\frac{dX}{dT}\right)^{(1,2)} - \left(\frac{dX}{dT}\right)^{(1,3)}}{\left(\frac{dX}{dT}\right)^{(1,2)} - \left(\frac{dX}{dT}\right)^{(2,3)}} = \frac{\bar{\beta}_3 - \bar{\beta}_2}{\bar{\beta}_3 - \bar{\beta}_1}, \quad (13)$$

где  $\bar{\alpha}_j$  – предельное значение обобщенного термического коэффициента  $\alpha = \left(\frac{\partial x}{\partial T}\right)_X$ ;  $\bar{\beta}_j$  – предельное значение обобщенной податливости  $\beta = \left(\frac{\partial x}{\partial X}\right)_T$ .

Полученные соотношения между наклонами кривых равновесия граничащих фаз в окрестности тройной точки (10)-(13) количественно уточняют геометрическую интерпретацию изменений, возникающих при фазовых превращениях. Знание этих соотношений позволяет установить возможность осуществления ФП при определенных значениях обобщенной термодинамической силы и температуры для того или иного многоступенчатого процесса. Выражения (10)-(11) справедливы для любых тройных точек. Соотношения (12)–(13) применимы только для тройной точки линий равновесия полиморфных модификаций твердых веществ.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕК ПРОГРАММНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБЪЕКТЕ

А. С. Бракоренко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Савельев

Работа подавляющего большинства систем управления на предприятиях может быть существенно улучшена без каких-либо дополнительных затрат на их модернизацию, а только за счет оптимизации настройки цифровых регуляторов. Это означает, что производственники (пользователи АСУТП) несут совершенно неоправданные потери из-за снижения производительности оборудования, качества выпускаемой продукции, повышенного расхода сырья и энергоресурсов.

Принято считать, что наилучшим решением этой проблемы является передача функций выбора параметров настройки самим цифровым регуляторам. С этой целью для них разрабатываются алгоритмы автонастройки. Как правило, их применение позволяет обеспечить устойчивость САР (т. е. работоспособность системы), но не гарантирует ее оптимальной работы, что предполагает последующую оптимизацию с ощутимым повышением качества работы САР.

Классический метод экспериментальной настройки сводится к введению специальных искусственных воздействий в контур регулирования и последующему анализу отклика объекта на такие воздействия. Главные недостатки такой настройки регулятора – это вмешательство в процесс стабилизации регулируемого параметра на принципиально заметном уровне и протяженность этой процедуры во времени, ее критичность к возмущениям, а порой и существенные материальные затраты на ее проведение.

Оказывается, что настройку цифрового регулятора можно сделать более простой и устойчивой без каких-либо дополнительных затрат, чисто алгоритмическим путем.

Следует выделить два основных метода расчета параметров программных регуляторов:

- метод масштабирования;
- метод пассивной идентификации контура регулирования.

Основная идея метода масштабирования состоит в том, чтобы при определении параметров настройки регулятора в замкнутой САР с конкретным (действительным) объектом управления использовать сведения о ранее выполненной качественной настройке такого же регулятора, но в другой САР (эталонной), с другим объектом управления.

В качестве экспериментальной проверки метода масштабирования (ММ) была разработана математическая модель гидравлической системы автоматического регулирования раствора валков стана PQF трубопрокатного цеха РУП «БМЗ» с последующим расчетом и проверкой оптимальности настроек ПИД - регулятора в системе MatLab. Также были получены переходные характеристики действующего объекта. Переходные характеристики действующего и эталонного объектов управления представлены на рис. 1.

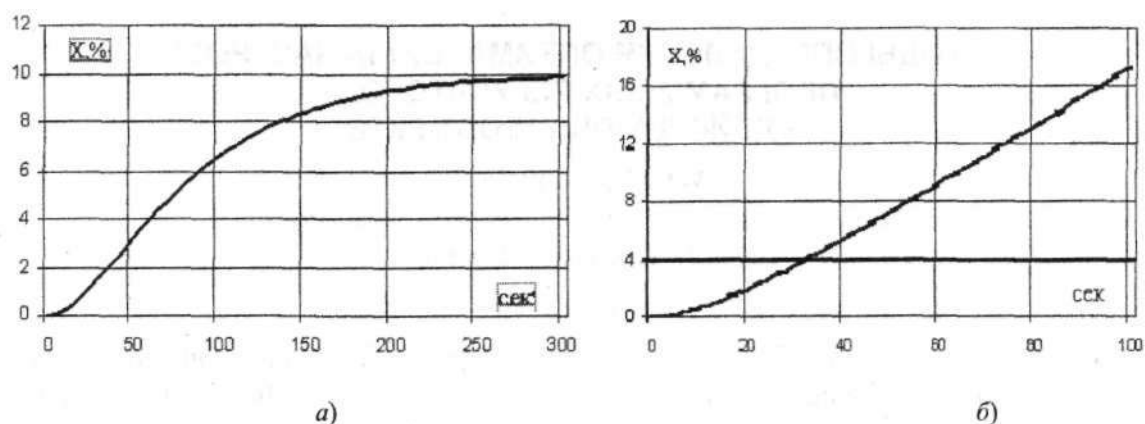


Рис. 1. Переходные характеристики действующего (а) и эталонного (б) объектов управления (ступенчатое входное воздействие  $U = 10\%$ )

На основе анализа экспериментальных данных и данных, полученных при помощи математической модели, был произведен расчет оптимальных настроек регулятора. На рис. 2 можно видеть работу программного регулятора в замкнутой САР при настройках, полученных методом масштабирования. Для сравнения представлены также процессы, получаемые при настройках, которые выбрал для себя регулятор с помощью режима автоадаптации.



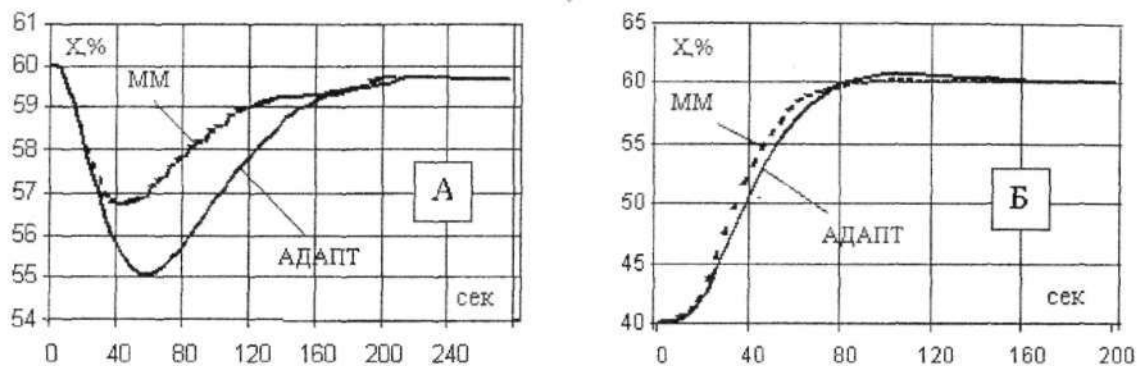


Рис. 2. Динамические процессы в замкнутой САР при настройках регулятора полученных автоадаптацией и методом масштабирования: «А» – при ступенчатом возмущении 20 %, приложенном ко входу объекта управления; «Б» – при изменении уставки задания регулятору с 40 на 60 %)

Показатели качества работы объекта при использовании новых коэффициентов, рассчитанных по ММ, оказались схожи с показателями исходной настройки, что свидетельствует о изначально хорошей настройке регулятора, а также подтверждает возможность использования ММ для настройки программных регуляторов, для которых можно подобрать эталонную САР.

При настройке программных регуляторов по второму методу необходимо установить в нем некоторые исходные настройки, идентифицировать уравнение контура регулирования по константам и вычислить по ним оптимальные константы регулятора.

Исследование возможности применения метода пассивной идентификации контура регулирования было проведено при перенастройке ПИД-регуляторов печи заковки и отпуска участка финишной отделки труб трубопрокатного цеха РУП «БМЗ». В ходе экспериментов были сняты характеристики работы действующего объекта, на основании которых были рассчитаны новые параметры регуляторов. Так, например, ввод в систему управления программного регулятора интенсивности нарастания сигнала задания температуры привело к снижению значения перерегулирования

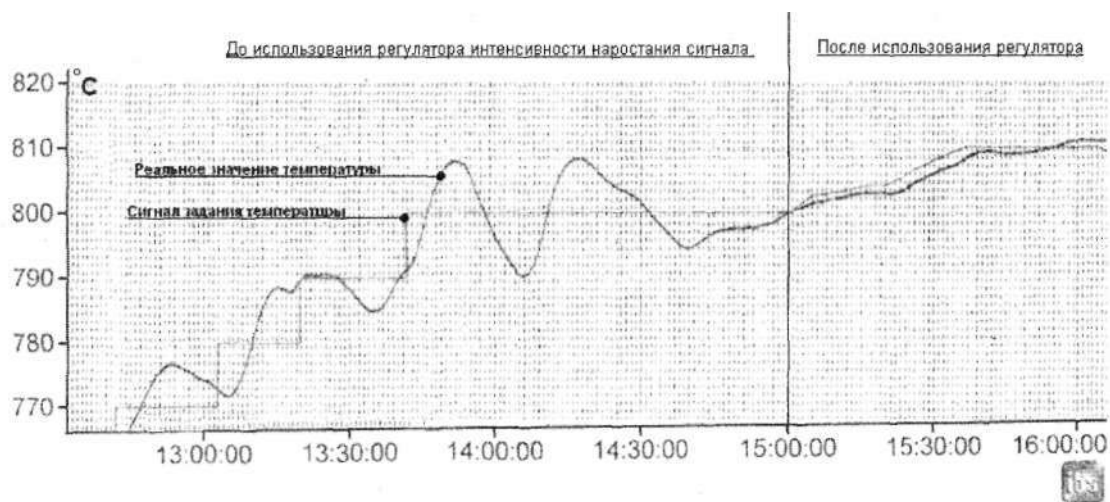


Рис. 3. Переходные процессы при регулировании температуры в печи заковки и отпуска ТПЦ РУП «БМЗ»

Анализ результатов проделанной работы позволяет говорить о возможности практического применения изложенных выше методов при настройке, а также оценке качества работы программных регуляторов на действующих объектах. Так как весь анализ и расчет оптимальных настроек регуляторов проводится в большей степени аналитическим путем с минимальным привлечением реального объекта - это позволяет экономить энергоресурсы во время проведения эксперимента, не требует привлечения обслуживающего персонала настраиваемой установки, а также предохраняет от возможного выхода оборудования из строя.

### **ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ**

**И. В. Дорошенко, М. В. Щуплов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. И. Луковников

Современные стенды для проведения приемосдаточных испытаний являются энергосберегающими, что позволяет возвращать в том или ином виде, за вычетом обязательных потерь, затраченную на испытания энергию. Стоимость таких стендов довольно высока и это является серьезным препятствием для многих белорусских предприятий. Выходом, в данной ситуации, может быть модернизация уже существующих испытательных стендов в энергосберегающие.

Модернизация сводится к введению в состав стенда узла согласования для рекуперации, вырабатываемой в процессе испытаний электрической энергии в сеть либо в приводной двигатель. Изменив структуру стенда, при этом основные механические и электрические узлы можно сохранить неизменными, поскольку их износ, как правило, незначителен, а характеристики достаточно высоки. Затраты на модернизацию значительно - на порядок - ниже стоимости нового стенда.

Испытательные стенды строго индивидуальны и поэтому существует ряд вопросов, с которыми нужно определиться перед тем, как приступить к модернизации:

- 1) устойчивость работы стендов в динамических и статических режимах;
- 2) оценка характера и качества отдаваемой в сеть энергии;
- 3) затраты на модернизацию и окупаемость модернизированного стенда.

При всем разнообразии испытательных стендов их можно разделить на несколько групп, основными из которых являются:

1. Стенд для приемосдаточных испытаний двигателей внутреннего сгорания.

1.1. На базе электрической машины постоянного тока, структурная схема которого приведена на рис. 1.

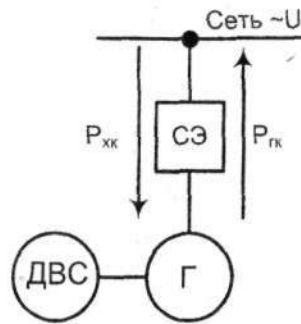


Рис. 1. Структурная схема модернизированного испытательного стенда на базе электрической машины постоянного тока: ДВС – испытуемый двигатель внутреннего сгорания; Г – генератор постоянного тока; СЭ – согласующий элемент;  $P_{хк}$  – мощность, потребляемая при холодной обкатке;  $P_{гк}$  – мощность, генерируемая при горячей обкатке

Введенный при модернизации согласующий элемент представляет собой электропривод постоянного тока. Он обеспечивает регулирование стабилизирующих технических и технологических показателей работы стенда при холодной и горячей обкатке, причем в последнем случае обеспечивая рекуперацию генерируемой электрической энергии в сеть.

1.2. На базе асинхронного электродвигателя с фазным ротором, структурная схема которого приведена на рис. 2.

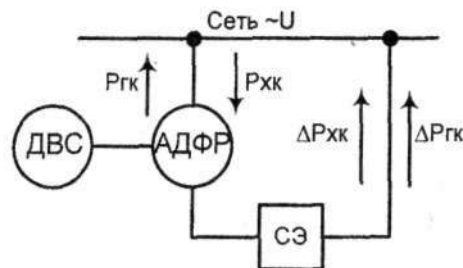


Рис. 2. Структурная схема модернизированного испытательного стенда на базе асинхронного электродвигателя с фазным ротором (АДФР):  $\Delta P_{хк}$  – мощность, генерируемая в роторной цепи при холодной обкатке;  $\Delta P_{гк}$  – мощность, генерируемая в роторной цепи при горячей обкатке

В модернизированном стенде введение в цепь ротора согласующего элемента в виде электропривода постоянного тока с промежуточным выпрямителем позволяет устранить добавочные потери мощности в роторной цепи АДФР.

1.3. На базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗР) и преобразователем частоты (ПЧ), структурная схема которого приведена на рис. 3.

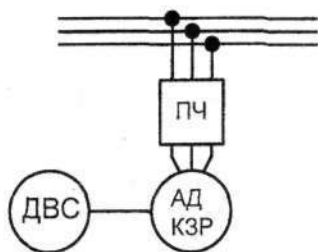


Рис. 3. Структурная схема испытательного стенда на базе АДКЗР

Управление работой АДКЗР в режимах холодной и горячей обкатки осуществляется частотным преобразователем, имеющим, также как и АДКЗР, высокие энергетические характеристики. Горячая обкатка с возвратом энергии в сеть осуществляется на всем диапазоне рабочих скоростей. Недостаток - высокая стоимость частотного преобразователя.

2. Стенды для испытания трансмиссий, редукторов, и т. п.

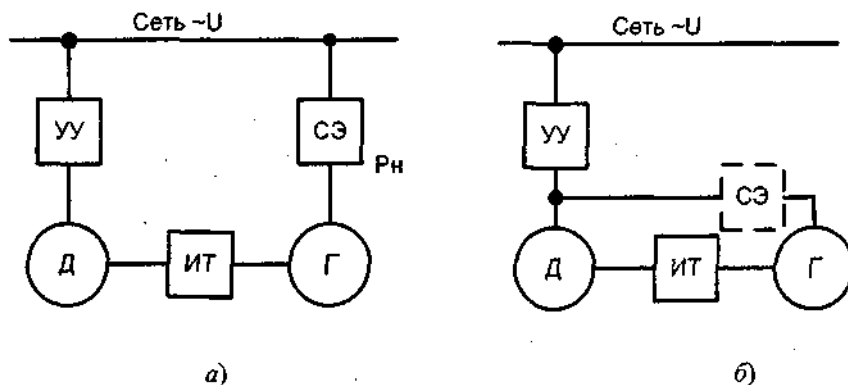


Рис. 4. Структурные схемы модернизированных стендов для испытания трансмиссий, редукторов и т. п.: УУ – управляющее устройство; Д – приводной двигатель; Г – нагружающий генератор; ИТ – испытываемая трансмиссия

Наиболее часто применяется сочетание силовых электрических машин:

- двигатель постоянного тока - генератор постоянного тока (ДПТ - ГПТ);
- асинхронный двигатель с фазным ротором - генератор постоянного тока (АДФР - ГПТ);
- асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором - генератор постоянного тока (АДКЗР - ГПТ);
- асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - асинхронный электродвигатель с фазным ротором (АДКЗР - АДФР).

В обоих случаях из сети потребляется лишь часть нагружаемой мощности, равная потерям мощности в двигателе, генераторе испытываемой трансмиссии и согласующих элементах. Вариант по схеме (рис. 4, б) предпочтителен, поскольку номинальная мощность управляющего устройства (УУ) выбирается, исходя из суммарных потерь мощности в элементах стенда, и для ряда схем, например, ДПТ - ГПТ, согласующий элемент (СЭ) не требуется.

3. Стенды для испытания электрических двигателей и генераторов.

Стенды имеют ту же структурную схему, что и для испытания трансмиссий, которая в данном случае выполняет роль элемента, согласующего механические параметры электрических машин. В качестве генератора использовались те же элементы, что и в предыдущем случае.

Наиболее часто применяемое сочетание силовых электрических машин для данного типа стендов:

- двигатель постоянного тока - генератор постоянного тока (ДПТ - ГПТ);
- асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором - генератор постоянного тока (АДКЗР - ГПТ);
- асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - асинхронный двигатель с фазным ротором (АДКЗР - АДФР). •

В итоге необходимо отметить, что модернизация ставит ряд задач, вызванных спецификой модернизированных стендов. Необходимо учитывать, что в ряде случаев стенды будут генерировать в сеть высшие гармоники тока, которые вызовут искажения напряжения питающей сети. Второй особенностью является значительное потребление реактивной энергии, что приводит к неоправданному увеличению установленной мощности питающего трансформатора. Следовательно, при модернизации необходимо оценивать влияние группы этих устройств на форму напряжения питающей сети и рационально скомпенсировать их нагрузку с помощью применения фильтрокомпенсирующих устройств.

#### Литература

1. Асинхронно-вентильные нагружающие устройства / С. В. Хватов [и др.]. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 144 с.
3. Жерве, Г. К. Промышленные испытания электрических машин / Г. К. Жерве. - 3-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Энергия, 1968. - 574 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКА СИНХРОННЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРЯМЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ В СЕТЬ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATLAB SIMULINK**

**А. А. Рогов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Широков

Используемые в настоящее время средства расчета режимов работы электроэнергетических систем не позволяют рассчитать сложной и изменяющейся системы. Применение пакета MatLab Simulink позволяет строить довольно сложные системы. В MatLab Simulink имеются разделы с готовыми блоками. Каждый блок - это какое-то устройство или элемент, описанный системой аналитических уравнений.

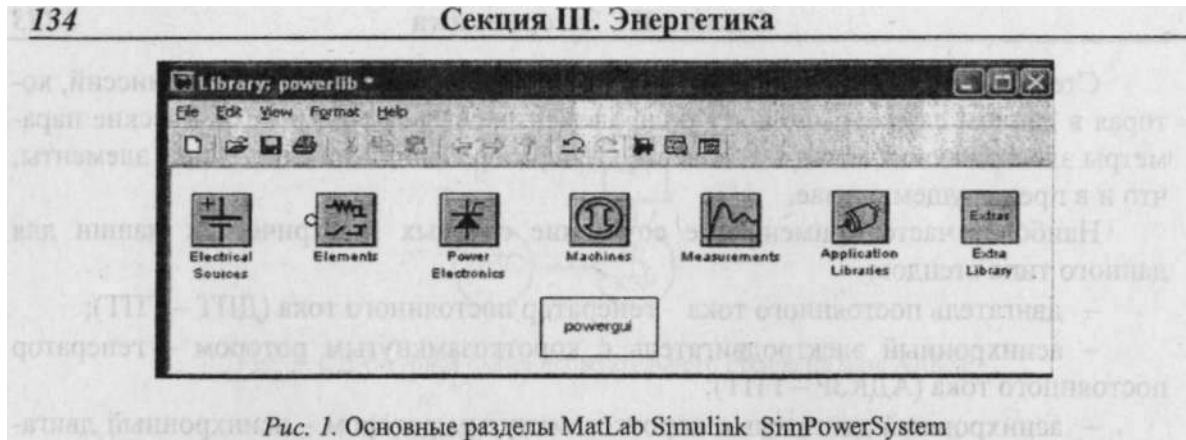


Рис. 1. Основные разделы MatLab Simulink SimPowerSystem

Так как все элементы представлены в виде готовых блоков, то можно очень легко создавать сложные электроэнергетические системы. Так же несомненным плюсом использования данного пакета является визуальное наблюдение процессов, протекающих в моделируемом объекте.

Целью работы является расчет параметров схемы замещения и построение модели и сравнение расчетных характеристик с измеренными.

В ходе выполнения работы необходимо получить пусковые характеристики высоковольтного синхронного двигателя и сравнить их с имеющимися реальными осциллограммами.

С помощью пакета MatLab Simulink построили модель высоковольтного двигателя, представленного на рис. 2.

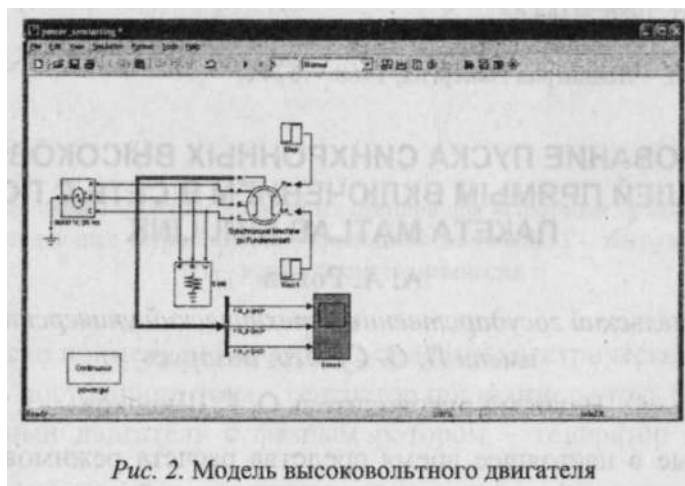


Рис. 2. Модель высоковольтного двигателя

Для построения модели рассчитали параметры схемы замещения синхронного двигателя, представленные системой дифференциальных уравнений 6-го порядка.

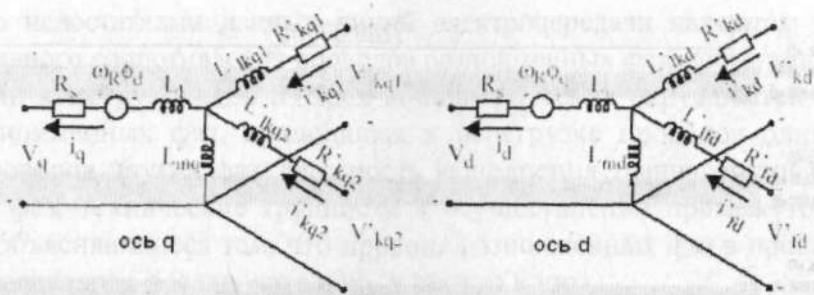


Рис. 3. Схема замещения синхронного двигателя:  $d, q$  – проекции переменных на оси  $d$  и  $q$ ;  $R, s$  – параметры ротора и статора;  $l, m$  – индуктивности рассеяния и цепи намагничивания;  $f, k$  – переменные цепи возбуждения и демпферной обмотки

$$V_d = R_s i_d + \frac{d}{dt} \varphi_d - \omega_R \varphi_q, \quad V_q = R_s i_q + \frac{d}{dt} \varphi_q - \omega_R \varphi_d, \quad V'_{fd} = R'_{fd} i'_{fd} + \frac{d}{dt} \varphi'_{fd}, \quad V'_{kd} = R'_{kd} i'_{kd} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kd},$$

$$V'_{kq1} = R'_{kq1} i'_{kq1} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kq1}, \quad V'_{kq2} = R'_{kq2} i'_{kq2} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kq2},$$

где

$$\varphi_d = L_d i_d + L_{md} (i'_{fd} + i'_{kd}), \quad \varphi_q = L_q i_q + L_{mq} i'_{kq}, \quad \varphi'_{fd} = L'_{fd} i'_{fd} + L_{md} (i_d + i'_{kd}),$$

$$\varphi'_{kd} = L'_{kd} i'_{kd} + L_{md} (i_d + i'_{fd}), \quad \varphi'_{kq1} = L'_{kq1} i'_{kq1} + L_{mq} i_q, \quad \varphi'_{kq2} = L'_{kq2} i'_{kq2} + L_{mq} i_q.$$

Задавшись временем моделирования 5 секунд, получили пусковые характеристики модели синхронного двигателя

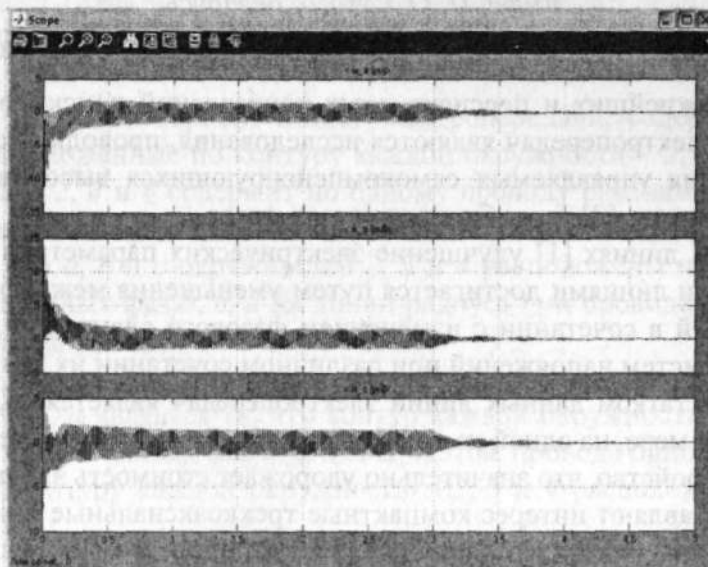


Рис. 4. Пусковые характеристики модели высоковольтного синхронного двигателя

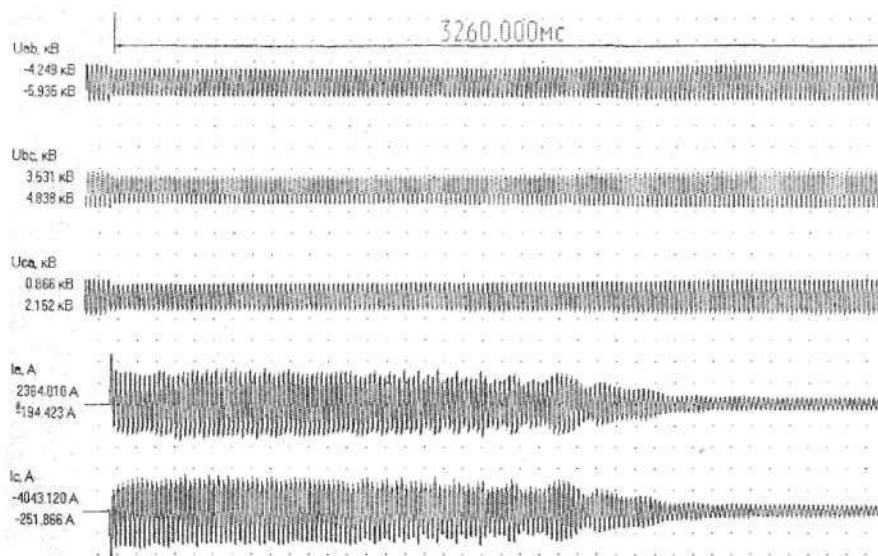


Рис. 5. Осциллограммы пуска синхронного двигателя СТД-5000-2

Сравнивая полученные пусковые характеристики синхронного двигателя с имеющимися реальными осциллограммами, можно сделать вывод, что данный способ приемлем для анализа процессов и режимов, протекающих в моделируемых устройствах, так как погрешность построенных характеристик не превышает 30 %. При использовании более точных методов расчета схемы замещения можно значительно уменьшить величину погрешности.

## КОНСТРУКЦИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТРЕХОАКСИАЛЬНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Т. М. Киселева, А. В. Комар

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Г. И. Селиверстов, Н. В. Самовендюк

Одним из важнейших и перспективных направлений поиска высокоэффективных воздушных электропередач являются исследования, проводимые в странах СНГ в области создания управляемых самокомпенсирующихся высоковольтных линий [1], линий компактного [2] и комбинированного типов.

В воздушных линиях [1] улучшение электрических параметров линий по сравнению с обычными линиями достигается путем уменьшения междуфазных и междуцепных расстояний в сочетании с изменением фазового сдвига приложенных к цепям трехфазных систем напряжений при различном сочетании их величины.

Однако недостатком данных линий электропередач является то, что по концам линий, по крайней мере, на одной из трехфазных цепей необходимо устанавливать фазосдвигающее устройство, что значительно удорожает стоимость электропередачи.

Из [2] представляют интерес компактные трехоаксиальные линии с равномерным расположением по контуру каждой из трех концентрических окружностей проводов одноименных расщепленных фаз трехфазной сети, обладающие повышенной натуральной мощностью.



Однако недостатками данных линий электропередачи являются: несимметричность реактивного сопротивления проводов разноименных фаз, достигающая 30..40 %, поскольку по контуру каждой из трех concentрических окружностей расположены провода одноименных фаз, приводящая к перегрузке проводов одних фаз и недогрузке проводов других фаз; сложность выполнения транспозиции проводов разноименных фаз; технические трудности в осуществлении промежуточного отбора мощности, объясняющиеся тем, что провода разноименных фаз в пространстве имеют разное положение, а, следовательно, и доступ к ним.

Отмеченные и другие недостатки известной компактной трехкоаксиальной линии [2] позволяет устранить предложенная в работе линия электропередачи новой конструкции. В ней контур каждой окружности содержит равное количество проводов разноименных фаз, равномерно расположенных в последовательности прямого или обратного чередования фаз. При этом провода разноименных фаз разных окружностей расположены на линии одного радиуса (луча). Эти линии получили названия трехкоаксиальных радиальных, а варианты их конструкций, представляющие практический интерес, - трехлучевыми и многолучевыми соответственно при трех и шести проводах в расщепленной фазе (рис. 1).

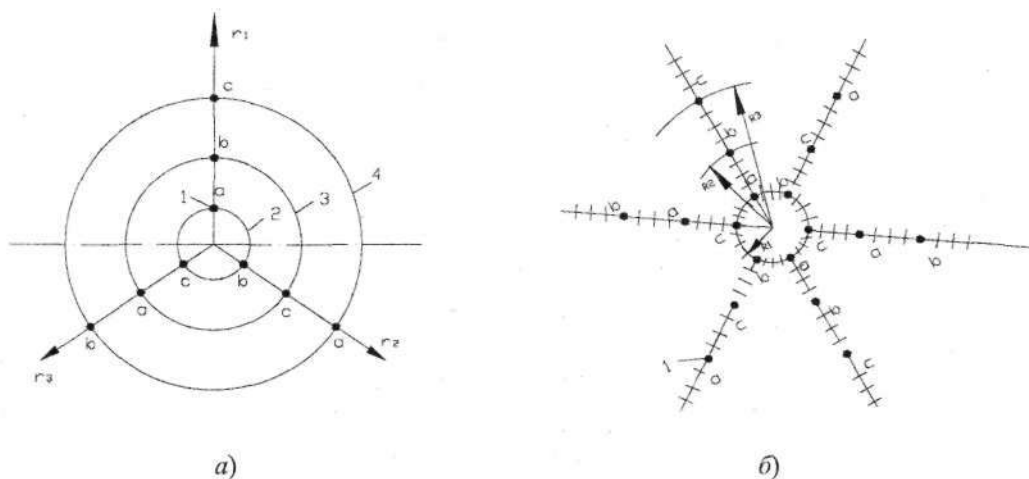


Рис. 1. Схема расположения проводов трехкоаксиальных радиальных трехлучевых в пространстве (а) и многолучевых на опоре (б) линий

На рис. 1 приведен вариант линии электропередачи, содержащей провода 1, равномерно расположенные по контуру каждой окружности - 2, 3 и 4. Контур каждой окружности - 2, 3 и 4 содержит по одному проводу разноименных фаз  $a$ ,  $b$  и  $c$ , расположенных в последовательности прямого чередования фаз, при этом провода разноименных фаз  $a$ ,  $b$  и  $c$  окружностей 2, 3 и 4 расположены по линии радиуса  $r_1$ , провода разноименных фаз  $b$ ,  $c$ ,  $a$  на линии радиуса  $r_2$  и провода разноименных фаз  $c$ ,  $a$ ,  $b$  на линии радиуса  $r_3$ .

Отличием варианта линии электропередачи, приведенного на рисунке 1, б, от варианта на рис. 1, а является то, что контур каждой окружности 2, 3 и 4 содержит по два провода одноименных фаз  $a$ ,  $b$  и  $c$ . При этом провода одноименных фаз  $a$  и  $a$ ,  $b$  и  $b$ ,  $c$  и  $c$  по контуру каждой окружности - 2, 3 и 4 расположены диаметрально противоположно.

В трехкоаксиальной радиальной линии электропередачи максимально возможно сближены провода разноименных фаз. Результатом этого является максимальная компенсация разнонаправленных сил электромагнитного поля, создаваемого прово-

дами разных фаз и, как следствие, - увеличение натуральной мощности  $P_{\text{нат}}$  и снижение экологического влияния.

Конструктивные и электрические параметры вариантов линий напряжением 110-220 кВ таких электропередач приведены ниже:

**Параметры трехкоаксиальных радиальных трехлучевых и многолучевых линий напряжением 110–220 кВ и транспозиция их проводов**

Напряжение и радиусы проводов линии	Число проводов в фазах $n_i$ и габариты линии $R_i$ , м				Электрические параметры			
	$n$	$R1$	$R2$	$R3$	$L_p \cdot 10^{-4}$ , Гн/км	$C_p \cdot 10^{-9}$ , Ф/км	$Z_w$ , Ом	$P_{\text{нат}}$ , МВт
$U = 110$ кВ $r_i = 0,67$ см	3	0,45	1,25	2,05	3,39	35	98,4	123
	6	0,8	1,6	2,4	1,67	71	48,5	249
$U = 220$ кВ $r_i = 1,36$ см	3	0,95	2,65	4,35	3,42	34,7	99,3	487
	6	1,7	3,4	5,1	1,68	70,2	49	988

На основе анализа конструктивных и электрических параметров по данным таблицы, а также других вариантов линий данного типа установлено следующее. Во-первых, при общих равных условиях - одинаковых радиусах проводов расщепленных фаз и одинаковом расстоянии между соседними составляющими по контуру внутренней окружности радиуса  $R1$  и в каждом из лучей натуральная мощность трехлучевых ( $n = 3$ ) и многолучевых ( $n = 6$ ) линий одного класса напряжения пропорциональна числу составляющих в расщепленных фазах. Во-вторых, по условию ограничения коронного разряда на проводах и равенство проводов в фазах линии разного класса напряжения имеют практически равные значения рабочей индуктивности  $L_p$  и емкости  $C_p$  фаз, а, следовательно, волнового сопротивления  $Z_w$ .

Особенностью трехкоаксиальных радиальных линий является различная загрузка (до 24 %) по току проводов разноименных фаз, расположенных по контурам трех концентрических окружностей радиусов  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ . Наиболее загружаются провода внутреннего контура, имеющего радиус  $R1$ , менее - провода контура внешней окружности радиуса  $R3$ .

Устранить такой недостаток можно путем двух циклов транспонирования проводов одноименных фаз последовательно с контура окружности меньшего диаметра на место проводов контура окружности большего диаметра, с контура внешней окружности на место проводов контура окружности наименьшего диаметра в направлении, противоположном чередованию фаз контура любой из окружностей.

При такой транспозиции соблюдаются, не пересекаясь, необходимые расстояния между проводами разноименных фаз.

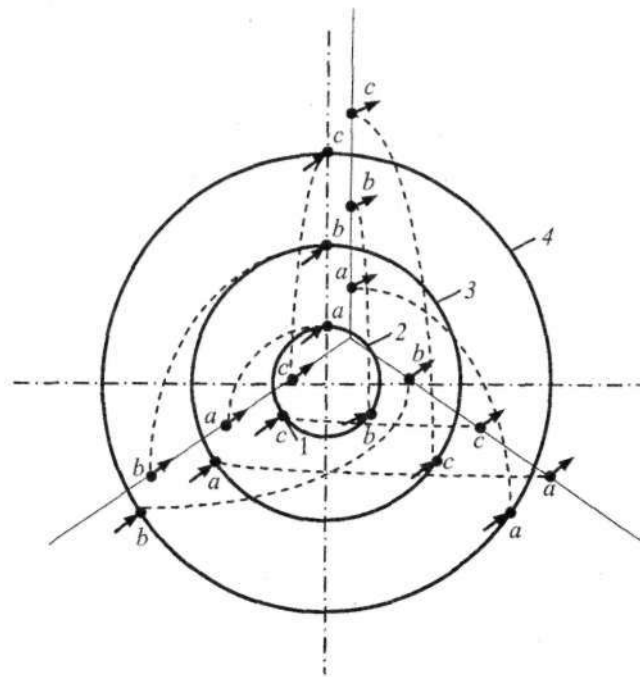


Рис. 2. Вариант первого цикла транспозиции проводов трехоаксиальной радиальной трехлучевой линии

На рис. 2 показан вариант первого цикла транспозиции проводов линии на рис. 1, а. Провода одноименных фаз  $a$ ,  $b$ ,  $c$  транспонируются последовательно с контура окружности 2 меньшего диаметра на место проводов окружности 3 среднего диаметра, с контура окружности 3 среднего диаметра на место проводов внешней окружности 4, с контура внешней окружности 4 на место проводов контура окружности 2 наименьшего диаметра в направлении, противоположном чередованию фаз контура любой из окружностей.

#### Литература

1. Астахов, Ю. Н. Конструкции линий электропередачи переменного тока повышенной пропускной способности / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, В. М. Постолатий // Электричество. - 1981. - №9. - 20-24 с.
4. Александров, Г. Н. Воздушные линии электропередачи повышенной пропускной способности / Г. Н. Александров // Электричество. - 1981. - № 7. - С. 1-6.

## МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОЕМКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. В. Иванейчик, А. М. Кузеро

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Ю. Н. Колесник, А. Г. Ус

У каждого технологического оборудования имеются свои расходные характеристики электропотребления, представляющие собой зависимости расхода электроэнергии от производительности, либо от объемов выпускаемой продукции. Такие характеристики позволяют определять эффективность расхода электроэнергии и пути ее повышения путем оптимизации процесса производства [1]. Однако в последнее

время, наряду с непрерывными расходными характеристиками, выделяются потребители с кусочно-непрерывными характеристиками (рис. 1), с точками разрыва первого рода [2]. Таким потребителям свойственны существенные изменения производственной программы [1]-[3], что связано с работой в рыночных условиях функционирования. В этих условиях возникает важная задача оптимизации для достижения наиболее эффективного режима производства.



Рис. 1. Кусочно-непрерывная расходная характеристика систем выпаривания соли ОАО «Мозырьсоль»

Задачей данного исследования является поиск наиболее оптимального режима работы энергоемкого оборудования, при котором расход электроэнергии либо затраты на ее покупку будут минимальными. При этом возникает вопрос, на какой из характеристик и когда выгоднее работать? Что является более эффективным, снижение до минимума электропотребления в часы максимума нагрузки энергосистемы (тем самым снижается  $P_{max}$ ) и работа в остальное время на менее эффективной характеристике, либо максимальное попадание на более эффективную характеристику (уменьшается объем расходуемой электроэнергии)? Все это необходимо рассматривать отдельно в каждом конкретном случае.

Для РУП ГЛЗ «Центролит» проблема выявления дополнительных источников энергосбережения приобрела особую актуальность в связи с ужесточающимися требованиями к рациональному использованию ТЭР и высокой долей энергетической составляющей затрат в структуре себестоимости продукции, составляющей около 33 %.

Поскольку значительная часть электропотребления РУП ГЛЗ «Центролит» приходится на плавильные печи (порядка 65 % или 29167,5 тыс. кВт · ч в год), очевидным энергосберегающим мероприятием является оптимизация режима работы именно этого энергоемкого оборудования.

В ходе анализа технологического процесса плавки было установлено, что к основным факторам, формирующим режим электропотребления плавильных печей, относятся: режим работы печей, распределение нагрузки между печами, величина зумпфа, толщина футеровки, подготовка футеровочного материала и шихты, организация загрузки шихты. Произведя всесторонний анализ данных факторов, были оп-

ределены оптимальные параметры каждого из них и получены удельные расходные характеристики печей ИЧТ и EGES.

С помощью удельных расходных характеристик и производительности каждой печи было произведено ранжирование всего диапазона производительности и получена кусочно-непрерывная модель электропотребления РУП ГЛЗ «Центролит» (рис. 2).

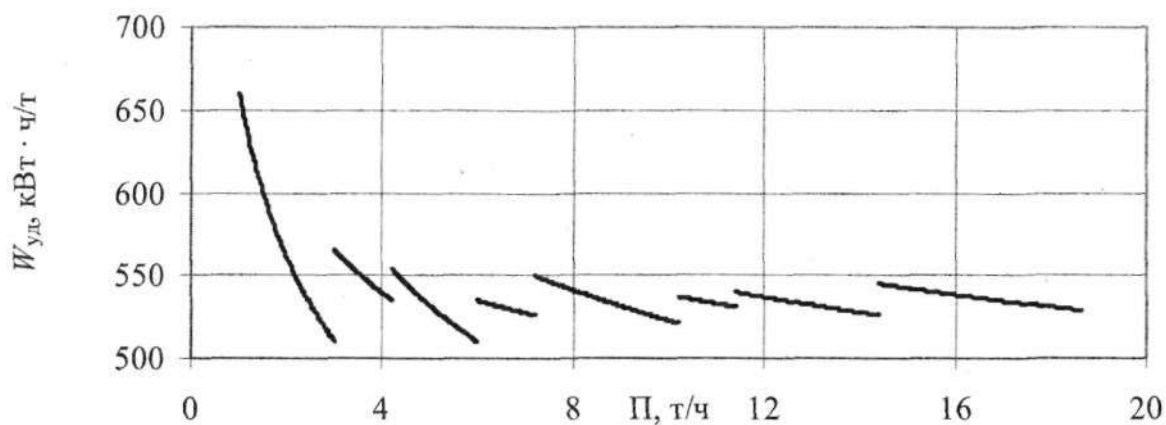


Рис. 2. Кусочно-непрерывная модель электропотребления печей РУП ГЛЗ «Центролит»

Для определения оптимального режима работы оборудования рассматривались симплексный метод (симплекс-метод), называемый также методом последовательного спуска и метод Монте-Карло. Следует отметить, что метод последовательного спуска неэффективен на неупорядоченном рельефе. Если локальных экстремумов много, то спуск из одного нулевого приближения может сойтись только к одному из локальных минимумов, не обязательно абсолютному, в этом случае для исследования задачи применяют методы случайного поиска, например метод Монте-Карло (рис. 3).

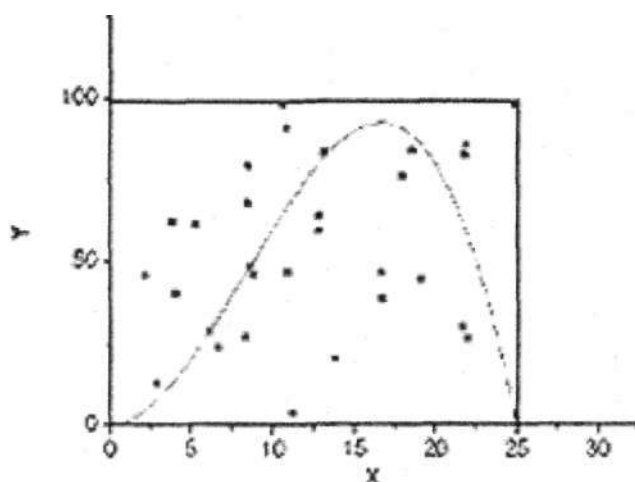


Рис. 3. Геометрическая интерпретация метода Монте-Карло

Таким образом, на основе разработанной модели был получен оптимальный режим работы оборудования в зависимости от суточного объема плавки (рис. 4) и даны рекомендации по работе оборудования при различных объемах плавки.

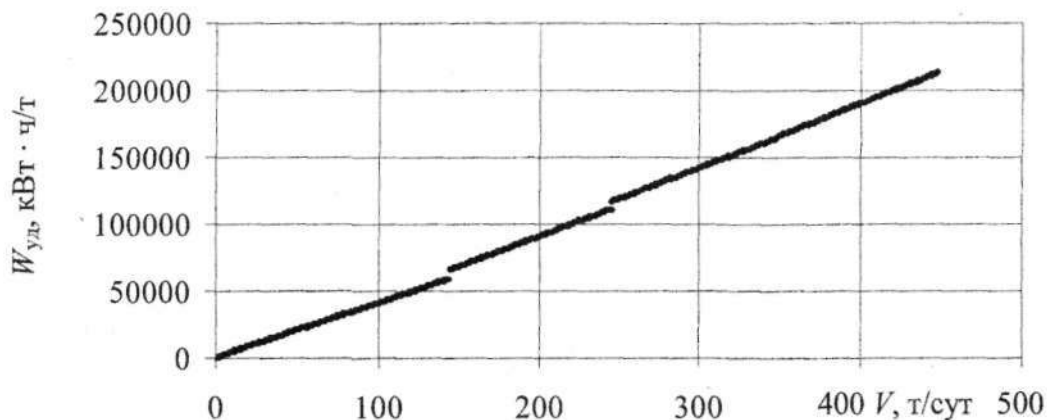


Рис. 4. Зависимость оптимального расхода электроэнергии от суточной величины плавки РУП ГЛЗ «Центролит»

В результате исследований были так же получены оптимальные режимы работы энергоемкого оборудования ОАО «Мозырьсоль», результаты исследований представлены ниже:

#### Результаты повышения эффективности работы ОАО «Мозырьсоль»

Оптимизация	Расход электроэнергии, тыс. кВт·ч	Затраты, тыс. руб.	Средняя стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/у. е.
Исходный график	63,9/100 %	13582,4/100 %	212,5/100 %	49,2/100 %
По минимуму затрат	60,7/95,0 %	11988,9/88,3 %	197,4/92,9 %	46,7/95,0 %
По минимуму электроэнергии	60,6/94,7 %	13158,7/96,9 %	217,3/102,3 %	46,6/94,7 %
По двум критериям сразу	60,6/94,7 %	12179,0/89,7 %	201,1/94,6 %	46,6/94,7 %

Полученные результаты позволяют определять оптимальный режим работы энергоемкого оборудования и определять нормы удельного расхода электроэнергии с учетом заданной производительности, что позволяет сократить расход электроэнергии без существенных капитальных вложений.

#### Литература

1. Колесник, Ю. Н. Моделирование, анализ и управление электропотреблением нестабильно работающих участков нефтепровода : дис. канд. техн. наук : 05.14.02 / Ю. Н. Колесник, БИТУ. - Минск, 2003. - 144 с.

2. Олейников, В. К. Анализ и управление электропотреблением на металлургических предприятиях : учеб. пособие / В. К. Олейников, Г. В. Никифоров. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 1999. - 219 с.
3. Колесник, Ю. Н. Адаптация моделей электропотребления к задачам контроля энергоэффективности нестабильно работающих потребителей / Ю. Н. Колесник, К. А. Веньгин // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. - 2006. - № 2. - С. 88-94.
4. Кузнецов, А. В. Руководство к решению задач по математическому программированию / А. В. Кузнецов, Н. И. Холод, Л. С. Костевич. - Минск : Высш. шк., 2001. - 448 с.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

**М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Сегодня во всем мире наблюдается тенденция удорожания энергоресурсов, поэтому все более актуальными становятся вопросы сбережения электроэнергии не только в оборудовании потребителей, но и в системах электроснабжения, в частности, в распределительных трансформаторах. Поскольку установленная мощность распределительных трансформаторов в несколько раз превышает суммарную генераторную мощность, снижение потерь электроэнергии в этих элементах энергосистемы является одной из приоритетных задач энергосбережения, которая позволяет получить ощутимый энергетический и экономический эффект.

В связи с необходимостью замены большей части цеховых трансформаторов, обусловленной их физическим и моральным износом, а также недогрузками, представляется целесообразным рассмотреть возможные варианты такой замены. Однако такие решения должны приниматься только после грамотного технико-экономического обоснования эффективности энергосберегающего мероприятия с учетом рыночных условий функционирования. Поэтому целью данной работы является уточнение оценки эффективности распределительных трансформаторов.

Для замены старого оборудования новым рассматривались трансформаторы производства Минского электротехнического завода им. В. И. Козлова следующих типов: ТМГ, ТМГСУ, ТМГМШ и ТСЗ (ТСЗГЛ). На рис. 1 представлены технико-экономические характеристики трансформаторов мощностью 250 кВА в сравнении между собой.

Из рис. 1 видно, что трансформаторы ТМГ и ТМГСУ имеют одинаковый уровень потерь, однако стоимость ТМГСУ выше. Его преимущество заключается в специальном симметрирующем устройстве (СУ), которое значительно улучшает синусоидальность формы кривой изменения напряжения при наличии в сети нелинейных нагрузок и вместе с тем сокращает потери электроэнергии в самих трансформаторах и в электросети. Следует обратить также внимание на трансформаторы типа ТМГМШ, которые характеризуются наименьшими потерями мощности.

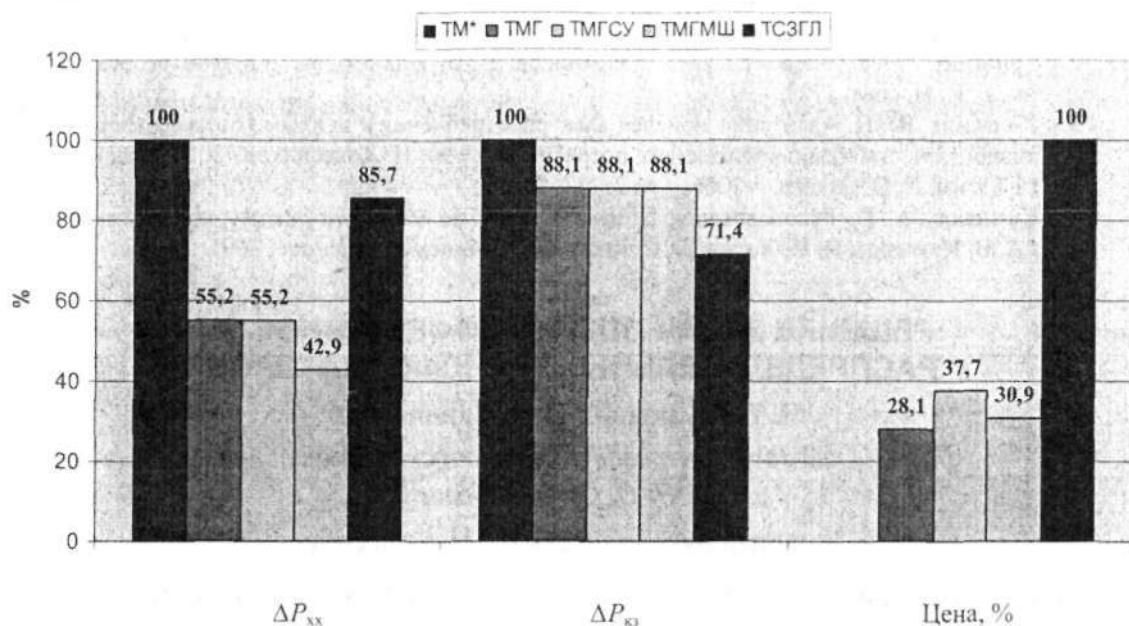


Рис. 1. Сравнительная оценка технико-экономических характеристик распределительных трансформаторов

Технико-экономическая модель оценки эффективности распределительных трансформаторов основывается на концепции дисконтирования потоков реальных денег. При этом рассчитываются сравнительные цены, что в совокупности позволяет сравнивать схожие энергосберегающие мероприятия и выбирать то, которое обеспечит минимальные затраты на покупку и эксплуатацию данного мероприятия. Также в модели учитывались такие факторы, как рост цен на электроэнергию и форма тарифа, по которому предприятие платит за потребленные энергоресурсы (одноставочный, двухставочный или двухставочный дифференцированный тариф).

Потери электроэнергии в трансформаторах определялись по следующей формуле:

$$\Delta W = \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left( \frac{S_{\text{м}}}{S_{\text{ном}}} \right)^2 \cdot \tau + n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\Gamma} = \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left( \frac{S_{\text{с}} \cdot K_{\Phi}}{S_{\text{ном}}} \right)^2 \cdot T_{\Gamma} + n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\Gamma} \quad (1)$$

Сравнительная цена для двухставочного тарифа определяется по формуле [2]:

$$M = K \cdot n_{\text{тр}} + \frac{12 \cdot a + b \cdot T_{\Gamma}}{R} \cdot n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} + \frac{(12 \cdot a + b \cdot \tau) \cdot k_{\text{зmax}}^2}{R} \cdot \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \quad (2)$$

Поскольку расчеты по вышеописанной методике представляют трудоемкий процесс, то для повышения точности технико-экономических расчетов при учете ряда факторов была разработана программа для ПЭВМ в системе программирования Delphi. Фрагменты программы для одноставочного тарифа представлены на рис. 2 и 3.



**Оптимальный выбор трансформатора**

*Характеристики распределительных трансформаторов*

Тип трансформатора	ТМ	ТМГМШ
Номинальная мощность, кВА	250	100
Количество	1	1
Потери холостого хода, кВт	1,05	0,22
Потери короткого замыкания, кВт	4,2	1,97
Срок службы, лет	10	25
Стоимость, тыс. руб	0	8080,3
Продолжительность включенного состояния в году, ч	8760	
Время наибольших потерь, ч	1500	
Максимальная нагрузка, кВА	73	
Ставка рефинансирования, %	14	
Ставка тарифа на ЭЭ, руб/кВт*ч	301,1	
Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, %	20	

Рис. 2. Окно ввода исходных данных

**Оптимальный выбор трансформатора**

Динамический срок окупаемости, мес 50 (4,2 лет)

Чистый дисконтированный доход, тыс. руб 21624,69

Тип трансформатора	ТМ-250	ТМГМШ-100
Годовые издержки, тыс. руб	2931,3	2230,1
Сравнительная цена, тыс. руб	241994,6	122780,2
Экономия электроэнергии в год, кВт*ч	6233,2	

В Гомельском отделении белорусской железной дороги «Гомельская дистанция электроснабжения» была принята программа по замене незагруженных трансформаторов. Для оценки эффективности этого мероприятия выполнены технико-экономические расчеты для различных вариантов трансформаторов с использованием вышеописанной программы. Результаты расчетов для всех подстанций сведены в виде таблицы.

#### Результаты расчетов по замене незагруженных трансформаторов

Мощность существующих тр-в, кВА	Мощность рекомендуемых тр-в, кВА	Тип рекомендуемых тр-в	Число тр-в	Капитальные вложения, млн руб.	Годовая экономия		Срок окупаемости, лет
					тыс. кВт·ч	млн руб.	
400	250	ТМГМШ	12	148,63	60,28	10,43	14,3
400	160	ТМГМШ	4	38,55	22,90	3,96	9,7
250	160	ТМГМШ	1	9,64	5,82	1,01	9,6
250	100	ТМГМШ	1	8,08	6,23	1,08	7,5

Окончание

Мощность существующих тр-в, кВА	Мощность рекомендуемых тр-в, кВА	Тип рекомендуемых тр-в	Число тр-в	Капитальные вложения, млн руб.	Годовая экономия		Срок окупаемости, лет
					тыс. кВт · ч	млн руб.	
160	100	ТМГМШ	3	24,24	7,29	1,26	19,2
160	63	ТМГМШ	1	6,26	2,42	0,42	14,9
100	63	ТМГМШ	5	31,29	7,29	1,26	24,8
63	25	–	1	замена экономически нецелесообразна			
40	25	–	4				
ИТОГО			32	266,7	112,2	19,4	13,7

Видно, что если реализовать мероприятие по замене незагруженных трансформаторов в полном объеме, то это позволит сократить годовое потребление электроэнергии на 112,2 тыс. кВт · ч, что в денежном эквиваленте составит 19,4 млн руб. Срок окупаемости данного проекта составит около 13 лет.

Таким образом, правильный выбор распределительных трансформаторов, основанный на грамотной технико-экономической оценке при учете ряда факторов, позволит снизить потери электроэнергии и более эффективно использовать денежные средства.

#### Литература

1. Стабровский, Л. Н. О комплексной финансовой оценке технических характеристик распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя / Л. Н. Стабровский // Энергия и менеджмент. - 2005. - № 3. - С. 31-35.
2. Силовые трансформаторы : каталог. - Минский электротехнический завод им. В. И. Козлова, 2008. - 74 с.
3. Шапиро, И. М. Справочник по проектированию электрических систем / И. М. Шапиро, С. С. Рокотяна. - Москва : Электроатомиздат, 1985.
4. Энергосбережение на промышленных предприятиях // Сб. материалов курсов повышения квалификации специалистов РУП «БМЗ», Гомель 2008. - С. 22-39.

### **АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ТЕПЛОИСТОЧНИКОВ РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО»**

**И. И. Мацко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

В настоящее время основными источниками теплоты в городских системах теплоснабжения по-прежнему являются крупные котельные и ТЭЦ, к которым подключены протяженные тепловые сети с большим числом абонентов, имеющих разнородную нагрузку и различные схемы присоединения к тепловой сети. В таких условиях обеспечение надежного и качественного теплоснабжения потребителей возможно только при центральном регулировании тепловой нагрузки.

В отечественных системах теплоснабжения наиболее широкое применение получил качественный способ регулирования тепловой нагрузки. При этом создаются наиболее благоприятные гидравлические условия для всех абонентских установок, что достигается постоянством расхода сетевой воды в системе теплоснабжения. Эта особенность является основным преимуществом качественного регулирования. Внедрению качественного способа, как основного способа центрального регулирования тепловой нагрузки, также способствовали невысокие цены на топливно-энергетические ресурсы, отсутствие острой необходимости энергосбережения в энергетической отрасли и несовершенство или отсутствие приборов автоматического регулирования.

Как правило, при качественном регулировании применяется температурный график 150/70 °С. Этот график регламентирован действующими техническими нормативными документами [1] и принят в качестве расчетного при проектировании большинства отечественных систем теплоснабжения. В ряде случаев на ТЭЦ применяется температурный график 150/70 °С со срезкой при 120, 130, 135 или 140 °С. В соответствии в последней редакцией СНиП «Тепловые сети» [1] применение срезов температурных графиков запрещено. При технико-экономическом обосновании возможно применение графиков без срезки с более низкой температурой сетевой воды в подающей магистрали теплосети, например, с параметрами (95, 105, 130, 140)/70 °С. Для централизованной системы теплоснабжения г. Гомеля утвержден график 130/70 °С [2].

При работе по утвержденному температурному графику отпуска тепловой энергии от теплоисточников РУП «Гомельэнерго» возможны два принципиально различных варианта функционирования систем теплоснабжения.

В первом случае температурный график (расчетная температура воды в подающей тепломагистрали Т1-130 °С, расчетная температура воды после систем отопления Т2-70 °С, расчетная температура после узла смешения систем отопления Т3-95 °С) поддерживается с одновременным увеличением расчетного расхода теплоносителя, исходя из баланса покрытия тепловых нагрузок. Это возможно вследствие значительного спада тепловых нагрузок на источники централизованного теплоснабжения и соответственно тепловой загрузки тепломагистралей от них. Увеличение количества циркулирующей в системе воды приводит к понижению экономичности теплоснабжения вследствие повышения удельного расхода сетевой воды на отпущенную единицу теплоты и возрастания затрат электроэнергии на транспорт теплоты. Это может рассматриваться только как временное явление до восстановления проектных тепловых нагрузок. В этом случае:

1. Коэффициент смешения элеваторных узлов:

$$k_{130/70} = \frac{T1 - T3}{T3 - T2} = \frac{130 - 95}{95 - 70} = 1,4.$$

2. Источниками тепла обеспечивается расчетная нормативная тепловая нагрузка  $Q_0$ .

3. Происходит гидравлическая разрегулировка тепловых сетей из-за увеличения расчетного расхода сетевой воды  $G_c$  на 33 %:

$$\Delta G_c = \frac{G_{130/70}}{G_{150/70}} = \frac{Q_0 / (c \cdot \Delta t_{130/70})}{Q_0 / (c \cdot \Delta t_{150/70})} = \frac{\Delta t_{150/70}}{\Delta t_{130/70}} = \frac{80}{60} = 1,33,$$

где  $\Delta G_c$  – относительное увеличение расхода сетевой воды на отопление;  $G_{130/70}$  – расчетный расход сетевой воды на отопление при графике 130/70 °С;  $G_{150/70}$  – расчетный расход сетевой воды на отопление при графике 150/70 °С;  $Q_o$  – нормативная расчетная тепловая нагрузка системы отопления, Вт;  $c$  – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·С);  $\Delta t_{130/70}$  – расчетная разность температур при графике 130/70 °С;  $\Delta t_{150/70}$  – расчетная разность температур при графике 150/70 °С.

4. Гидравлической перенастройки отопительных систем не требуется, так как расход воды в них  $G_o$  не меняется.

Во втором случае температурный график (Т1–130 °С, Т2–70 °С, Т3–95 °С) поддерживается с сохранением расчетного расхода теплоносителя на прежнем уровне (что согласуется с техническими условиям на теплоснабжение филиала РУП «Гомельэнерго» «Гомельские тепловые сети», обязывающими производить гидравлический расчет тепловых сетей, исходя из расходов, соответствующих температурному графику 150/70 °С). В этом случае:

1. Значение коэффициента смешения элеваторных узлов такое же, как и в первом варианте.

2. Гидравлической перенастройки тепловых сетей не требуется, так как расчетный расход воды в них  $G_c$  не меняется ( $G_c = G_{130/70} = G_{150/70}$ ).

3. Источниками тепла не обеспечивается расчетная нормативная тепловая нагрузка  $Q_o$ , так как сокращение расчетных температур не сопровождается пропорциональным увеличением расхода теплоносителя, таким образом функционирование по утвержденному температурному графику в таком режиме констатирует, что нормативная расчетная тепловая нагрузка систем отопления превышает ее фактическое значение на 25 %:

$$\Delta Q = \frac{Q_{130/70}}{Q_{150/70}} = \frac{G_{150/70} \cdot c \cdot \Delta t_{130/70}}{G_{150/70} \cdot c \cdot \Delta t_{150/70}} = \frac{\Delta t_{130/70}}{\Delta t_{150/70}} = \frac{60}{80} = 0,75, \quad (3)$$

где  $\Delta Q$  – относительное сокращение расчетной тепловой нагрузки системы отопления.

4. Происходит гидравлическая разрегулировка отопительных систем из-за уменьшения расхода воды в них  $G_o$  на 33 %:

$$\Delta G_o = \frac{G_{o150/70}}{G_{o130/70}} = \frac{G_{150/70} \cdot (1 + k_{150/70})}{G_{150/70} \cdot (1 + k_{130/70})} = \frac{1 + k_{150/70}}{1 + k_{130/70}} = \frac{1 + 2,2}{1 + 1,4} = 1,33, \quad (4)$$

где  $\Delta G_o$  – относительное изменение расхода воды в системе отопления;  $G_{o150/70}$ ,  $k_{150/70}$  – расход воды в системе отопления и коэффициент смешения элеваторного узла при графике 150/70 °С;  $G_{o130/70}$ ,  $k_{130/70}$  – расход воды в системе отопления и коэффициент смешения элеваторного узла при графике 130/70 °С.

Как видно, каждый из вариантов функционирования по утвержденному оптимальному температурному графику требует гидравлической перенастройки. В одном случае необходима гидравлическая переналадка тепловых сетей, в другом – систем отопления.

Проводимая в последние годы директивная кампания экономии топлива в системах теплоснабжения за счет снижения против проектного графика температуры прямой сетевой воды, к сожалению, не основывается на серьезных технико-экономических проработках и обоснованиях.

К тому же следует иметь ввиду, что снижение против проектной температуры прямой сетевой воды при одновременном увеличении ее расхода изменяет условия теплообмена в теплоиспользующих установках (подогревателях, отопительных приборах) и приводит к повышению температуры обратной сетевой воды, что снижает энергетический эффект при теплоснабжении от ТЭЦ. Нарушения теплового режима зданий и сооружений при недотопе вынуждают отдельных потребителей самовольно повышать расход сетевой воды на отопление, например, увеличивать размер сопел элеваторов при присоединении местных систем по зависимым схемам. Разрегулировка носит цепной характер: увеличение расхода сетевой воды у одного из абонентов снижает располагаемые перепады напора у соседних потребителей, которые также вынуждены прибегать к аналогичным мерам увеличения расхода сетевой воды через свои отопительные установки [3]. Приниматься любой график должен на основе методического подхода, охватывающего все обусловленные этим технические и экономические аспекты.

При фактическом завышении расчетных тепловых нагрузок на отопление возможна работа системы теплоснабжения без гидравлической переналадки тепловых сетей и систем отопления. Однако это не возможно при работе по утвержденному оптимальному температурному графику отопительных систем РУП «Гомельэнерго». При сохранении расхода сетевой воды, соответствующего температурному графику 150/70 °С и переходе на график 130/70 °С необходимо пересмотреть значения температур после узла смешения для сохранения коэффициента смешения на прежнем уровне. Это позволит отказаться от гидравлической перенастройки систем отопления и лишит утвержденный оптимальный температурный график РУП «Гомельэнерго» внутренних противоречий. Исходя из этого, температура теплоносителя после узла смешения определится следующим образом:

1. Коэффициент смешения элеваторных узлов при работе по графику 150/70/95 °С:

$$k_{150/70} = \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2. \quad (5)$$

2. Значение расчетной температуры теплоносителя после узла смешения при снижении расчетной температуры прямой сетевой воды до 130 °С:

$$T_{3,130/70} = \frac{T_{1,130/70} + k_{150/70} \cdot T_2}{k_{150/70} + 1} = \frac{130 + 2,2 \cdot 70}{2,2 + 1} = 88,8 \text{ °С}. \quad (6)$$

Измененный таким образом температурный график будет согласовываться с выдаваемыми техническими условиями и не потребует гидравлической переналадки системы отопления, в чем есть необходимость при соблюдении ныне утвержденного температурного графика.

Однако выбор расчетной температуры воды в подающей тепломагистрали на уровне 130 °С продиктован в большей мере эксплуатационными характеристиками элементов системы (в частности, предизолированных трубопроводов тепловых сетей), а не является научно-обоснованным. Таким образом, количественная оценка превышения нормативной расчетной отопительной тепловой нагрузки, отраженная в

утвержденном температурном графике и выдаваемых технических условиях (т. е. сохранение прежних расчетных расходов при снижении расчетной температуры воды в подающей тепломагистрали на 20 °С) основывается на эмпирических данных, имеет приближенный характер и нуждается в научном обосновании.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Необходима разработка научно-обоснованного температурного графика отопительных систем, что позволит значительно сократить расход энергетических ресурсов на теплоснабжение.

2. Технические условия на теплоснабжение должны составляться так, чтобы они строго регламентировали обязанности покупателя и- продавца тепловой энергии и стимулировали рациональное ее использование при сохранении сложившегося в тепловых сетях гидравлического режима.

3. При разработке тепло-гидравлических режимов работы систем централизованного теплоснабжения необходимо ориентироваться на необходимость работы тепловых сетей со значительными колебаниями расхода сетевой воды при повышенных температурах наружного воздуха.

#### Литература

1. Тепловые сети: СНиП 2.04.07-86. - Введ. 30.12.86. - Москва : ЦИТИ Госстроя СССР, 1987. - 48 с.
2. Температурный график настройки систем регулирования на отопление от теплоисточников РУП «Гомельэнерго», 2008.
3. Шарапов, В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В. И. Шарапов, П. В. Рогов. - Москва : Новости теплоснабжения, 2007. - 164 с.

## Секция IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН СВЧ-ДИАПАЗОНА В УПРАВЛЯЕМЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Д. В. Заерко

*Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Беларусь*

Научный руководитель Ю. М. Рынков

В данной работе проведено экспериментальное исследование закономерностей распространения и локализации электромагнитных волн СВЧ-диапазона в двумерной периодической структуре с регулируемыми параметрами, предложен способ управления структурой, показано влияние управления на прохождение и отражение электромагнитных волн от структуры. Полученные результаты могут быть направлены на решение задач по созданию новых электронно-управляемых устройств СВЧ-диапазона.

Функциональная схема автоматизированной экспериментальной установки для определения пространственных характеристик периодических структур приведена на рис. 1.

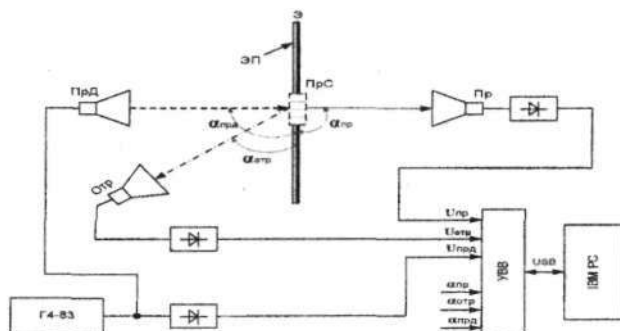


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки

Исследуемая структура представляет собой матрицу стержней из оргстекла, закрепленных на подложке. Шаг расположения в матрице порядка среднего значения  $\frac{n\lambda}{2}$ . Матрица устанавливается за или перед поглощающим экраном, отражения волн от которого отсутствуют. Для регулирования диэлектрической проницаемости стержней предусмотрено их заполнение металлодиэлектрической керамикой или ферритами. Электрофизические параметры структуры управляются внешним электрическим полем, частота которого значительно ниже СВЧ-диапазона.

Управление основано на электрическом резонансе керамических вставок в диэлектрических стержнях структуры. Во внешнем электрическом поле металлодиэлектрическая керамика проявляет электрический резонанс в мегагерцовом диапазоне

(частота резонанса зависит от размеров и состава образца керамики). На рис. 2 приведен пример зависимости импеданса  $Z$  и диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  образца металлодиэлектрической керамики от частоты внешнего управляющего электрического поля  $f$

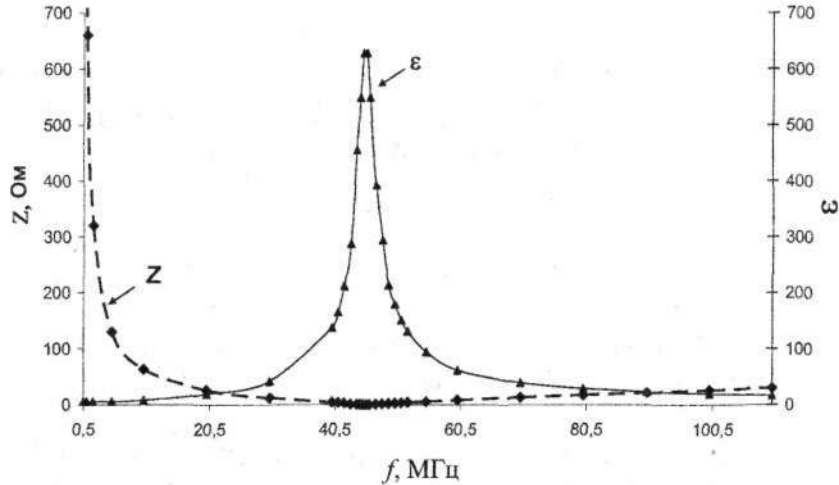


Рис. 2. Зависимость импеданса  $Z$  и диэлектрической проницаемости керамики  $\epsilon$  от частоты внешнего управляющего электрического поля  $f$

В эксперименте, в области резонансной частоты, управление осуществляется регулированием напряженности электрического поля, в котором находится структура. Эффективность управления определяется соотношением энергий воздействия на структуру управляющего поля и облучающей электромагнитной волны.

Как показали результаты экспериментальных измерений, наличие управляющего поля приводит как к качественным, так и количественным изменениям в диаграммах направленности прошедшей и отраженной электромагнитных волн (рис. 3). Исследовалась электромагнитная волна с частотой 9549 МГц, угол падения излучения  $120^\circ$ , амплитуда управляющего поля 1,21 В/м и 1,75 В/м соответственно.

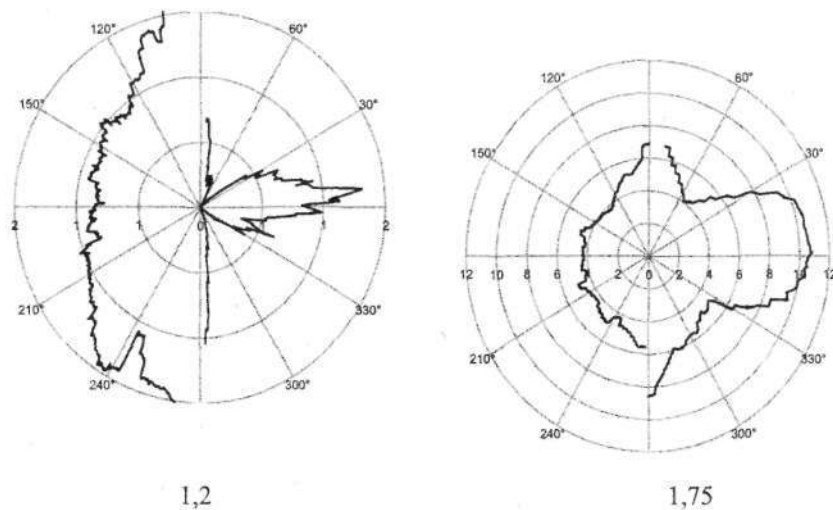


Рис. 3. Диаграммы направленности структуры при наличии управляющего поля



Для процесса в целом характерно постепенное формирование прошедшего луча. С увеличением напряженности управляющего поля возрастает как направленность, так и амплитуда прошедшей волны, что связано с уменьшением потерь электромагнитного поля в структуре. Для отраженной волны происходит ее рассеяние по поверхности структуры.

На рис. 4 представлены зависимости нормированных амплитуд прошедшей  $E_{\text{прош}}$  и отраженной  $E_{\text{отраж}}$  волн от напряженности управляющего поля  $E$ .

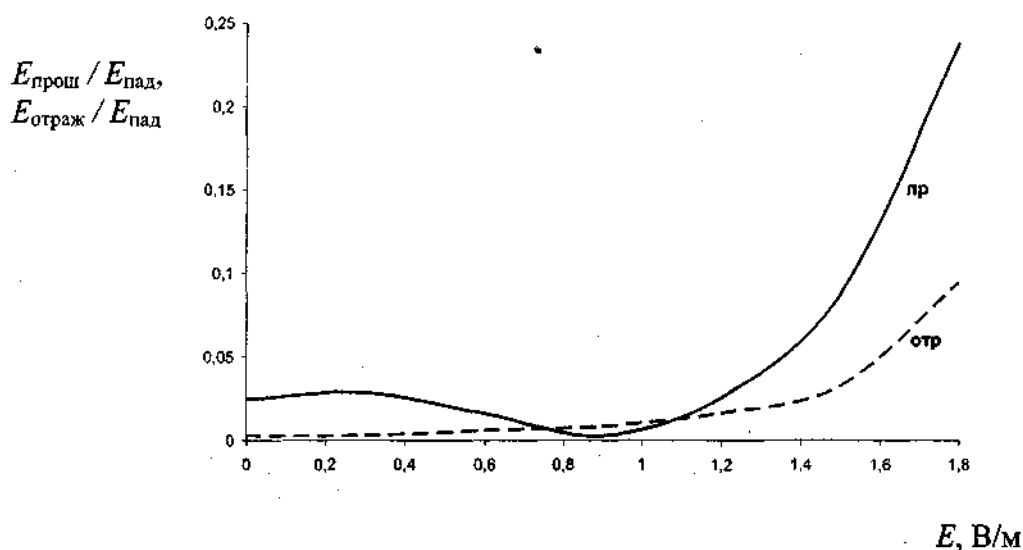


Рис. 4. Зависимости нормированных амплитуд прошедшей и отраженной волн от напряженности управляющего поля

Воздействие управляющего поля позволяет эффективное регулирование амплитуд как прошедшей, так и отраженной волн, что может быть использовано при создании электронно-управляемых устройств СВЧ-диапазона.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

Д. П. Михалевич

Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Козусев

В работе приведены результаты исследования четно-гармонического ц-преобразователя постоянных токов утечки, разработанного с целью повышения электробезопасности электротранспорта [1].

Несимметричность магнитных параметров феррозондов из-за отклонения геометрических размеров, магнитной проницаемости и остаточной намагниченности приводит к смещению нуля в виде составляющей первой гармоники в сигнале  $E(t)$ . Для подавления первой гармоники и выделения информационных составляющих четных гармоник разработан измерительный преобразователь на основе фазочувствительного выпрямителя (ФЧВ).

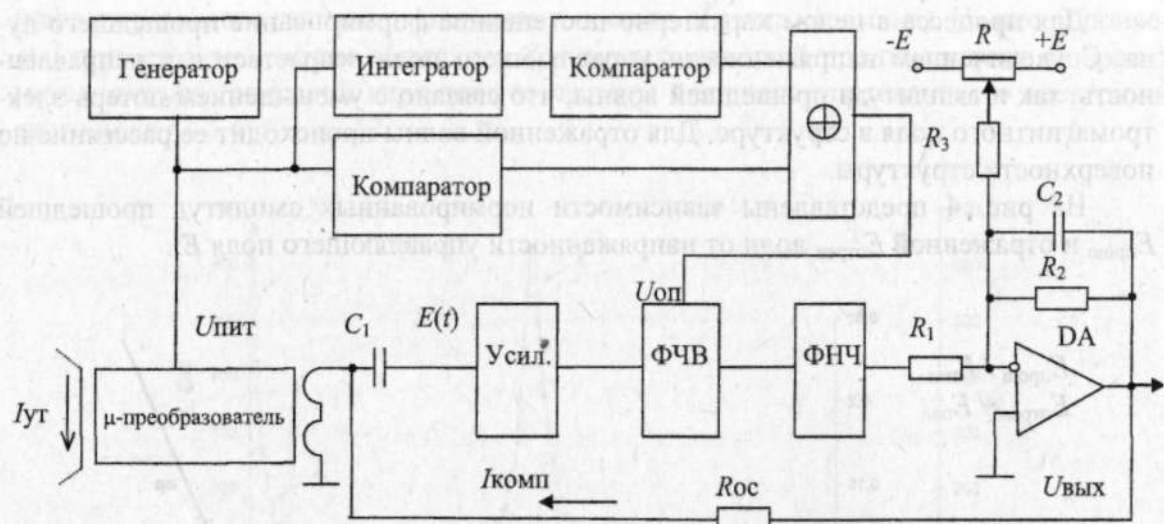


Рис. 1. Измерительный преобразователь

Синусоидальное напряжение питания  $U_{\text{пит}}$  с помощью интегратора переменного тока сдвигается на угол  $\varphi = 90^\circ$ . Компараторы формируют две последовательности сдвинутых на угол  $\varphi$  прямоугольных импульсов со скважностью  $Q = 2$ . На выходе логического элемента «исключающее ИЛИ» ( $\oplus$ ) формируется опорное напряжение второй гармоники  $U_{\text{оп}}$ , управляющее ключами фазочувствительного выпрямителя. ФЧВ подавляет нечетные гармоники измерительного сигнала  $E(t)$  и выпрямляет напряжение второй гармоники. На выходе фильтра низких частот ФНЧ формируется постоянное напряжение, пропорциональное току утечки.

Для повышения чувствительности и уменьшения влияния коммутационных помех, вносимых ключами ФЧВ, сигнал четно-гармонического  $\mu$ -преобразователя предварительно усиливается в 1000 раз. При этом ввиду усиления полезного сигнала частотой  $2f = 1000$  Гц и последующего применения ФЧВ, напряжение смещения усилителя и его температурный дрейф не вносят искажений в измерительный сигнал.

Принцип действия измерителя токов утечки основан на нелинейности магнитной системы феррозондов. Но нелинейность магнитной системы феррозондов обуславливает нелинейность характеристик и параметров бесконтактного четно-гармонического  $\mu$ -преобразователя постоянного тока. Исследованию этих характеристик и параметров посвящена работа.

Измерения параметров проводились по схеме рис. 1 при разомкнутой цепи обратной связи ( $R_{\text{ос}}$  отсутствует), сигнал снимался с выхода ФНЧ.

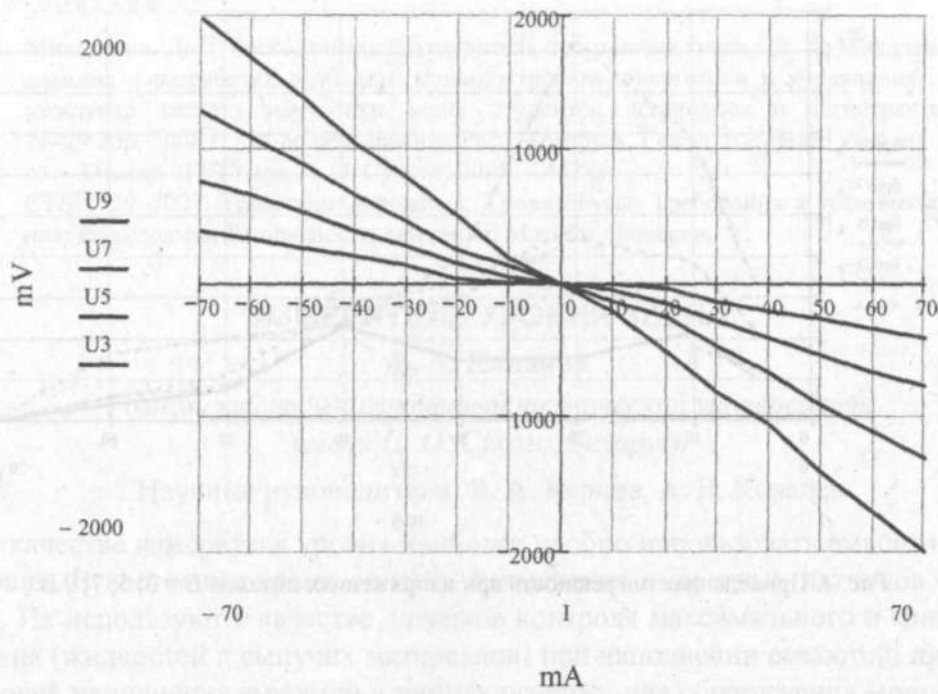


Рис. 2. Передаточные характеристики при напряжениях питания  $E = 3; 5; 7; 9$  В

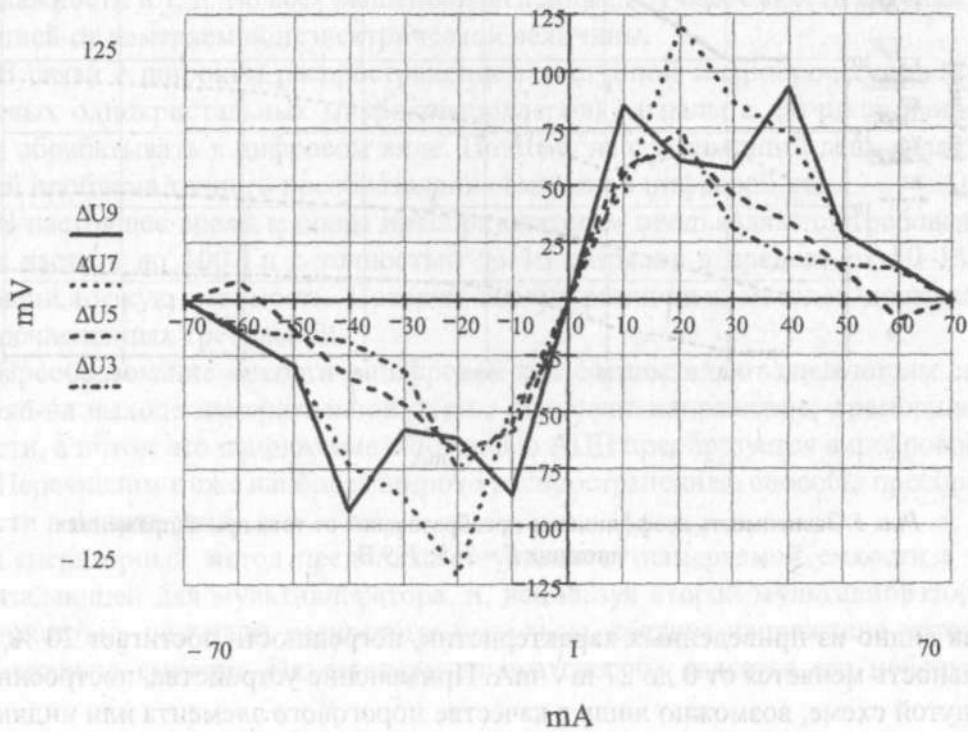


Рис. 3. Абсолютная погрешность при напряжениях питания  $E = 3; 5; 7; 9$  В

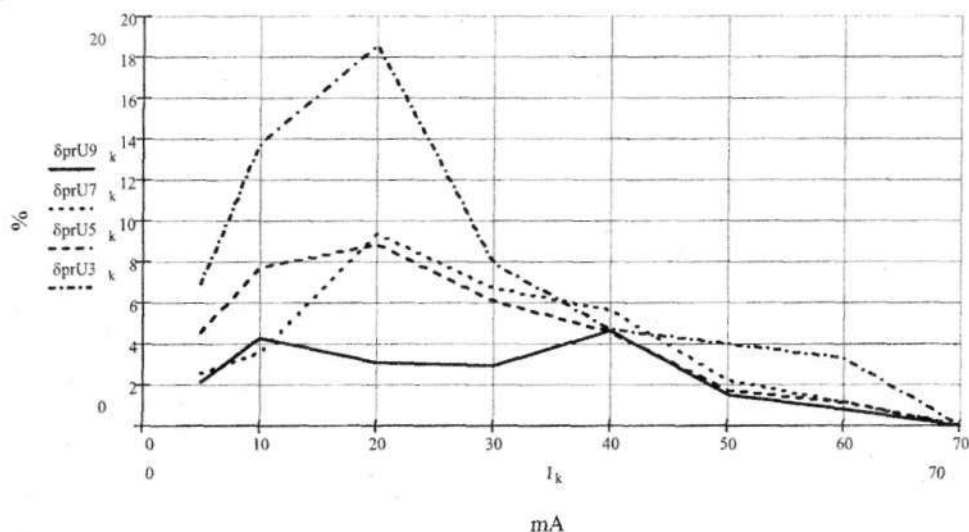


Рис. 4. Приведенная погрешность при напряжениях питания  $E = 3; 5; 7; 9$  В

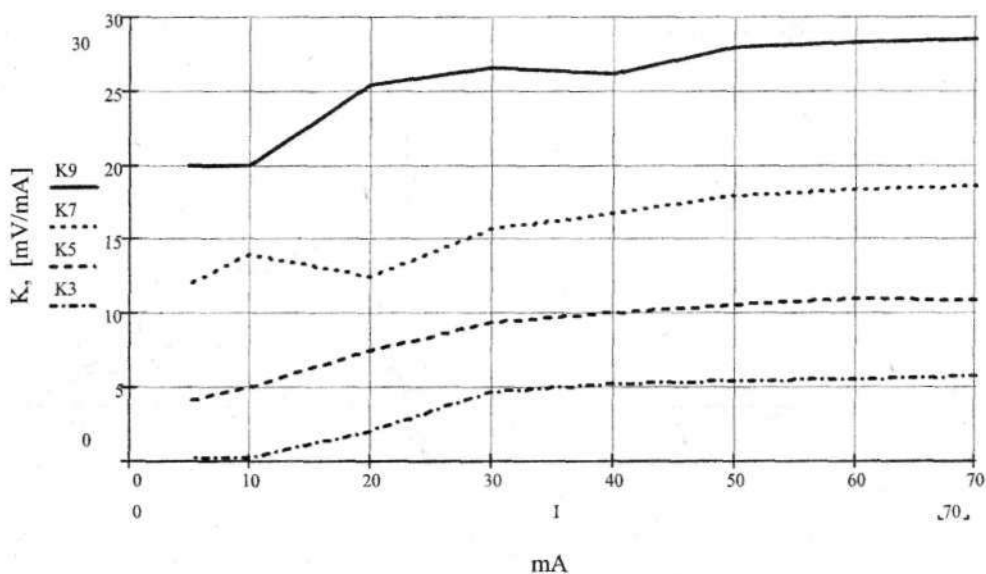


Рис. 5. Зависимость коэффициента преобразования от тока при напряжениях питания  $E = 3; 5; 7; 9$  В

Как видно из приведенных характеристик, погрешность достигает 20 %, а чувствительность меняется от 0 до 27 мВ/мА. Применение устройства, построенного по разомкнутой схеме, возможно лишь в качестве порогового элемента или индикатора.

По компенсационной схеме (рис. 1) погрешность не превышает 0,5 %. В качестве компенсационной обмотки использовалась измерительная обмотка. За счет компенсации магнитного потока, создаваемого измеряемым током, измеритель обладает приемлемыми характеристиками линейности преобразования.

## Литература

1. Михалевич, Д. П. Бесконтактный измеритель постоянных токов / Д. П. Михалевич // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и магистрантов, Гомель, 28-29 апр. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. - 442 с.
2. СТБ 1729-2007. Транспорт дорожный. Троллейбусы. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ЗЕРНА****В. А. Хананов***Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. А. Карпов, А. В. Ковалев

В качестве измерителя уровня наиболее удобно использовать емкостные датчики уровня. В настоящее время область применения емкостных датчиков очень обширна. Их используют в качестве датчиков контроля максимального и минимального уровня (жидкостей и сыпучих материалов) при наполнении емкостей; для измерения уровня наполнения емкостей в линиях розлива; для обнаружения металлических и неметаллических объектов, их подсчета и замера промежутков между ними (например, на движущемся конвейере); в качестве датчиков перемещения; для измерения влажности и т. д. Во всех вышеперечисленных случаях емкость датчика является функцией от измеряемой неэлектрической величины.

В связи с широким распространением доступной микропроцессорной техники (дешевых однокристалльных микроконтроллеров) сигналы с датчиков наиболее выгодно обрабатывать в цифровом виде. Поэтому на сегодняшний день является актуальной проблема точного преобразования емкости в цифровой код.

В настоящее время к таким преобразователям предъявляются требования работы на частоте до 100 Гц с точностью до 16 разрядов в пределе от 50-1500 пФ и имеющий низкую стоимость. Поведем анализ различных методов достижения вышеперечисленных требований.

Преобразование емкости в цифровой код осуществляют следующим способом: сначала на выходе измерительной схемы получают напряжение, пропорциональное емкости, а потом это напряжение с помощью АЦП преобразуется в цифровой код.

Перечислим ниже наиболее широко распространенные способы преобразования емкости в напряжения.

Генераторный метод предполагает установку измеряемой емкости в качестве времязадающей для мультивибратора, и, используя второй мультивибратор с опорной емкостью, получают разностные импульсы, среднее напряжение которых пропорционально емкости. Недостатком такого способа является его небольшая точность.

Метод, использующий мостовые схемы, также имеет свои недостатки. Мостовая схема требует генератора синусоидального напряжения, поэтому на точность преобразования влияет непостоянство амплитуды выходного напряжения генератора синусоидального напряжения; вдобавок для преобразования переменного выходного сигнала в постоянное напряжение используются выпрямители, которые могут привести к дополнительным погрешностям. Также имеют место токи утечки через пара-

зитные емкости между выводами детектора нуля и землей. Устранение этих недостатков влечет дополнительное усложнение устройства.

Третий способ предполагает зарядку емкости прецизионным источником тока в течение определенного времени, а затем измерение напряжения на конденсаторе. Недостатком являются повышенные требования к АЦП (очень высокое входное сопротивление).

Наиболее оптимальным способом преобразования емкости в напряжение будет использование зарядового усилителя (рис. 1).

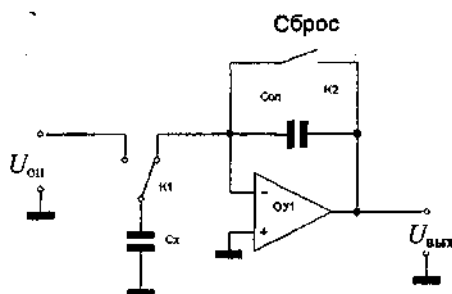


Рис. 1. Схема зарядового усилителя

Емкость  $C_x$  определяется следующим образом:

$$C_x = \frac{U_{\text{вых}} \cdot C_{\text{оп}}}{U_{\text{оп}} \cdot N}, \quad (1)$$

где  $N$  - количество выборок перед сбросом.

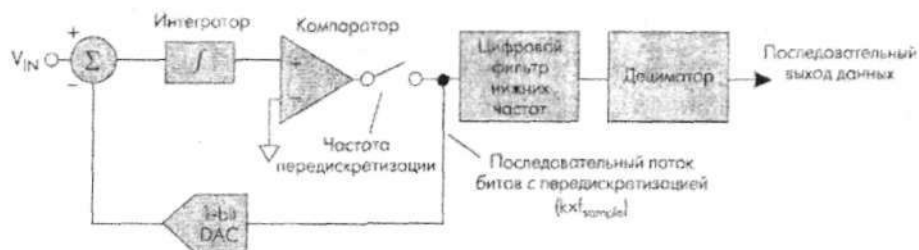
Недостатком таких преобразователей является сквозное прохождение сигнала тактовой частоты, а именно наличие некоторого выходного сигнала (с напряжением приблизительно от 10 до 25 мВ) с частотой тактового колебания.

Требования, предъявляемые к АЦП: разрядность - 16 бит, частота дискретизации 100 Гц. По этим требованиям подходят интегрирующие АЦП, сигма-дельта АЦП и АЦП последовательных приближений. Недостатком первых является низкая частота дискретизации, а последних - их низкая помехоустойчивость.

Несмотря на все многообразие способов преобразования емкость-напряжение-код, все они имеют существенный недостаток: снижение точности из-за суммирования ошибок преобразователя емкости и АЦП.

В целях повышения точности было принято решение поместить измерительную схему непосредственно в АЦП. Без лишних затрат это можно будет сделать в интегрирующих АЦП, так как в интегрирующих цепях уже применяются конденсаторы. Заменяв известную опорную емкость на неизвестную  $C_x$  и подключив к ней опорное напряжение, фактически будем измерять время переходного процесса пропорциональное неизвестной емкости. Для повышения точности можно заменить интегратор зарядовым усилителем.

Недостатком интегрирующего АЦП является низкая частота дискретизации. Для увеличения частоты этот же принцип следует использовать в сигма дельта АЦП.

Рис. 2. Структурная схема  $\Sigma\Delta$ -АЦП

Если в сигма дельта АЦП поставить интегратор на переключающихся конденсаторах, где одним из конденсаторов будет датчик, и на этот датчик подавать известное напряжение, то ЕД модулятор будет выдавать код пропорциональный неизвестной емкости датчика. Таким образом, данные преобразователи имеют все преимущества ЕД-АЦП, не должны требовать настройки и могут производиться в виде единой интегральной микросхемы. Стоимость одного такого преобразователя будет равна стоимости ЕД-АЦП.

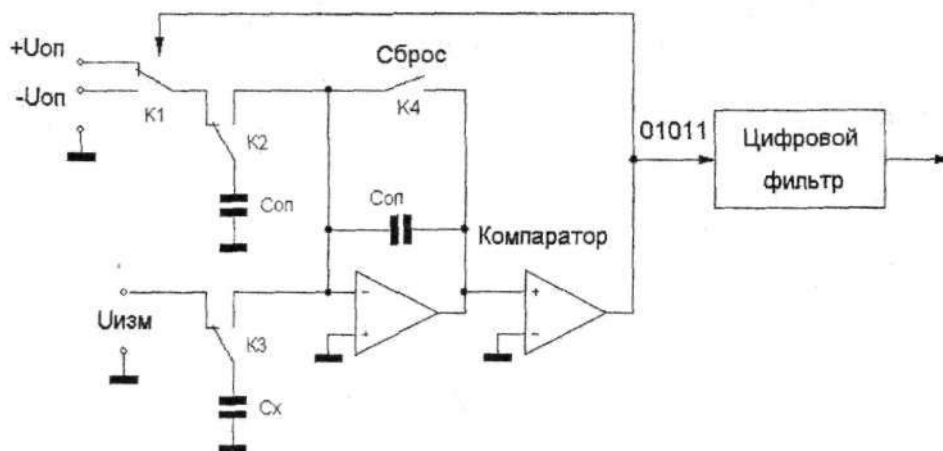


Рис. 3. Схема преобразователя емкость-цифровой код на основе сигма дельта АЦП

В процессе патентного поиска было определено, что такой метод уже используется фирмой Analog Devices в измерителях емкости AD7746.

Вывод: в процессе работы был определен принципиальный метод создания дешевых прецизионных преобразователей емкости в цифровой код на основе сигма дельта модулятора. Данные преобразователи имеют разрядность 16 бит при частоте дискретизации до 100 Гц, не требуют предварительной настройки и могут производиться в виде одной интегральной микросхемы.

#### Литература

1. Сайт Analog Devices [Электронный ресурс]. - 2009. - Режим доступа: <http://www.analog.com/>. - Дата доступа 06.03.2009.
2. Гауси, М. Активные фильтры с переключаемыми конденсаторами / М. Гауси. - Москва : Радио и связь, 1986.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИЕМА МНОГОУРОВНЕВОГО  
ПСЕВДОСЛУЧАЙНОГО СИГНАЛА

**В. О. Старостенко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

Для надежного приема информации очень широко используется корреляционный метод. Наиболее помехоустойчивыми сигналами считаются фазоманипулированные сигналы, построенные на основе последовательностей максимальной длины (М-последовательностей), так как они квазиортогональны и обладают хорошими автокорреляционными свойствами. При использовании одного периода М-последовательности в качестве опорного сигнала минимальное значение боковых пиков автокорреляционной функции примерно равно

$$R \approx \frac{1}{\sqrt{n}}$$

В то время как боковые пики периодической функции автокорреляции для М-последовательности  $= 1/n$ . В статье [1] предложен способ получения периодической функции автокорреляции, для чего принимаемую последовательность коррелируют с тремя опорными, это увеличивает время обработки, но уменьшает вероятность неприема сигнала. В реальных условиях после прохождения через канал связи сигнал искажается, и остатки периодической корреляционной функции в зависимости от АЧХ и ФЧХ канала связи будут больше  $1/n$ .

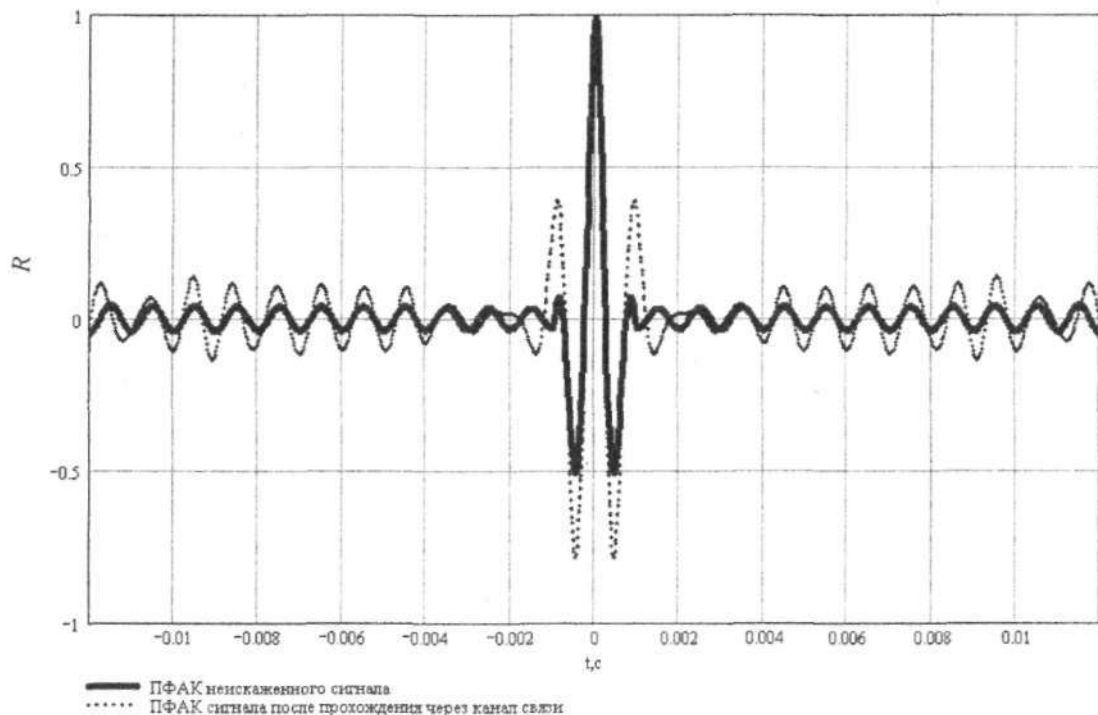


Рис. 1



На рис. 1 показаны периодические функции автокорреляции фазо-манипулированного сигнала, построенного на основе многоуровневой M-последовательности до прохождения через канал связи и после. Частота поднесущей, 1 кГц, количество символов последовательности  $n \sim 26$ . АЧХ и ФЧХ канала связи представлены на рис. 2.

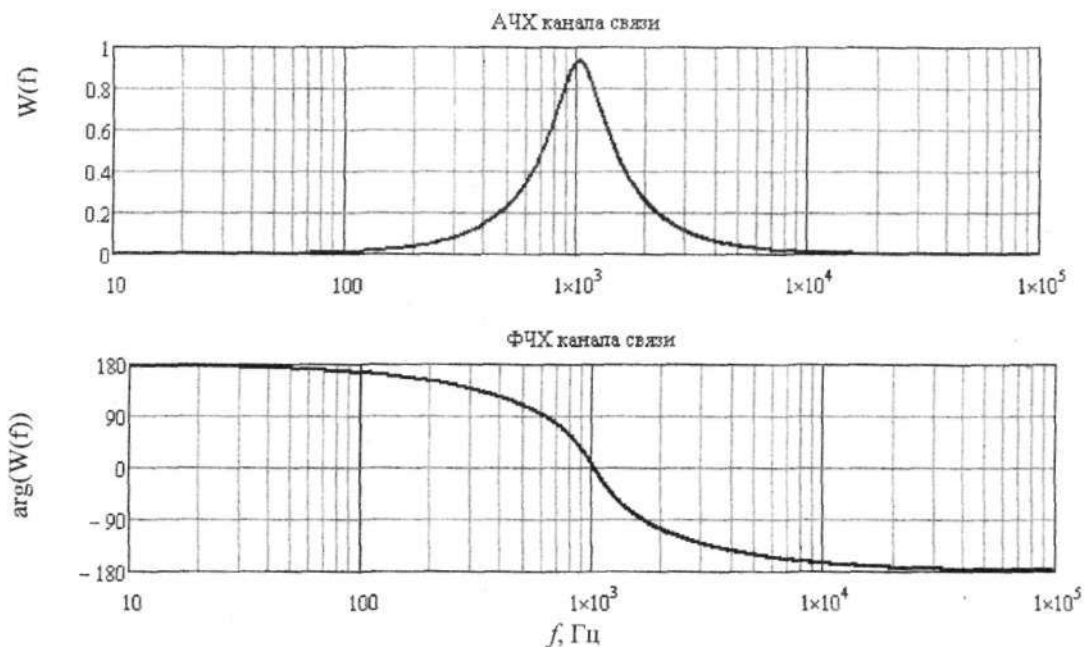


Рис. 2

В системах телевизионной связи для решения этой проблемы в передаваемый сигнал вводят предварительные искажения, которые компенсируют затухание сигнала в линии передачи. Но данный способ требует увеличения мощности передатчика, что приводит к затратам на стадии эксплуатации.

Предлагаемый способ повышения надежности приема основывается на уменьшении боковых остатков периодической автокорреляционной функции при помощи введения предварительных искажений в опорный сигнал. Он позволяет получить значения боковых остатков меньше  $1/i$  при условии, что мы примерно знаем форму принимаемого сигнала. Предварительные искажения, вносимые в опорный сигнал, рассчитываются исходя из желаемой периодической автокорреляционной функции и формы принимаемого сигнала.

Приведем основные соотношения, необходимые для расчета опорного сигнала:

$$R(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t)s_2(t - \tau)dt = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{S}_1(w)S_2(w)e^{jw\tau}dw; \quad (1)$$

$$\tilde{S}_1(w)S_2(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau)e^{-jw\tau}dt = \frac{R(w)}{\sqrt{2\pi}}; \quad (2)$$

$$S_2(\omega) = \frac{R(\omega)}{\sqrt{2\pi} \cdot \tilde{S}_1(\omega)}; \quad (3)$$

$$s_2(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} S_2(\omega) e^{j\omega t} d\omega. \quad (4)$$

Данные соотношения определяют последовательность расчета опорного сигнала:

1. По заданной периодической функции корреляции  $R(\phi)$  и форме передаваемого сигнала  $s_1(t)$  вычисляем их спектры  $R(\omega)$  и  $S_1(\omega)$ .

2. Находим спектр опорного сигнала  $S_2(\omega)$  по (3).

3. Обратным преобразованием Фурье (4) от  $S_2(\omega)$  находим опорный сигнал  $s_2(t)$ .

На рис. 3 показана полученная при помощи синтеза опорного сигнала, идеальная периодическая функция корреляции, у которой боковые остатки равны нулю для фазоманипулированного сигнала, построенного на основе многоуровневой M-последовательности.

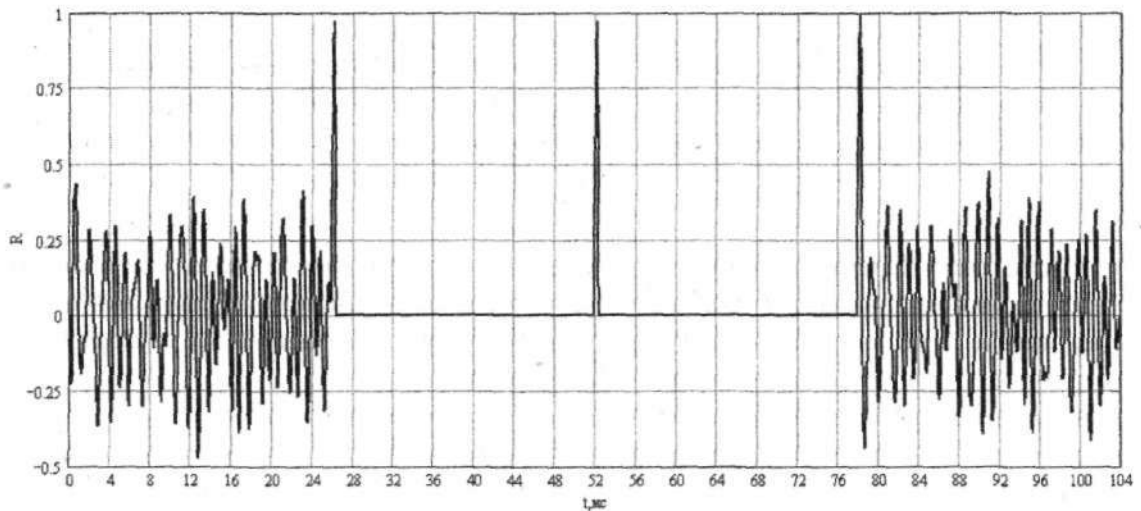


Рис. 3

Данный способ повышения надежности приема целесообразно применять, когда ограничена мощность передатчика и нет возможности вносить предварительные искажения в передаваемый сигнал. Для того, чтобы данный метод дал положительные результаты, необходимо знать свойства среды, в которой будет распространяться передаваемый сигнал, для расчета предварительных искажений, вносимых в опорный сигнал.

#### Литература

1. Анализ M-последовательностей многозначных символов / Ю. И. Сазонов, [и др.] // Наукоемкие технологии. - 2008. - Т. 9, № 9. - С. 18-22.
2. Варакин, Л. Е. Теория сложных сигналов / Л. Е. Варакин. - Москва : Совет, радио, 1970. - 376 с.

3. Вакман Д. Е. Вопросы синтеза радиолокационных сигналов / Д. Е. Вакман, Р. М. Седлецкий. - Москва : Совет, радио, 1973. - 312 с.

## МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

**Д. В. Соколев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Карпов

Работа практически всех существующих в настоящее время металлодетекторов для защиты режущего аппарата кормоуборочной техники основана на использовании в качестве чувствительных элементов индукционных катушек, расположенных на системе постоянных магнитов. Основная проблема, с которой сталкиваются разработчики при использовании таких датчиков, - неравномерность чувствительности по ширине (провалы по бокам и в середине), а также недостаточная помехоустойчивость как к ферромагнитным включениям в формирующих вальцах, так и к взаимному перемещению основного силового средства и сменных адаптеров во время работы.

Принцип действия таких устройств основан на появлении импульса ЭДС в измерительных катушках за счет изменения потокосцепления магнитного поля катушек при попадании ферромагнитного предмета в зону действия поля постоянных магнитов:

$$E \approx -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Недостатками данного технического решения являются: значительная неравномерность чувствительности устройства по ширине контролируемой области, возникающая вследствие наличия так называемых «зон провалов», т. е. искажения и нечувствительность (завалы) показаний по краям и в местах перекрытия катушек.

Также в силу индукционного принципа действия ЭДС, наводимая в катушке индуктивности пропорциональна, при прочих равных, скорости прохождения ферромагнитного тела через контролируемую зону, т. е. производительности кормоуборочного комбайна:

$$E \approx -\frac{d\Phi(V_{\text{предм}})}{dt}, V_{\text{предм}} \rightarrow 0 \Leftrightarrow E \rightarrow 0.$$

При малой производительности чувствительность ниже и наоборот. При этом порог сравнения соответственно должен изменяться. Он должен быть низким при низкой производительности и высоким при высокой производительности. Что предполагает ручную адаптацию порога сравнения, а значит, чувствительности, под выбранную производительность (режим работы) кормоуборочной техники.

Большинство формирующих вальцев, в которых располагается датчик металлодетектора (рис. 1), имеют в своей конструкции ферромагнитные включения (области деформации немагнитной стали, сварные швы и т. д.), что приводит к возникновению заметных помех и затрудняет детектирование посторонних предметов, поступающих вместе с кормомассой в измельчитель.

При вращении валцов с частотой  $\omega$  частота появления помех, вызванных сварными швами формирующих лопастей будет в  $n$  (количество лопастей вальца) раз выше, т. е. скорость изменения магнитного потока увеличится в  $n$  раз.

В случае использования в качестве чувствительных элементов металлодетектора индукционных катушек ЭДС помехи ( $E_{\Pi}$ ) наводимая в них будет в силу закона электромагнитной индукции увеличена в  $n$  раз.

$$E_{\Pi} \sim \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi(n\omega)}{dt},$$

где  $n$  – количество формирующих лопастей.

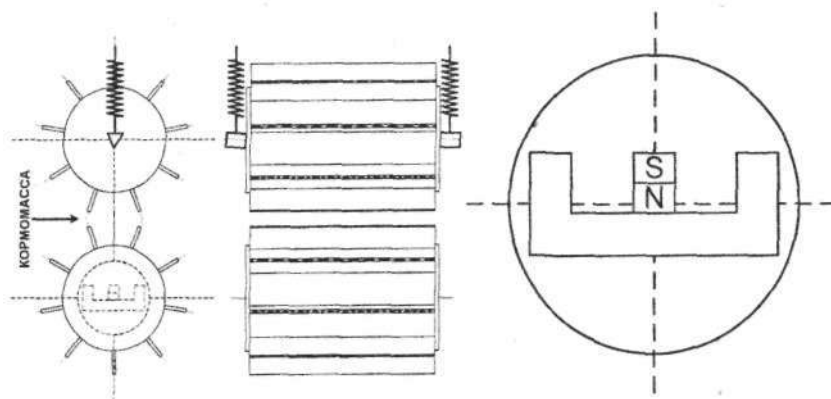


Рис. 1. Система формирующих валцов

Таким образом, на выходе металлодетектора наряду с полезным сигналом будет присутствовать в  $n$  раз увеличенный сигнал помехи, затрудняющий задачу корректного детектирования.

Избавиться от перечисленных недостатков позволяет использование в качестве чувствительных элементов металлодетектора гальваномагнитных датчиков, эквидистантно расположенных на полюсах постоянных магнитов по всей ширине технологического продукта (рис. 2).

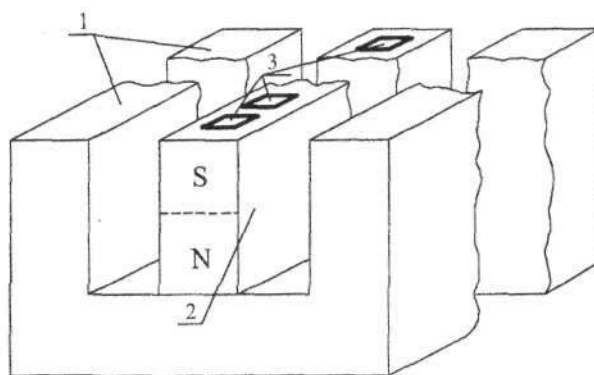


Рис. 2. Расположение гальваномагнитных элементов на полюсах магнитов: 1 – сердечник; 2 – постоянные магниты; 3 – гальваномагнитные элементы

Такое решение позволяет улучшить постоянство чувствительности металлодетектора по всей ширине контролируемой области, так как благодаря линейности характеристик гальваномагнитных датчиков устраняется причина возникновения «зон провалов», обеспечивается неизменность чувствительности к скорости прохождения детектируемого ферромагнитного предмета через зону контроля и снижается уровень помех, создаваемых сварными швами и неоднородностями формующих валцов (ЭДС помехи при использовании гальваномагнитных датчиков будет в  $n$  раз меньше, чем при использовании индукционных катушек).

Металлодетектор для защиты рабочих органов кормоуборочной техники (рис. 3) работает следующим образом.

Гальваномагнитные датчики 3 расположены на полюсе постоянного магнита 2 и преобразуют уровень индукции магнитного поля, созданного постоянным магнитом 2 и П-образным магнитопроводом, совместно образующими систему создания постоянного магнитного поля 1 по всей ширине потока технологического продукта, в напряжение, поступающее на вход блока оценки 4.

Стрелкой показано направление движения потока технологического продукта. Полученное напряжение усиливается и смещается в усилителе 5. Фильтром 6 осуществляется частотная селекция спектра полезного сигнала.

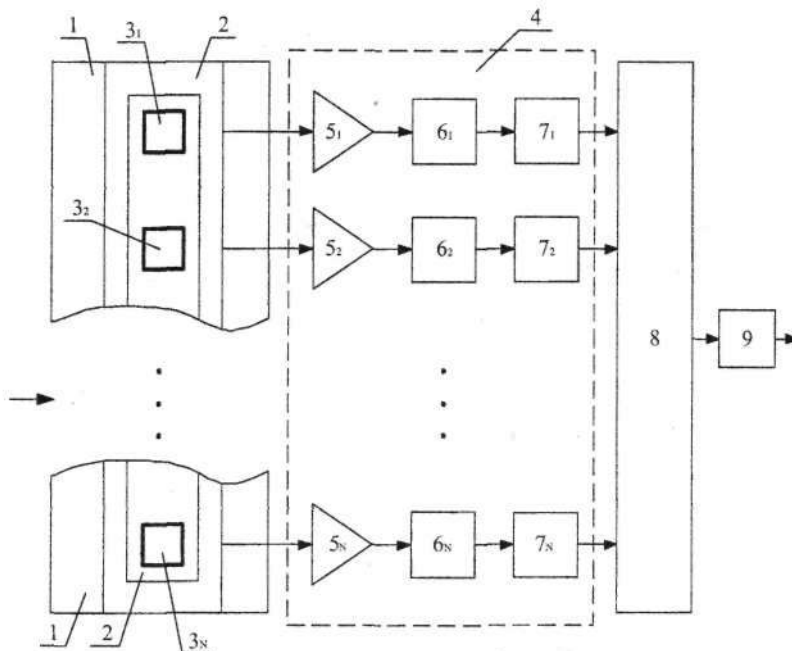


Рис. 3. Структурная схема металлодетектора

Отселектированный полезный сигнал подается на вход порогового элемента 7, в котором осуществляется сравнение его амплитуды с пороговым напряжением, по результатам которого выдается сигнал на логический элемент ИЛИ 5. От значения порогового напряжения зависит чувствительность металлодетектора.

При появлении в потоке технологического продукта ферромагнитного тела изменяется уровень индукции магнитного поля, что ведет в итоге к изменению уровня напряжения на входе порогового элемента 7. Если этот уровень превышает пороговое напряжение, то на выходе порогового элемента 7 появляется высокое напряже-

ние, воспринимаемое логическим элементом ИЛИ 8 как логическая единица, на выходе последнего также появляется высокий уровень, который приводит к срабатыванию исполнительного органа 9, результатом чего является останов вальцов питателя комбайна.

В данном техническом решении изменение уровня напряжения на входе порогового элемента 7 не зависит от скорости прохождения ферромагнитного тела, т. е. от скорости потока технологического продукта, в котором он может находиться. Откуда следует, что изменять уровень порогового напряжения - чувствительности, в зависимости от производительности нет необходимости.

Таким образом, использование гальваномагнитных элементов позволяет добиться независимости чувствительности металлодетектора от производительности сельскохозяйственной техники.

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШПОКА ВНУТРИТРУБНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА

**А. В. Сахарук, А. М. Морозько, Ю. В. Садовников**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Э. М. Виноградов, Л. А. Захаренко

Внутритрубные герметизаторы применяются на нефтепроводах для выполнения ремонтных работ. Они оснащены разжимающимися под давлением нефти манжетами, что позволяет фиксировать снаряд в трубопроводе.

Для отслеживания и обнаружения местоположения герметизатора используется система CD-42, которая состоит из передающей части («маячка»), установленной на снаряде, и приемной части («локатора»). Маячок включает в себя антенну и передатчик, который генерирует пакеты импульсов частотой 22 Гц, длительностью 0,36 с и периодом следования 1,45 с. Локатор состоит из антенны и приемного устройства, оснащенного жидкокристаллическим дисплеем. По индикации на дисплее можно определить местоположение герметизатора.

Последовательность выполнения операций при ремонтных работах с использованием герметизатора, следующая:

1. При приближении снаряда к месту ремонта его обнаруживают по радиосигналу маячка.
2. Подают команду на остановку насосов.
3. Закрывают задвижку трубопровода ниже положения герметизатора.
4. Поднимают давление в трубопроводе до тех пор, пока не будет разрушена входная мембрана гидроцилиндра. Поршень гидроцилиндра перемещается и через систему рычагов разжимает манжеты герметизатора. На поршне имеется шток с пазами, в которые входят механические фиксаторы, удерживающие конечное положение поршня, а следовательно, и давление манжет на стенки трубопровода. За счет этого герметизатор останавливается и удерживает гидростатическое давление столба нефти.
5. Выполняются ремонтные работы на трубопроводе.
6. После завершения работ открываются задвижки, при включении насосов герметизатор сдвигается с места и уносится потоком нефти.

Опыт использования внутритрубного герметизатора на РУП «Гомельтранснефть Дружба» выявил его существенный недостаток - это отсутствие информации

о действительном положении поршня гидроцилиндра, а следовательно, и о положении манжет герметизатора.

Для устранения данного недостатка предлагается использовать измеритель перемещения штока (ИПШ) герметизатора с передачей информации наземному устройству по радиоканалу. При этом в ИПШ используется индуктивный датчик, вырабатывающий сигнал, пропорциональный перемещению штока поршня, и приемопередатчик с антенной, который размещается в хвостовой части герметизатора.

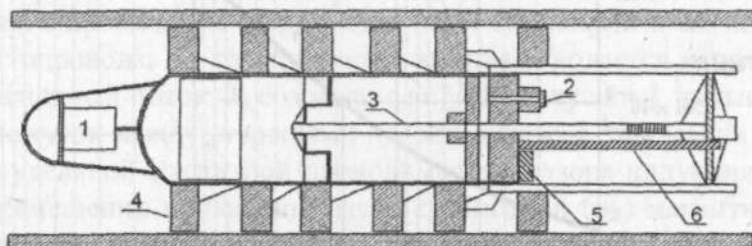


Рис. 1. Схема герметизатора и расположение ИПШ: 1 - радиомаячок; 2 - мембрана; 3 - шток; 4 - уплотнители; 5 - радиопередающий блок; 6 - измеритель перемещения штока

Приемопередатчик ИПШ работает на частоте 22 Гц. Выбор частоты производится исходя из следующего:

1. Система CD-42 работает на этой же частоте и необходимо обеспечить дальнейшую ее работу.
2. Затухание сигнала, передаваемого из трубопровода, должно быть по возможности минимальным.
3. Конструкция приемной и передающей антенн устройства должна предусматривать небольшие габариты.

Прохождение электромагнитного поля из трубопровода  $\Gamma_{\Sigma}$  определяется произведением двух коэффициентов прохождения  $\Gamma_m$  и  $\Gamma_{отр}$  [1]:

$\Gamma_m = e^{-\sqrt{\pi f \mu_0 \gamma_{ст}} \cdot \Delta}$  - коэффициент прохождения электромагнитного поля из-за отражения от границ «металл-диэлектрик»;

$\Gamma_{отр} = \frac{4 \cdot Z_2}{Z_1}$  - коэффициент прохождения электромагнитного поля, связанный с потерями в металле;

$Z_2 = \sqrt{\frac{2\pi f \mu_0}{\gamma_{ст}}}$  - характеристическое сопротивление металла с учетом намагниченности;

$Z_1 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon}}$  - характеристическое сопротивление среды вне слоя металла.

На рис. 2 показана зависимость полного коэффициента прохождения сигнала  $\Gamma_{\Sigma}$  от частоты.

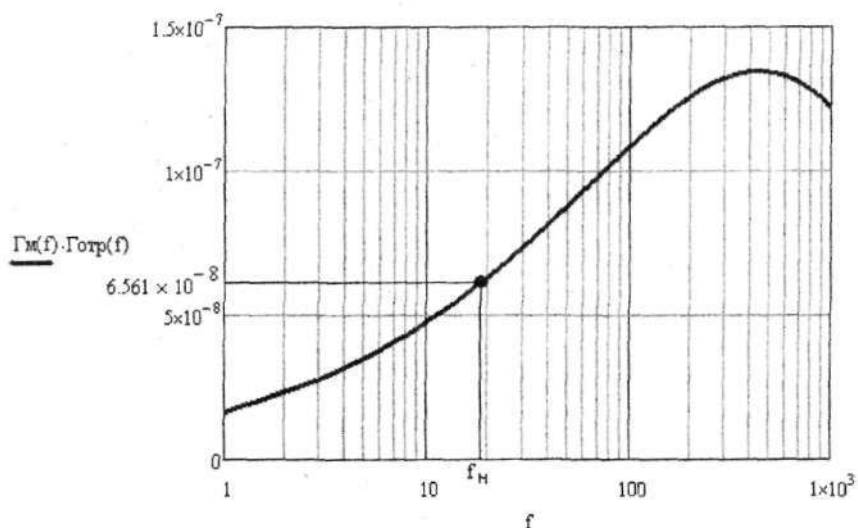


Рис. 2. Зависимость коэффициента прохождения сигнала  $\Gamma_{\Sigma}$  от частоты

Было установлено, что несущая частота 22 Гц является компромиссом между небольшим затуханием сигнала в трубе и небольшими габаритами приемной антенны наземного прибора.

Согласно разработанному алгоритму работы приемопередатчика в промежутке между сигналами маячка наземное устройство посылает запрос на передачу данных, после получения запроса производится передача информации о положении штока.

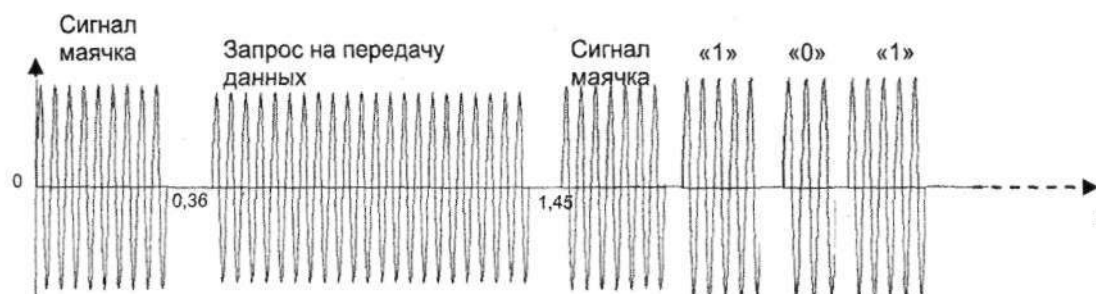


Рис. 3. Временная диаграмма передачи данных

Разработка ИПШ должна быть произведена с учетом особенностей эксплуатации внутритрубного герметизатора:

- Высокое давление в нефтепроводе.
- Вибрации при движении герметизатора.
- Разброс температуры в нефтепроводе.
- Влияние среды (нефти) на результат измерения.

Для измерения перемещения штока внутритрубного герметизатора были рассмотрены следующие варианты датчиков:



- Индукционный, с регистрирующим перемещение элементом (струной).
- Индуктивный, с продольным движением возбуждающей катушки вдоль ряда приемных.
- Дифференциальный датчик с распределенными параметрами.

Первые два датчика не подходят по причине сложности реализации и наличия открытых контактов. Наиболее перспективным вариантом реализации ИПШ является дифференциальный индуктивный датчик с распределенными параметрами [2].

На рис. 3 изображен преобразователь с распределенной магнитной проводимостью воздушного промежутка между длинными стержнями и магнитным сопротивлением магнитопровода. На катушку возбуждения  $I$  подается напряжение переменного тока. Магнитный поток  $\Phi$ , создаваемый МДС катушки 1, замыкается через воздушный промежуток между стержнями преобразователя, причем на участке  $0 - X_{max}$  с постоянной удельной магнитной проводимостью зазора индукция в зазоре постоянна. При перемещении подвижной части с обмоткой ( $W_2$ ) магнитный поток вдоль стержней уменьшается по линейному закону от максимального значения в сечении  $X_{max} - X_{max}$  до минимального  $0 - 0$ .

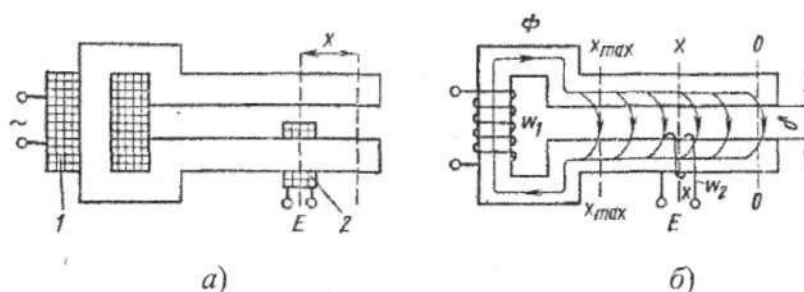


Рис. 4. Дифференциальный индуктивный датчик с распределенными параметрами: а – схема работы датчика; б – направленность магнитных полей

В конструкции, показанной на рис. 4, на П-образном магнитопроводе 1 размещены первичная обмотка 2 и измерительная обмотка 3. Витки измерительной обмотки равномерно распределены вдоль одного из стержней магнитопровода так, что удельное число витков, приходящееся на единицу длины  $w$ , остается постоянным. В воздушном промежутке  $\delta$  между длинными стержнями перемещается сердечник 4, влияющий на распределение потоков в магнитной цепи преобразователя.

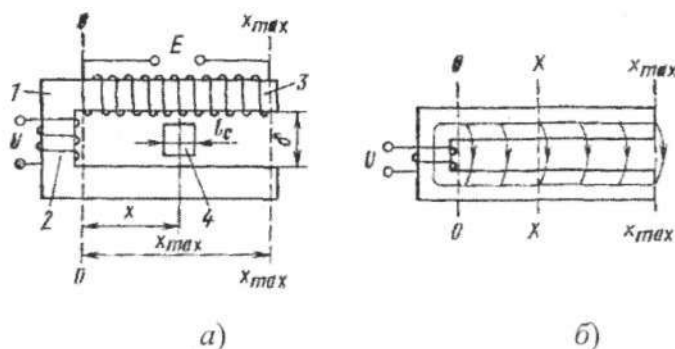


Рис. 5. Дифференциальный индуктивный датчик с распределенными параметрами, с П-образным сердечником: а – схема работы датчика; б – направленность магнитных полей

Однако данные виды датчика имеют некоторые недостатки. Одним из них является наличие катушки вдоль всего стержня, что нежелательно в условиях измерений. Предлагается преобразовать некоторые части датчика, в частности, уменьшить длину катушки до минимальной длины, что упростит конструкцию и эксплуатацию.

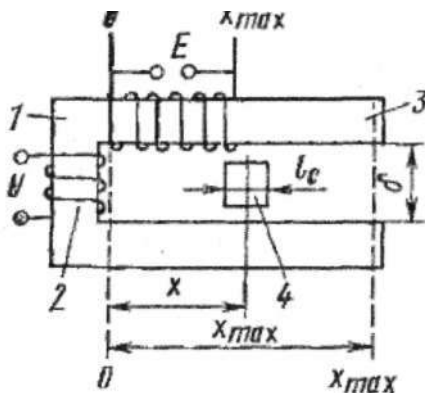


Рис. 6. Преобразованная схема с П-образным сердечником

Приближенный расчет преобразователя производят, пренебрегая сопротивлением стальных участков магнитопровода. При этом ЭДС, наводимая в измерительной обмотке  $E$ , будет складываться из двух составляющих. Первая составляющая  $E_1$  обусловлена потоком, замыкающимся через сердечник 4 и сцепляющимся с витками измерительной обмотки только на участке  $X$ . Вторая составляющая  $E_2$  обусловлена потоком, замыкающимся через промежуток 8 между стержнями и сцепляющимся с витками измерительной обмотки на всем участке от 0 до  $X_{max}$ .

Данный датчик будет располагаться в задней части герметизатора параллельно направлению движения штока, а в качестве перемещающегося элемента будет использована задняя стенка подвижной части герметизатора.

Данная конструкция может быть усовершенствована за счет того, что концы П-образного сердечника могут быть разведены в противоположные стороны. При перемещении штока в данном случае происходит дополнительное увеличение ЭДС за счет сужения сечения магнитопровода.

Также рассматриваются варианты использования данного датчика в дифференциальном включении, когда сердечник имеет E-образную форму, а измерительные катушки, намотанные на крайних стержнях, включены встречно для взаимной компенсации ЭДС при нулевом значении перемещения штока (рис. 7).

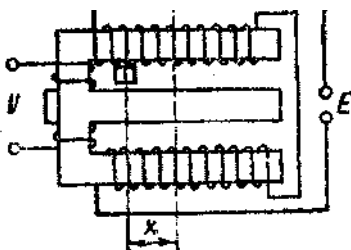


Рис. 7. Дифференциальный индуктивный датчик с распределенными параметрами, с E-образным сердечником

Функциональная схема ИПШ имеет вид, показанный на рис. 8.

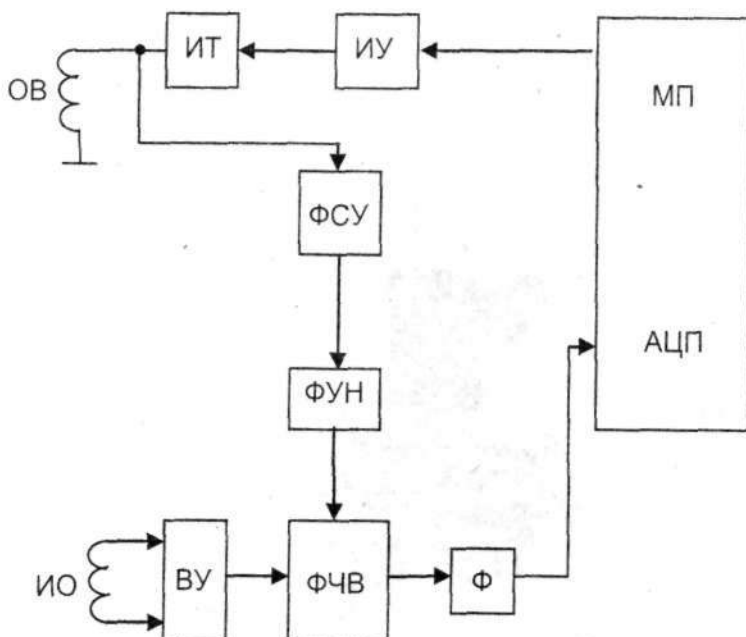


Рис. 8. Функциональная схема ИПШ: ОВ – обмотка возбуждения; ИТ – источник тока; ИУ – избирательный усилитель; ФСУ – фазосдвигающее устройство; ФУН – формирователь управляющего напряжения; ФЧВ – фазочувствительный выпрямитель; Ф – фильтр; ВУ – входной усилитель; МП – микропроцессор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ИО – измерительные обмотки

## Литература

1. Исследование эффективности экранов из тонколистовых металлов : метод, указания к лаборатор. работе по курсу «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» для студентов радиотехн. специальностей / сост. В. Н. Левкович. - Минск : БГУИР, 1995.
2. Проектирование датчиков для измерения механических величин / под ред. Е. П. Осадчего. - Москва : Машиностроение, 1979. - 480 с.: ил.

## ДВУХКАНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ГИДРАВЛИКОЙ

**П. А. Мураль**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. А. Карпов, А. В. Ковалев

Гидравлические приводы благодаря своей высокой удельной мощности, небольшого веса и малых габаритов широко используются в инженерном деле, на наземном транспорте, в авиации и в сельскохозяйственной технике.

Расширение автоматизации делает необходимым управление такими параметрами гидросистем, как давление и расход с помощью средств электроники. Основу управления гидравликой составляет пропорциональный электромагнит.

Пропорциональный электромагнит (рис. 1) разработан на основе дискретного электромагнита, который используется в дискретных аппаратах электрогидравлики. Электрический ток, протекая по обмотке, создает электромагнитное поле. Это поле создает усилие, направленное по оси подвижного якоря, и может быть использовано для перемещения рабочего органа (золотника) гидрораспределителя.

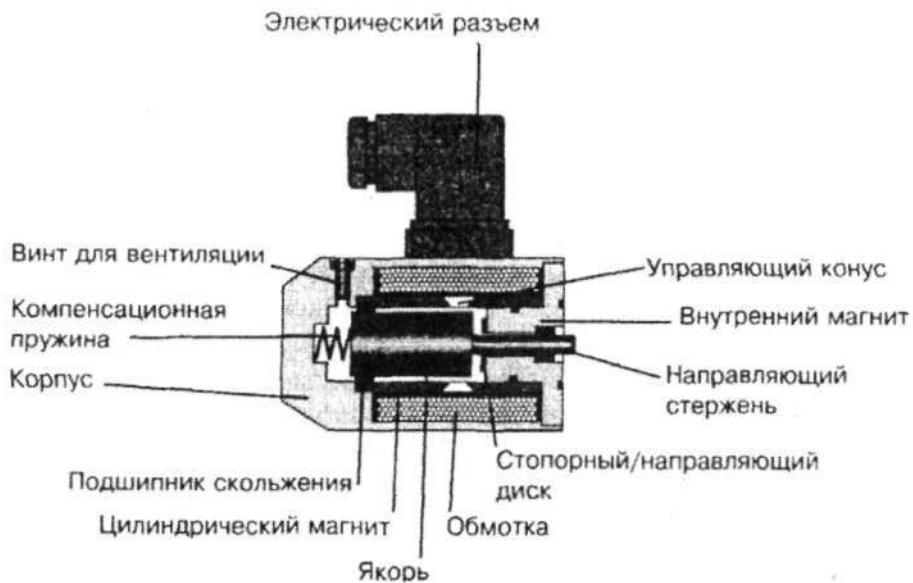


Рис. 1. Конструкция пропорционального электромагнита

Как и в дискретном электромагните, якорь, сердечник и корпус выполнены из легко намагничивающегося мягкого материала. Отличается пропорциональный электромагнит наличием управляющего конуса из магнитного материала, который изменяет форму линий магнитного поля. Скорость и перемещение исполнительного органа изменяется за счет изменения расхода (рис. 2).



Рис. 2. Характеристика пропорционального магнита

Характеристики пропорционального магнита и его работа в зависимости от тока  $I_0$  через него представлены на рис. 3. На характеристики пропорционального клапана отрицательно влияют намагничивание, трение и усилия, возникающие при

обтекании рабочего органа жидкостью. Это приводит к тому, что положение якоря не бывает точно пропорционально протекающему по магниту току.

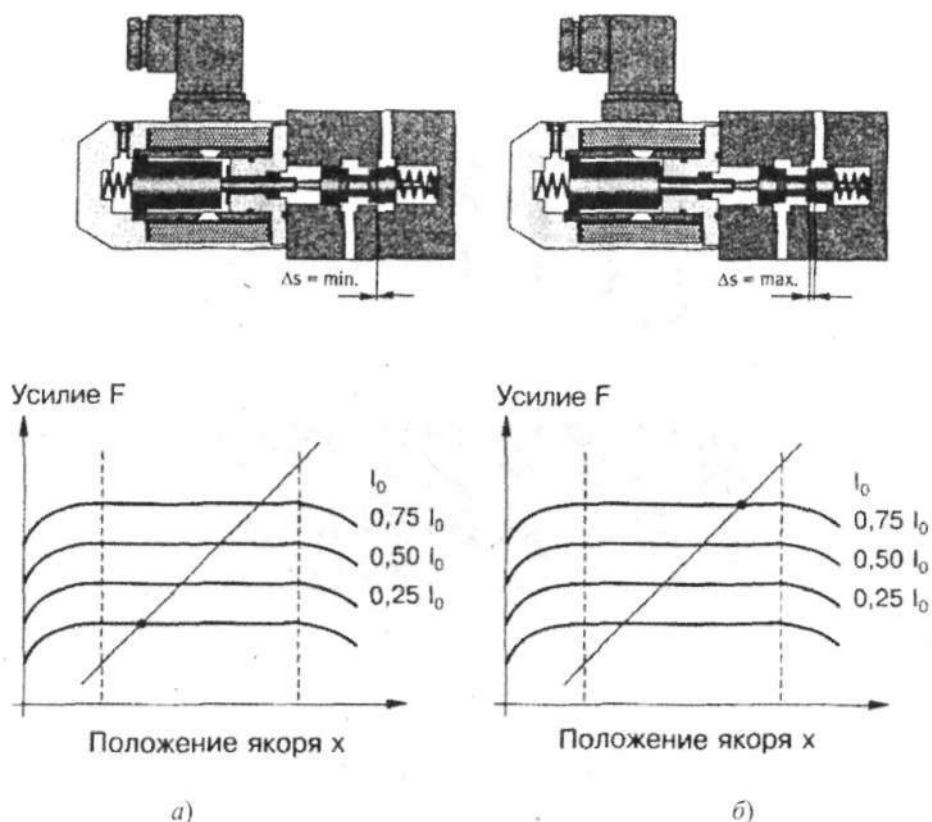


Рис. 3. Поведение пропорционального электромагнита при различных значениях тока

Поскольку напряжение питания и сопротивление обмотки возбуждения пропорционального электромагнита не являются стабильными величинами, требуется обеспечить неизменность тока через магнит при заданном управляющем напряжении. Это достигается применением обратной связи (рис. 4), где в качестве элемента обратной связи используется информация о токе, протекающем через электромагнит.

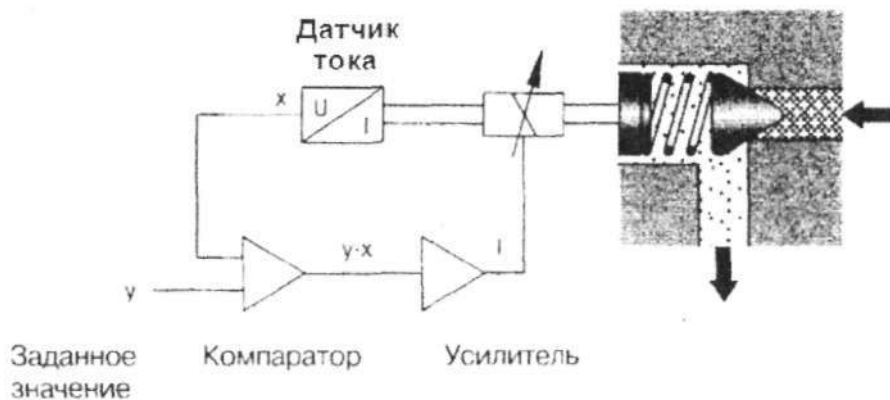


Рис. 4. Конструкция пропорционального электромагнита с регулировкой тока якоря

Особенностью управления электромагнитом является ШИМ напряжение на нем. Причем от скважности зависит средний ток, протекающий по электромагниту, и тем самым усилие, им создаваемое (рис. 5).

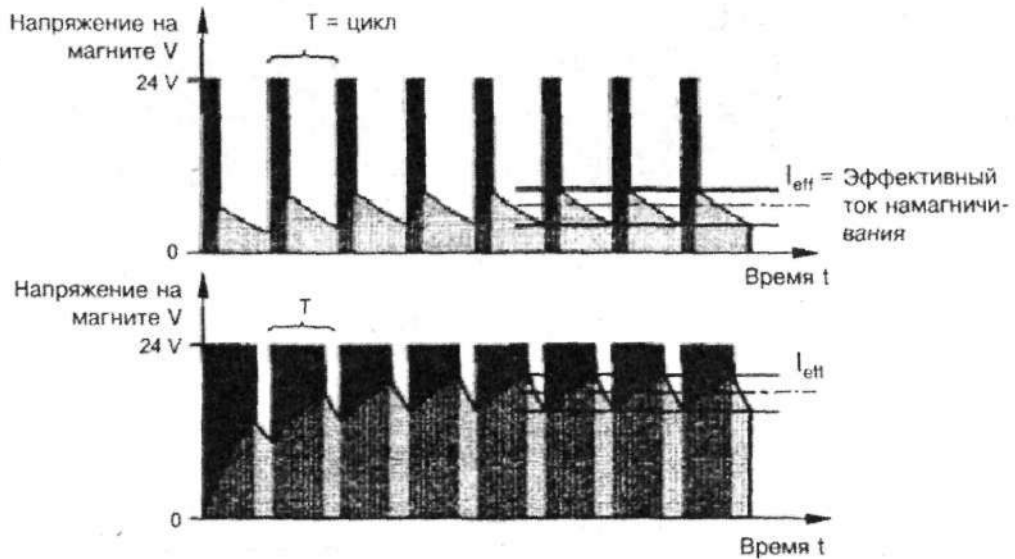


Рис. 5. Широтно-импульсная модуляция пропорционального электромагнита

Кроме этого, ШИМ модуляция заставляет якорь электромагнита и соответственно золотник клапана колебаться с малой амплитудой и большой частотой. Это позволяет избежать сил статического трения, существенно уменьшаются порог срабатывания и гистерезис клапана.

Немаловажным фактором является и то, что управляющий элемент схемы работает в ключевом режиме, что снижает требования по мощности со всеми вытекающими последствиями. Функциональная схема модуля управления представлена на рис. 6.

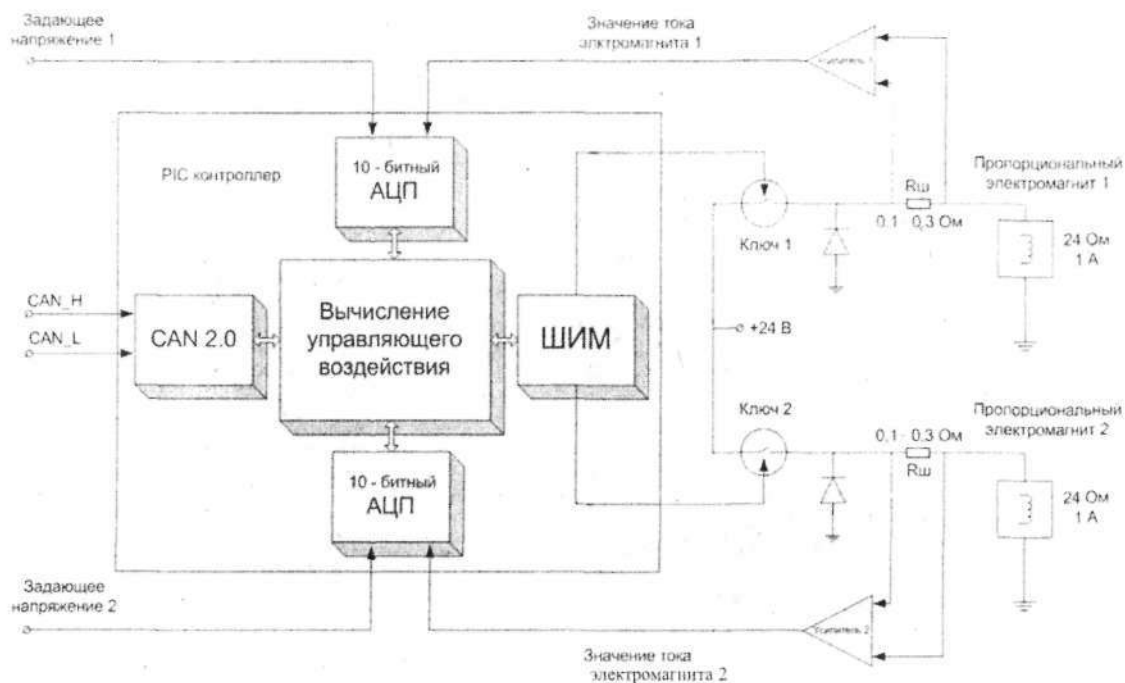


Рис. 6. Функциональная схема модуля

Модуль управления оснащен рядом защит от неправильного подключения выводов, от неисправного подключенного оборудования, а также имеет аварийное отключение гидросистемы с последующей выдачей причины неисправности.

## АППАРАТ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

**И. А. Воронецкий**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

Современная ультразвуковая диагностика покоится на двух китах: методах получения двухмерного изображения и доплеровских режимах. За сравнительно короткий временной отрезок (40 лет) пройден огромный технологический и методический путь. Основные высокотехнологичные инструментальные фирмы Востока и Запада включили в номенклатуру своих изделий ультразвуковые диагностические приборы, и, вкладывая многие десятки миллиардов долларов США, постоянно их совершенствуют и развивают. В настоящее время ультразвуковое диагностическое оборудование, по данным экспертов из Великобритании, занимает 25 % мирового рынка медицинских технологий [2].



Рис. 1. Пример отображения плода на экране УЗ-аппарата

Биологическое действие ультразвука и его безопасность для больного постоянно дискутируется в литературе. Знания о биологическом воздействии ультразвука базируются на изучении механизмов воздействия ультразвука, изучении эффекта воздействия ультразвука на клеточные культуры, экспериментальных исследованиях на растениях, животных и, наконец, на эпидемиологических исследованиях [1].

Ультразвук может вызывать биологическое действие путем механических и тепловых воздействий. Затухание ультразвукового сигнала происходит из-за поглощения, т. е. превращения энергии ультразвуковой волны в тепло. Нагрев тканей увеличивается с увеличением интенсивности излучаемого ультразвука и его частоты. Кавитация - это образование в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью. Одной из причин возникновения кавитации может являться ультразвуковая волна. Так вреден ультразвук или нет?

Исследования, связанные с воздействием ультразвука на клетки, экспериментальные работы на растениях и животных, а также эпидемиологические исследования позволили сделать Американскому институту ультразвука в медицине следующее заявление, которое в последний раз было подтверждено в 1993 г.: «Никогда не сообщалось о подтвержденных биологических эффектах у пациентов или лиц, работающих на приборе, вызванных облучением (ультразвуком), интенсивность которого типична для современных ультразвуковых диагностических установок. Хотя существует возможность, что такие биологические эффекты могут быть выявлены в будущем, современные данные указывают, что польза для больного при разумном использовании диагностического ультразвука перевешивает потенциальный риск, если таковой вообще существует».

В публикации института AIUM Medical Ultrasound Safety (Безопасность ультразвуковых исследований в медицине), изданной в 1994 г., упоминается принцип минимальной мощности ALARA и характеризуется следующим образом [3].

Аббревиатура ALARA расшифровывается как As Low As Reasonably Achievable (минимальное из всех возможных значений). Согласно принципу ALARA общее



ультразвуковое воздействие необходимо сводить к тому минимуму, при котором еще возможно получение оптимальных диагностических данных.

Чтобы минимизировать возможный риск при облучении ультразвуком, руководствуясь принципом ALARA, предложено новое решение.

Как правило, в УЗ-аппаратах используется сигнал, как на рис. 2, излучаются пачки синусоидальных колебаний, длительностью примерно 3 мкс, каждые 100 мс. Частота сигнала от 3,5 МГц до 5 МГц.

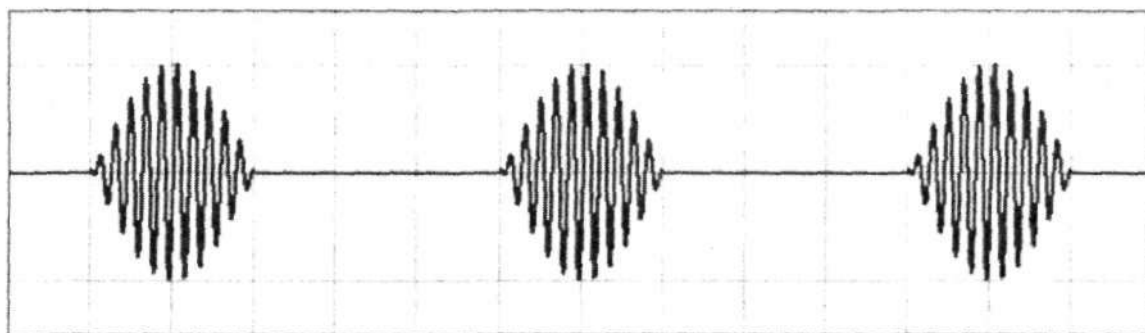


Рис. 2. Сигнал, используемый в УЗ-аппаратах

В качестве передаваемого сигнала предлагается использовать фазоманипулированный сигнал, так как индивидуальные свойства данного сигнала позволяют легко выделить его из ансамбля других сигналов, и считать его более помехозащищенным.

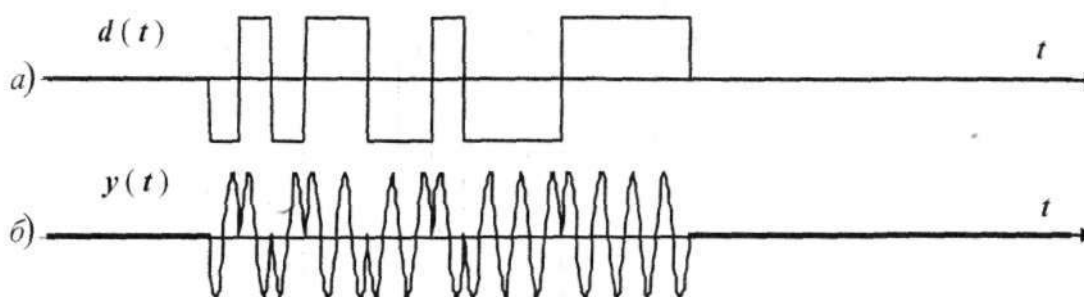
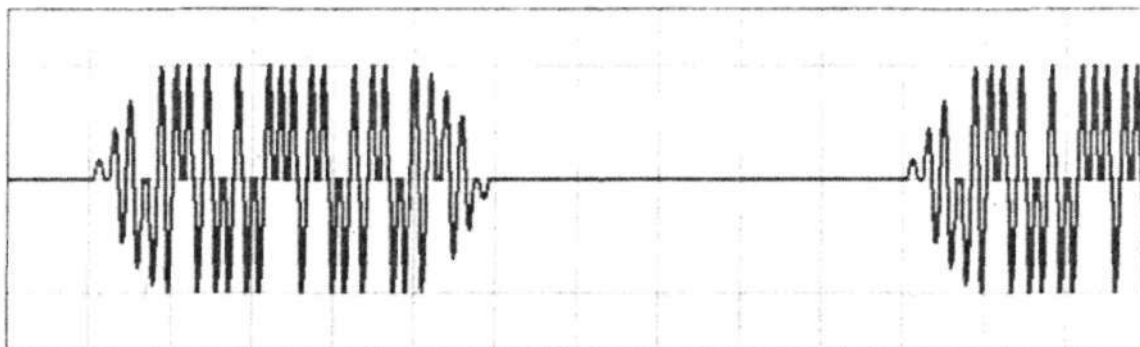


Рис. 3. Двоичная последовательность  $d(t)$  (а) и модулированный ею сигнал  $y(t)$  (б)

Фазоманипулированный сигнал предлагается использовать следующим образом (рис. 4): длительность сигнала -30 мс, промежуток между пачками -100 мс. Соотношение мощностей сигналов  $P_i/P_c \sim 10000$ , длительность импульса  $t_c/t_i \sim 10000$ .



Таким образом, планируется достичь большей безопасности сигнала за счет снижения мощности излучения, при неизменной выходной информации.

#### Литература

1. Голямина, гл. ред. «Ультразвук». - Москва : Совет, энцикл., 1979.
2. Физика ультразвука // Украинский ультразвуковой портал диагностики [Электронный ресурс]. - 2009. - Режим доступа: <http://ultrasound.net.ua/page/text/name=494>. - Дата доступа: 09.03.2009.
3. Электронная библиотека Hinari [Электронный ресурс]. - 2009. - Режим доступа: <http://hinari-gw.who.int/>. - Дата доступа: 05.04.2009.

### БЕСКОНТАКТНЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**М. В. Неверовский**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. М. Урбанович

Магнитные методы контроля относят к старейшим методам неразрушающего контроля материалов. Для лучшего отличия от магнитно-индуктивных методов их называют методами, использующими действие магнитных силовых линий. Этот вид контроля связан с изменением магнитного потока, а также магнитных полей, силовое действие которых наблюдают или измеряют.

Многие задачи испытания материалов могут быть успешно решены с помощью исследования магнитных свойств. Исследования магнитных характеристик твердых тел позволяют быстро и удобно определять химический и фазовый составы, структуру материалов. Кроме того, измерение магнитных свойств позволяет наблюдать изменение структуры металлов и сплавов при различной температуре и во времени. Мы предлагаем воспользоваться магнитными свойствами металлов для измерения температуры проволоки при волочении.

При этом различают две группы магнитных характеристик. Первая группа зависит от состава материала и, следовательно, от типа кристаллической решетки. К данной группе принадлежат парамагнитная и диамагнитная восприимчивость, индукция насыщения и температура Кюри. На характеристики второй группы оказывают влияние не только состав материала, но и почти в равной степени дефекты решетки, включая малые количества примесей. К таким характеристикам относятся магнитные свойства, определяемые по петле гистерезиса реального материала: начальная проницаемость, коэрцитивная сила, остаточное намагничивание и потери на гистере-

зис. Эти величины отражают в общем случае не только характеристики определенного материала, но и служат по мере необходимости для оценки его реальной структуры, а следовательно, механических и химических свойств.

С напряженностью магнитного поля  $H$  всегда связана вторая магнитная величина – плотность магнитного силового потока или магнитная индукция  $B$ :

$$B = \mu \times H = \mu_r \times \mu_0, \quad (1)$$

где  $\mu$ ,  $\mu_r$ , и  $\mu_0$  соответственно абсолютная магнитная проницаемость, относительная проницаемость и магнитная постоянная ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  В-с/А-м;  $H$  – теслах Т).

Аналогично диэлектрической поляризации часто также рассматривается магнитная поляризация  $I$ . Эта величина связана с индукцией, характеризующей свойства вещества, следующим уравнением:

$$I = B - \mu_0 \times H. \quad (2)$$

Величину  $\chi$  называют магнитной восприимчивостью. Часто в качестве применяемой на практике характеристики используют намагниченность  $M$ :

$$M = I \div \mu_0 = \chi \times H. \quad (3)$$

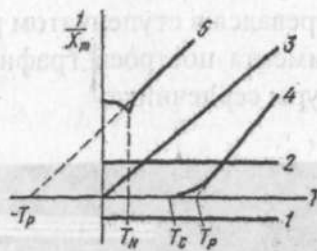


Рис. 1. Температурная зависимость магнитной восприимчивости: 1 – диамагнетизм; 2 – парамагнетизм электронов проводимости; 3 – парамагнетизм; 4 – ферромагнитные материалы; 5 – антиферромагнитные материалы

Диамагнитная и парамагнитная восприимчивость металлов зависит от температуры. Для большинства парамагнетиков справедлив закон Кюри–Вейсса:

$$\chi = \frac{C}{T + \Delta T}, \quad (4)$$

где  $\Delta T$  и константа Кюри  $C$  — характеристические величины.

Таким образом, подставляя формулы (4) и (2) в (3) получим

$$\frac{B - \mu_0 H}{\mu_0} = \frac{CH}{T + \Delta T}. \quad (5)$$

Выразим магнитную индукцию  $B$  из полученного выражения

$$B = \mu_0 H \left( 1 + \frac{CH}{T + \Delta T} \right).$$

Таким образом, полученная математическая модель отображает зависимость магнитной индукции от температуры.

Практическая апробация предложенной математической модели проводилась по следующей схеме, представленной на рис. 2.

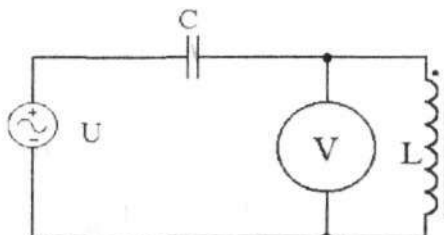


Рис. 2. Схема для измерения изменения параметров катушки индуктивности

Методика исследования была следующая: с помощью персонального компьютера, который выполнял роль генератора сигналов, через усилитель подавался синусоидальный сигнал на колебательный контур. Напряжение на катушке фиксировалось при помощи вольтметра. Используемые технические средства представлены на рис. 3.

Температура сердечника катушки, в качестве которого использовалась стальная проволока диаметром 2 мм, нагревался в ступенчатом режиме с интервалом в 50 градусов. По результатам эксперимента построен график зависимости изменения напряжения катушки от температуры сердечника.

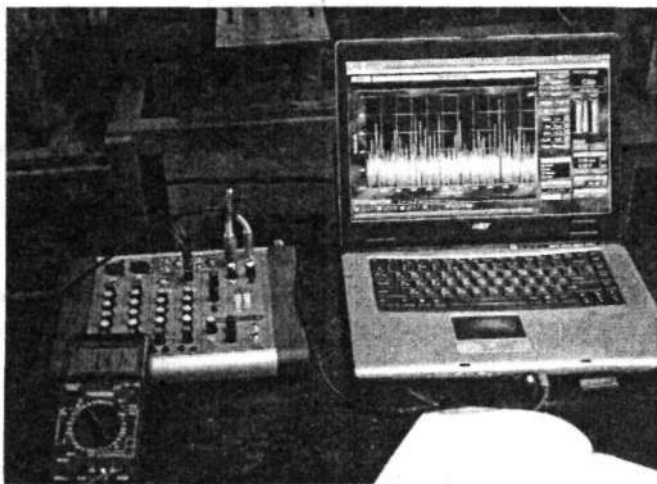


Рис. 3. Используемые технические средства

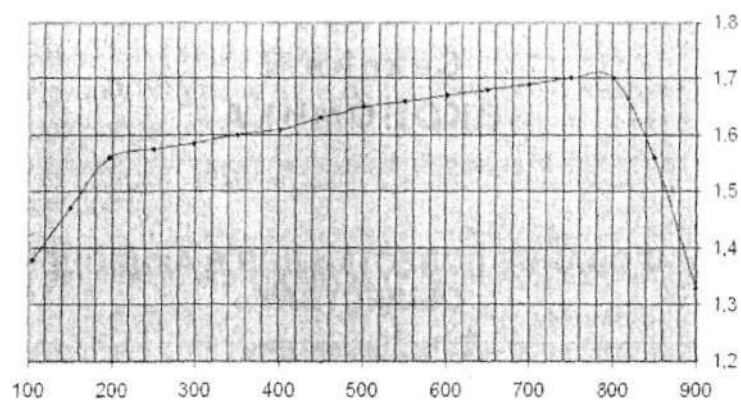


Рис. 4. Зависимость напряжения катушки от температуры сердечника

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод: предлагаемый способ можно использовать для измерения температуры длинномерных изделий. В частности, наиболее целесообразно применять для измерения температуры проволоки в процессе волочения.

## **Секция V ЭКОНОМИКА**

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕСТКИ ДНЯ В АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ**

Т. В. Лиморенко

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки*

Научный руководитель А. М. Артеменко

Согласно Закону Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «Об акционерных обществах, обществах с ограниченной ответственностью и обществах с дополнительной ответственностью» от 10 января 2006 г., очередные собрания участников общества проводятся не реже одного раза в год, а внеочередные - в случаях, когда этого требуют интересы общества. Законом срок полномочий выборных органов акционерного общества определен в один год. В связи с этим обязательными вопросами, которые должны включаться в повестку дня годовых общих собраний акционеров, являются утверждение годовых отчетов, бухгалтерских балансов, счетов прибыли и убытков общества и распределение его прибыли и убытков, избрание членов совета директоров (наблюдательного совета) и ревизионной комиссии, а также другие вопросы, требующие своего решения [1, с. 257].

Уполномоченный орган акционерного общества в сроки, установленные учредительными документами в соответствии с настоящим Законом, принимает решение о проведении общего собрания участников общества, в котором должны быть определены:

- дата, время и место (с указанием адреса) проведения общего собрания участников акционерного общества;
- повестка дня общего собрания участников хозяйственного общества с указанием формулировок проектов решений по каждому вопросу;
- форма проведения общего собрания участников хозяйственного общества, если она не определена учредительными документами, либо органами общества, требующими созыва внеочередного общего собрания участников хозяйственного общества в случаях, предусмотренных настоящим Законом;
- форма голосования по каждому вопросу повестки дня;
- форма и текст бюллетеня в случае голосования бюллетенями или заочного голосования;
- форма и текст карточки в случае открытого голосования карточками;
- порядок извещения лиц, имеющих право на участие в общем собрании участников общества о проведении общего собрания, если этот порядок не определен учредительными документами;
- перечень информации (документов) и порядок ее предоставления лицам, имеющим право на участие в общем собрании (порядок ознакомления с информацией этих лиц), при подготовке к проведению этого собрания;
- порядок регистрации лиц, имеющих право на участие в общем собрании.

При этом общество с числом акционеров-владельцев голосующих акций более одной тысячи обязано направить письменное уведомление или опубликовать информацию о проведении собрания не позднее, чем за 30 дней до даты его проведения. Решение о проведении общего собрания участников хозяйственного общества может содержать и иные сведения, указание которых целесообразно в каждом конкретном случае [1, с. 265].

Однако делают ли так на самом деле участники общества? Почему надо соблюдать требования и что будет, если соблюдать их не будут? Как мы можем выяснить то, что задумали?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, был проведен анализ двадцати пяти повесток дня различных акционерных обществ. Эти повестки были опубликованы в средствах массовой информации, а именно в газетах и на сайтах разных акционерных обществ в интернете.

Анализ показал, что например, лишь в 40 % анализируемых повестках дня соблюдается требование о сроках письменного уведомления акционеров о проведении собрания. В остальных повестках дня информацию о проведении собрания публикуют за 15-25 дней до даты проведения, что препятствует глубокой и тщательной подготовки участника к общему собранию акционеров из-за недостатка времени.

В двенадцати повестках дня годового общего собрания участников общества не включены вопросы по внесению изменений и дополнений в Устав акционерного общества.

Во всех повестках дня не указывается регламент проведения собрания. Хотя этого требования нет в законе, однако оно имеет очень большое значение. Ведь участник общего собрания должен знать длительность проведения собрания для планирования своего личного времени.

Такие важные вопросы как выборы руководства (правления), генерального директора и ревизионной комиссии ставятся на рассмотрение последним пунктом в 15 повестках дня. Это ведет к необъективности результатов голосования. Так как, акционеры под воздействием таких факторов, как долгая продолжительность собрания (более двух часов), нехватка свежего воздуха в помещении и другое, будут голосовать по таким важным вопросам необдуманно и скоропалительно, что позволит заинтересованным сторонам продвигать свои кандидатуры для отстаивания своих интересов. Поэтому в зависимости от важности вопросов, рассматриваемых на общем годовом собрании, предлагаем группировать перечень вопросов в следующем порядке:

1. Отчет руководства об итогах деятельности прошедшего года.
2. Выборы руководства (правления).
3. Выборы генерального директора.
4. Выборы ревизионной комиссии;
5. Отчет ревизионной комиссии (аудитора) по годовому отчету и балансу, счету прибылей и убытков.
6. Утверждение баланса, счета прибылей и убытков.
7. Изменение Уставного капитала.
8. Внесение изменений и дополнений в Устав акционерного общества.
9. Распределение прибыли и формирование дивидендов.
10. Программа деятельности предприятия на текущий год, намечаемые размеры и распределение прибыли.

В 23 повестках не указан порядок ознакомления акционеров с информацией (материалами) при подготовке к проведению собрания. Это может привести к непра-

вильной подготовке документов участниками, поэтому они имеют право отклонить решения собрания. Собрание может быть перенесено, что повлечет к дополнительным затратам.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что подготовка повестки дня требует тщательной и кропотливой работы. Необходимо учитывать множество требований к составлению повестки дня, которые влияют на решение общего собрания акционеров и от которых зависит дальнейший результат деятельности акционерного общества.

Методика исследования: документальный анализ повесток дня акционерных обществ, а также сравнительный анализ.

#### Литература

1. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «Об акционерных обществах, обществах с ограниченной ответственностью и обществах с дополнительной ответственностью»: Закон Респ. Беларусь от 10 янв. 2006 г. № 100-3.

## **ОТНОШЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА**

**Е. А. Ширай, О. П. Снитко**

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Научный руководитель И. В. Пономаренко

Развитие политических и экономических отношений между Европой и Беларусью объективно соответствует общеевропейским интересам, что неоднократно декларировалось на самых различных уровнях как со стороны Беларуси, так и со стороны ЕС, а также всех сопредельных с Беларусью государств. Особое значение при этом имеет географическое положение Беларуси как транзитной страны и все более очевидная значимость стратегического сотрудничества Беларуси с Россией. Надо признать, что, несмотря на полное расхождение взглядов на политическую ситуацию в Беларуси, официально Минск никогда не заявлял о вторичности отношений с ЕС. Тем не менее при всей остроте политических расхождений на протяжении двух последних лет белорусской стороной была разработана и официально предложена система подходов к развитию отношений с Евросоюзом, известная как концепция «ответственного соседства с ЕС».

Тезисно официальная позиция Республики Беларусь в вопросе развития отношений с Европейским Союзом выглядит следующим образом:

1. Выработка общегосударственной комплексной стратегии взаимодействия Республики Беларусь с Евросоюзом, причем это официально признается «не просто одним из главных внешнеполитических приоритетов, но и насущной потребностью определения устойчивых параметров и ориентиров внутреннего строительства страны».

2. Республика Беларусь признает, что ее «интересам, как и интересам членов ЕС, соответствует создание самодостаточной системы общеевропейской безопасности. Система европейской безопасности должна обеспечивать справедливый учет интересов всех государств континента. Сам факт ее строительства объективно снижает атлантическую (американскую) составляющую баланса сил и интересов на Европейском континенте».



3. Стимулирование перехода Европейского Союза от политики ограничений по отношению к Беларуси к политике вовлечения Беларуси в конструктивное и взаимовыгодное сотрудничество и процессы, связанные с европейской интеграцией.

4. Развитие программы партнерства Республики Беларусь с Европейским Союзом. Речь идет о размораживании процесса ратификации «Договора о партнерстве и сотрудничестве между Европейским Союзом и Республикой Беларусь», подписанного 6 марта 1995 г. в Брюсселе.

5. Развитие сотрудничества Республики Беларусь в рамках инициативы Европейского союза «Северное измерение». Официальный старт новому направлению в политике Европейского союза - сотрудничеству в рамках «Северного измерения» - дан на специальной конференции в Хельсинки 12-13 ноября 1999 г. с участием министров иностранных дел стран ЕС, России, Польши, Балтии, Норвегии и Исландии. Основными целями этого направления кооперации, идея которого возникла несколько лет назад, являются: укрепление стабильности и безопасности в Европе; сотрудничество в области энергетики, освоения природных ресурсов, охраны окружающей среды, ядерной безопасности, транспорта, связи и телекоммуникаций, торговли, трансграничного сотрудничества; сотрудничество в правовой области - борьба с незаконной миграцией, контрабандой. Беларусь официально продемонстрировала интерес к перспективам развития «Северного измерения», составной частью которого является развитие регионального сотрудничества.

Республика Беларусь обратилась к ЕС с просьбой о поддержке белорусской инициативы по подключению к проектам в рамках «Северного измерения» (в частности, в подключении Беларуси в рамках «Северного измерения» к совместным литовско-российским проектам - «Управление бассейном реки Неман», «Обучение общественных служащих», «Борьба с распространением вируса СПИД», «Создание информационного центра для предпринимателей», «Борьба с преступностью, усиление пограничного контроля», «Программа повышения квалификации таможенных служащих», а также в участии в работе Еврофакультета и программах студенческих обменов.

6. Развитие торговых отношений Республики Беларусь с Европейским Союзом. Европа является основным торговым партнером Беларуси вне СНГ. Доля европейских стран в общем товарообороте Республики Беларусь с дальним зарубежьем в 2000 г. составила более двух третей (4106,9 млн дол. США). В страны региона экспортировано 74 % (2166,6 млн дол. США) общего экспорта Беларуси вне СНГ, импортировано из региона 78,4 % (1940,6 млн дол. США). Торговля со странами-членами Евросоюза имеет важное значение для Беларуси, так как служит стабильным источником поступлений в нашу страну твердой валюты, а также продукции производственно-технического назначения, необходимой для развития белорусской промышленности.

В настоящее время Европейский союз является вторым после Российской Федерации торговым партнером Республики Беларусь. Доля ЕС во внешнеторговом обороте нашего государства составляет около 13 %, в товарообороте со странами вне СНГ - 37 %. По мере расширения ЕС за счет государств Центральной и Восточной Европы, являющихся важными торговыми партнерами Беларуси, роль Евросоюза во внешнеэкономических связях нашего государства будет возрастать. Количество предприятий, созданных с участием фирм из группы стран Евросоюза, по состоянию на 1 января 2001 г. составило 553 (в том числе 365 совместных предприятий и 188 иностранных предприятий, или 36 % от общего количества).

Республика Беларусь предоставила более благоприятные условия для доступа на белорусский рынок текстильных товаров, импортируемых из стран-членов ЕС, несмотря на то, что это затрудняет выполнение обязательств, принятых Беларусью в рамках международных договоров с третьими государствами, предусматривающих установление режима наибольшего благоприятствования во взаимной торговле, формирование Таможенного союза и Союза Беларуси и России, а также проведение переговоров со странами-членами Всемирной торговой организации по присоединению Беларуси к ВТО.

В настоящее время Евросоюзом применяются антидемпинговые меры в отношении импорта четырех товаров, происходящих из Республики Беларусь: хлористого калия, полиэфирных штапельных волокон, полиэфирного филаментного жгута и карбамидно-аммиачной смеси. Кроме того, Европейской комиссией проводится антидемпинговое расследование в отношении белорусского карбамида (мочевины).

По мере расширения ЕС на восток Беларусь оказывается в зоне экономического и геополитического притяжения ЕС. Основные параметры развития Республики Беларусь во все большей степени будут определяться влиянием ЕС. Экономическая ориентация, развитие политической системы, идеологии, культура Беларуси также во все возрастающей степени будут испытывать давление со стороны ЕС. Беларусь трансформируется в страну, зависимую от процесса европейской интеграции и от ЕС.

В этой связи открывается совершенно новый взгляд на российско-белорусское стратегическое партнерство. Россия выступает фактором, который ослабляет зависимость Беларуси от ЕС. Сохранение тесных белорусско-российских отношений способно ослабить влияние на Беларусь ряда негативных тенденций европейской интеграции и уменьшить степень зависимости Республики Беларусь от ЕС. Беларусь как бы оказывается в тени качественно нового российско-европейского соприкосновения. ЕС выступает основным внешнеэкономическим партнером РФ и расширение ЕС на восток усилит внешнеэкономическое значение ЕС для РФ. В ближайшие 10-15 лет Россия будет не в состоянии найти альтернативу рынку ЕС в качестве потребителя продуктов своего экспорта. Усиление европейской интеграции влечет за собой рост потребления странами ЕС российского сырья и дополнительно втягивает РФ в экономическое сотрудничество с ЕС. Неизбежное усиление экономической связки ЕС и России влечет за собой усиление технологической, финансовой, политической зависимости РФ от ЕС.

Тенденция к формированию единой энергетической системы ЕС и РФ, становление отношений стратегического партнерства ЕС и РФ открывает путь к возможному формированию единой системы безопасности с опорой на системы безопасности, базирующиеся в странах ЕС. Основной сложностью адаптации Беларуси к расширению и усилению ЕС является сохранение индустриального характера белорусской экономики в условиях, когда ЕС установил и наращивает отношения неэквивалентного обмена с Россией и другими странами бывшего СССР. По мере расширения ЕС будет усиливаться экономическое неравенство Беларуси и соседних стран, ставших членами ЕС и получивших значительную экономическую поддержку из нового союзного центра. Экономические позиции Республики Беларусь на рынках России и иных стран оказываются под всевозрастающим давлением европейских конкурентов, а формирование независимого от ЕС экономического пространства вокруг РФ становится невозможным в ходе установления отношений стратегического партнерства ЕС и РФ на базе неэквивалентного обмена между ними. С другой стороны, уже в ближайшей перспективе начнут сказываться и возможные позитивные эффекты расширения ЕС для Беларуси. Европа перестает быть биполярной, а значит, Бела-

русь перестает быть пограничным государством между Западом и Россией. Резко вырастает геополитическое значение территории Республики Беларусь как основного транспортного коридора между РФ и Европой, и это уникальное транзитное значение РБ позволит привлечь накопления, достаточные для модернизации значительной части белорусской промышленности собственными силами.

С позиций рационализма, исходя из вышеуказанных факторов, можно спрогнозировать наиболее адекватную обстоятельствам международную ориентацию Беларуси в среднесрочной перспективе. Здесь следует опереться на три основных положения:

1. Максимально способствовать прохождению через территорию Республики Беларусь трансевропейских коммуникационных проектов.

2. Сохранить привилегированные отношения Республики Беларусь с Россией и усилить прямой доступ к эксплуатации российских природных ресурсов. Стремиться сохранить роль одного из ведущих индустриальных регионов на российском экономическом пространстве.

3. Развивать двусторонние экономические и политические связи с ЕС, стремясь при этом к установлению отношений стратегического партнерства между крупными промышленными предприятиями РБ и крупными корпорациями ЕС и формируя собственную идеологическую, культурную, политическую ниши в процессе европейской интеграции.

## **РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ЛИЗИНГА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**А. В. Кузьмина**

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Беларусь*

Научный руководитель О. В. Арашкевич

Лизинговые операции, с их разнообразием способов и форм осуществления на практике, позволяют решить инвестиционные проблемы на макро- и микроуровнях. Лизинг отвечает ряду потребностей производства, без удовлетворения которых оно не может нормально функционировать и развиваться в рыночной среде. Одна из них, пожалуй, самая важная, состоит в необходимости технико-технологического обновления производства, другая - в кредитно-финансовом обслуживании организаций. Обе потребности взаимосвязаны и дополняют друг друга. Большое внимание уделяется развитию международного лизинга в Республике Беларусь, как формы инвестирования и кредитования, имеющие ряд преимуществ в своем использовании.

Международный лизинг оборудования - это не что иное, как привлечение зарубежных инвестиций (но не в денежной форме, а в натурально-вещественной форме) в экономику Республики Беларусь на более льготных условиях, чем отечественное долгосрочное кредитование из-за более низких процентных ставок, длительных сроков и экспорта налоговых льгот, предоставляемых правительствами развитых стран своим компаниям.

К международному лизингу относят только те операции, в которых хотя бы один из ее участников не является резидентом страны, в которой осуществляется лизинговая операция, или же все участники лизинга представляют разные страны. Такая сделка называется прямой. Если же участники международного лизинга - юридические лица одной страны, но капитал лизингодателя частично принадлежит иностранным фирмам, то заключается косвенная лизинговая сделка или сублизинговые

сделки. В международной сфере сублизинговые сделки, получившие название «дабл диппинг», используют комбинацию налоговых выгод в двух и более странах. Эффективность таких сделок связана с тем, что выгоды от налоговых льгот в одной стране больше, если лизингодатель имеет право собственности, а в другой стране - если лизингодатель имеет право владения. Учитывая данные особенности, лизинговое соглашение может быть построено по следующей схеме: национальная лизинговая компания покупает оборудование (право собственности) и отдает его в лизинг иностранной лизинговой компании (право владения), которая в свою очередь передает их в лизинг местным лизингополучателям.

Лизингодателями могут выступать: специализированные лизинговые компании, которые выполняют роль финансового посредника между производителем оборудования и лизингополучателем; производители объекта лизинговой сделки, заинтересованные в реализации своей продукции; спонсоры или партнеры, рассматривающие лизинг в качестве финансового инструмента при реализации инвестиционных проектов.

Лизингополучателем может быть как юридическое лицо, так и предприниматель. Физическое лицо не имеет право быть лизингополучателем.

Существуют три типа международного лизинга: экспортный, импортный и транзитный. Для Республики Беларусь наиболее актуален вариант импортного лизинга, когда нерезидентом Республики Беларусь является лизингодатель, лизингополучателем - резидент Республики Беларусь, а объект лизинга поставляется в нашу страну на условиях импортного контракта. Самые крупные сделки, относящиеся к международному лизингу, производятся при подключении большого количества стран. Число стран, задействованных в международных лизинговых операциях, не ограничено.

В случае международного лизинга особенно важны: выбор валюты контракта, оценка риска изменения курса валюты, таможенный режим в стране лизингополучателя, защита права собственности иностранного лизингодателя в стране лизингополучателя, наличие соглашения о неприменении двойного налогообложения между странами. С рядом стран подписан и ратифицирован договор об избежании двойного налогообложения. Это такие страны, как Польша, Швеция, Литва, Латвия, Россия, Китай и ряд стран СНГ. Лизингодатели этих государств уплачивают в своей стране налог на доход, полученный на территории Республики Беларусь.

В Республике Беларусь для определения правоспособности организаций при совершении сделок используется критерий места их учреждения в качестве юридического лица. В настоящее время наиболее активно осуществляется международный лизинг с юридическими лицами России, Украины, Польши, Латвии, Молдовы и другими странами.

Договорные условия международных лизинговых сделок отличаются сложной регламентацией прав и обязанностей контрагентов. Любые вопросы, связанные со сделками международного лизинга, решаются, учитывая положения международного права. Международное право включает права:

1. Страны лизингодателя или лизингополучателя, или любой другой страны, выбранной сторонами сделками. Если же не определили применимое право, то используется право страны лизингодателя.

2. Стран-участниц Оттавской Конвенции УНИДРУА о международном финансовом лизинге.

3. Стран-участниц Конвенции о межгосударственном лизинге.

Учрежденная в 1997 г. Лизинговая конфедерация Содружества независимых государств (СНГЛИЗИНГ) предусматривает открытие в ряде регионов государств-участников территориальных агентств СНГЛИЗИНГ и организацию их деятельности по разработке и осуществлению межрегиональных лизинговых проектов и программ. Большой вклад в развитие лизинговых отношений внесли учредители «Белорусского союза лизингодателей», которые рискнули внедрить инновационный, в те времена, финансовый инструмент - лизинг. С 1996 г. «Белорусский союз лизингодателей» входит в состав Европейской федерации национальных лизинговых ассоциаций (Leaseurope).

Первые шаги в области развития международного лизинга были осуществлены в 1994 г. Первоначально по сделке международного лизинга в Республику Беларусь поступали автопоезда таких европейских лизинговых компаний-производителей как Мерседес, Скания, МАН, Рено. Белорусские транспортники, не привлекая государственных средств и правительственных гарантий, полностью обновили по лизингу подвижной состав для международных перевозок. Сегодня на белорусском рынке представлены все европейские заводы - производители тягачей и полуприцепов, поставляющие машины в лизинг. Использование международного лизинга является одним из самых эффективных механизмов инвестиций для строительных организаций. В Республику Беларусь до 2010 г. планируется поставить по лизингу сельскохозяйственной техники на сумму более 270 млн дол. Для сельхозорганизаций республики будут приобретены тракторы, зерноуборочные и льноуборочные комбайны в России. Национальная авиакомпания «Белавиа» приобрела два самолета «Boeing 737/500». Белорусские организации будут также поставлять в государства-члены ЕврАзЭС тракторы, кормоуборочные комбайны, картофелесежалки и картофелекопатели на условиях лизинга. В 2009 г. Белорусское правительство выделит 400 млрд руб. в целевой проект - в уставной фонд национальной лизинговой компании, которая создается на базе ОАО «Промагролизинг», с целью стимулирования белорусского экспорта.

Перспективы белорусского рынка лизинговых услуг зависят от инвестиционного спроса, который сегодня значительно превышает предложение. Лизинг является высокоэффективным методом инвестирования и выгоден для всех участников лизинговых операций и государства в целом. Лизинг имеет ряд экономических преимуществ перед кредитованием и прямыми инвестициями: позволяет сохранить оборотные средства, улучшить финансовое положение субъектов хозяйствования, являющихся лизингополучателями, обеспечивает налоговые льготы, стимулирующие развитие предпринимательской деятельности; способствует расширению рынка сбыта производителей; совершенствует сервисную систему.

Очень важно, чтобы сделки проходили с учетом белорусского менталитета, государственного режима, общей экономико-правовой обстановки, экономического состояния страны. Организационные аспекты проведения лизинговой сделки в Западной Европе и в Республике Беларусь существенно отличаются. И эти особенности необходимо учитывать. Исходя из сегодняшних белорусских правил лизинга, договоры по международному лизингу нередко можно классифицировать как договоры купли-продажи в рассрочку, по которым у нас в стране иная форма бухгалтерского учета, иные налоговые и таможенные правила. Этот вид договорных отношений, в отличие от лизинга, не получил таможенных и налоговых льгот. Нормативно-правовая база лизинга дает возможность налоговой инспекции четко отличать сделки лизинга от купли-продажи и проверять правильность их отражения в бухгалтерском учете. Для лизингодателя крайне важно отследить, насколько ясны и эффек-

тивны нормы законодательства, которые регулируют процедуру возврата лизингового оборудования в случае нарушения лизингополучателем своих обязательств по сделке.

Для работы в области лизинга в условиях неустойчивой экономики необходимы нетрадиционные схемы с использованием системы договоров (страхования, поручительства, залога и др.), в которой лизинговый договор является ключевым, связывающим все сопутствующие договоры в единое целое, в единый проект, а лизингодатель становится основным лицом, управляющим реализацией всего лизингового проекта. Именно по такому пути пошли белорусские лизинговые компании, такой подход к лизингу обеспечил им устойчивость в условиях экономического кризиса и инфляции.

Несомненным преимуществом международного лизинга для страны лизингополучателя является тот факт, что сумма лизинговых сделок не учитывается в подсчете национальной задолженности, т. е. появляется возможность превысить лимиты кредиторской задолженности, установленные Международным валютным фондом по отдельным странам. Преимуществом является и свободная форма амортизации - способ государственной поддержки лизинга.

Развитие международного лизинга в Республике Беларусь имеет важное значение для экономики страны, делая ее более открытой. Осуществление скоординированных, действий и мер законодательного, нормативно-правового и организационного обеспечения межгосударственного лизинга позволит сделать его эффективным инвестиционным механизмом развития, усилить интеграционные связи, укрепить и развить экономический потенциал страны.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Л. Г. Восканова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. Е. Веретило

Опыт многих преуспевающих предприятий развитых промышленных стран показывает, что в условиях рынка с его жесткой конкуренцией планирование производственно-хозяйственной деятельности предприятий является важнейшим условием их выживаемости, экономического роста и процветания. Среди многих факторов правильное формирование структуры и содержания производственной программы является определяющим для оптимального планирования производственной деятельности предприятия. Производственная программа - основной раздел перспективного и годового бизнес-плана развития предприятия, в котором определяется объем изготовления и выпуска продукции по номенклатуре, ассортименту и качеству в натуральном и стоимостном выражениях.

При оптимизации производственной программы предприятия основная задача состоит в том, чтобы исходя из определенных ресурсов оборудования, рабочей силы, материалов с учетом реальных условий и ограничений, заказов и требований на продукцию определить производственную программу и реализовать ее с наилучшими результатами.

В данной работе был проведен анализ выполнения производственной программы на примере ОАО «8 Марта».

Анализ выполнения производственной программы по номенклатуре и ассортименту представлен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателей	Объем выпуска продукции в натуральном выражении, тыс. шт.				Выполнение плана, %	
	2006 г.		2007 г.		2006 г.	2007 г.
	план	факт	план	факт		
<b>Годовой объем производства - всего</b>	7819	6932	7383	6613	88,7	89,6
<b>В том числе по основным номенклатурным группам</b>						
Трикотаж	2957	2665	2831	2619	90,1	92,5
Чулочно-носочные изделия	4862	4267	4552	3994	87,8	87,7
<b>1. Трикотаж по основным номенклатурным группам и ассортименту:</b>						
<i>1.1. Бельевой трикотаж; - всего</i>	1983	1876	1991	1875	94,6	94,2
из него						
1.1.1. Белье мужское	783	737	782	721	94,1	92,2
1.1.2. Белье женское	431	335	355	334	77,7	94,1
<b>1.1.3. Белье детское</b>	664	682	725	733	102,7	101,1
1.1.4. Белье купальное	105	122	129	87	116,2	67,4
<i>1.2. Верхний трикотаж - всего</i>	974	789	840	744	81,0	88,6
Из него						
1.2.1. Верхний трикотаж для взрослых	668	500	532	366	74,9	68,8
1.2.2. Верхний трикотаж для детей	306	289	308	378	94,4	122,7
<b>2. Чулочно-носочные изделия - всего</b>	4862	4267	4552	3994	87,8	87,7
Из них						
2.1. Для взрослых	1095	804	857	723	73,4	84,4
2.2. Для детей	3767	3463	3695	3271	91,9	88,5

По данным, представленным в табл. 1, можно сделать вывод, что в 2006 г. план не выполнялся на 11,3 %, что составляет 887 тыс. шт. Соответственно в 2007 г. план не выполняется на 10,4 %, что составило 770 тыс. шт. Производственная программа была перевыполнена по детскому белью в 2006 г. на 2,7 % (18 тыс. шт.), в 2007 г. на 1,1 % (8 тыс. шт.). Также план был перевыполнен по белью купальному в 2006 г. на 16,2 %, что составило 17 тыс. шт. и по производству верхнего трикотажа для детей в 2007 г. на 22,7 %, что составило 70 тыс. шт. По всем остальным показателям производственная программа недовыполняется. Причинами ее невыполнения являются:

- недостаток оборотного капитала;

- низкий уровень использования производственных мощностей (2006 г.: 62,8, 69,3 %; 2007 г.: 64,9, 69,4 %);
- высокий уровень износа активной части основных фондов (2006 г. - 86,9 %; 2007 г. - 70,1 %);
- большие размеры предприятия и сложность технологии;
- ненадежное снабжение сырьем.

В табл. 2 показан анализ выполнения плана реализации продукции.

Таблица 2

Наименование продукции	Единица измерения	Объемы продаж				Выполнение плана, %		Удельное отклонение (±)	
		2006 г.		2007 г.		2006	2007	2006	2007
		план	факт	план	факт				
Трикотажные изделия	тыс. шт.	2698	2532	2831	2722	93,8	96,1	-166	-109
Чулочно-носочные изделия	тыс. шт.	4252	4007	4552	3913	94,2	86,0	-245	-639
<i>Всего</i>	тыс. шт.	6950	6539	7383	6635	94,1	89,9	-411	-748

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что план реализации всей продукции не выполняется на 5,9 и 10,1 % в 2006 и 2007 гг. соответственно. При этом план реализации трикотажных изделий не выполняется на 6,2 % (166 тыс. шт.) и 3,7 % (109 тыс. шт.) соответственно по годам. Аналогичная ситуация по чулочно-носочным изделиям: на 5,8 % (245 тыс. пар) и на 14 % (639 тыс. пар). Причины не выполнения плана реализации следующие: высокая конкуренция на внутреннем рынке; наличие на территории Республики Беларусь крупных предприятий, производящих аналогичную продукцию; задержка платежей в условиях инфляции со стороны торгующих организаций, что приводит к недостатку оборотных средств; вытеснение с рынков китайскими и ближневосточными производителями; незначительный объем рынков сбыта в РФ и странах СНГ.

Анализируя причины не выполнения плана по производству и реализации продукции, можно предложить следующие пути оптимизации производственной программы предприятия:

- изменения в ассортиментной политике;
- увеличения объема производства конкурентоспособной продукции.

Предлагаемый план по изменению ассортимента представлен в табл. 3.

Таблица 3

Показатель	Выпуск фактический		Выпуск предлагаемый		Темп роста, %
	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%	
Годовой объем производства - всего	6613	100	7078	100	107,032
В том числе по основным номенклатурным группам					
Трикотаж	2619	39,604	2803	39,602	107,03
Чулочно-носочные изделия	3994	60,396	4275	60,398	107,04



Окончание табл. 3

Показатель	Выпуск фактический		Выпуск предлагаемый		Темп роста, %
	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%	
<b>1. Трикотаж по основным номенклатурным группам и ассортименту:</b>					
<i>1.1. Бельевой трикотаж - всего</i>	1875	71,6	1843	65,8	98,3
из него					
1.1.1. Белье мужское	721	38,45	710	38,52	98,5
1.1.2. Белье женское	334	17,8	358	19,4	107,2
1.1.3. Белье детское	733	39,1	690	37,4	94,1
1.1.4. Белье купальное	87	4,64	85	4,61	97,7
<i>1.2. Верхний трикотаж - всего</i>	744	28,4	960	34,2	129,0
Из него:					
1.2.1. Верхний трикотаж для взрослых	366	49,2	580	60,4	158,5
1.2.2. Верхний трикотаж для детей	378	50,8	380	39,6	100,5
<i>2. Чулочно-носочные изделия - всего</i>	3994	60,396	4275	60,398	107,0
Из них:					
2.1. Для взрослых	723	18,1	805	18,8	111,3
2.2. Для детей	3271	81,9	3470	81,2	106,1

Предлагаемая программа производства продукции по ассортименту предусматривает увеличение выпуска трикотажных изделий на 7,03 %, чулочно-носочных - на 7,04 %, причем следует сократить выпуск бельевого трикотажа, в частности: мужского, детского и купального белья на 1,5, 5,9 и 2,3 % соответственно. Прирост выпуска изделий верхнего трикотажа составит 29,0 %, причем, выпуск верхнего трикотажа для взрослых следует увеличить на 58 %. Выручка от предлагаемого мероприятия, составит 27440 млн руб. Прирост прибыли составит:

$$\Delta\Pi = \Delta B - \Delta C = (B_{\text{пред}} - B_{\text{факт}}) - (C_{\text{пред}} - C_{\text{факт}}) = (27440 - 21847) - (24910 - 20831) = \\ = 1514 \text{ млн руб.}$$

Годовой экономический эффект от изменения производственной программы по ассортименту составит:  $\Xi = \text{Результаты/Затраты} = \Delta B / \Delta C = 5593 / 4079 = 1,37$  млн руб.

В качестве конкурентоспособной продукции примем детский трикотаж. В 2007 г. удельный вес емкости рынка, занимаемый ОАО «8 Марта» по производству детского трикотажа, составил 11,2 %, это выше на 4,8 % по сравнению с предыдущим годом. Объем производства ( $Q$ ) детского трикотажа в 2007 г. составил 1111 тыс. шт. Однако максимально возможный ( $Q_{\text{max}}$ ) составляет 1812 тыс. шт. Производственная мощность используется только на 61,3 %. Необходимо увеличить выпуск данного вида продукции до 701 тыс. шт. ( $\Delta Q = Q_{\text{max}} - Q = 1812 - 1111$ ). Таким образом прирост выручки составит:

$$\Delta B = B_{\max} - B = 9624 - 5523 = 4101 \text{ млн руб.}$$

Годовой экономический эффект от увеличения объема производства конкурентоспособной продукции за счет загрузки производственной мощности до 100 % составит:

$$\Xi = 4101/2185 = 1,88 \text{ млн руб.}$$

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

С. С. Грищенко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Тема инвестиционной привлекательности предприятия является одной из актуальнейших в настоящее время. Ведь предприятие должно так заинтересовать инвесторов, чтобы они вложили необходимые средства и были уверены в правильности своего выбора. Для этого инвестор должен обладать полной информацией о финансовом состоянии предприятия, его положении на рынке, конкурентоспособности продукции и т. д.

Главной проблемой при привлечении инвесторов, в том числе и иностранных, является нестабильность инвестиционного законодательства и сложность налоговой системы. Также инвестиционный рынок непрозрачен и нельзя получить достоверную информацию о его состоянии. Согласно исследованию Всемирного банка в рейтинге «Налогообложение» наша республика занимает последнее, 178-е место [1].

Для решения данной проблемы Главой государства в Послании белорусскому народу и Национальному собранию Республики Беларусь была поставлена задача обеспечить стабильность и комплексность инвестиционного законодательства. Современный процесс совершенствования законодательства должен обеспечить разработку законов прямого действия, которые будут соответствовать ожиданиям и интересам бизнесменов. Немаловажным критерием улучшения инвестиционного климата является повышение и поддержание кредитного рейтинга Республики Беларусь, полученного в 2007 г. [1].

Также в стране приняты организационные решения, необходимые для выполнения установленных параметров инвестиционной деятельности за счет национальных ресурсов. Утверждены темпы роста инвестиций в основной капитал, объемы инвестиций, задания банкам по инвестиционному кредитованию, перечень важнейших инвестиционных проектов.

Активная роль в деле улучшения инвестиционного климата отводится Консультативному совету по иностранным инвестициям при Совете Министров Республики Беларусь. Данный орган рассматривает проблемные вопросы, которые препятствуют эффективной работе инвесторов на территории страны, а также предлагает способы их решения.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.01.2008 г. № 8 «Об утверждении основных целевых показателей прогноза социально-экономического развития Республики Беларусь на 2008 год» предусмотрено влива-

ние в экономику республики более 34 трлн руб. инвестиционных ресурсов, что обеспечит их сопоставимый рост по отношению к прошлому году в размере 125 %. Реально за 2008 г. в реальный сектор экономики (кроме банков) иностранные инвесторы вложили 6,5 млрд дол. США инвестиций. Основными инвесторами организаций республики были субъекты хозяйствования России (33,2 % от всех поступивших инвестиций), Швейцарии (18,8 %), Соединенного Королевства (10,9 %), Кипра (8,5 %).

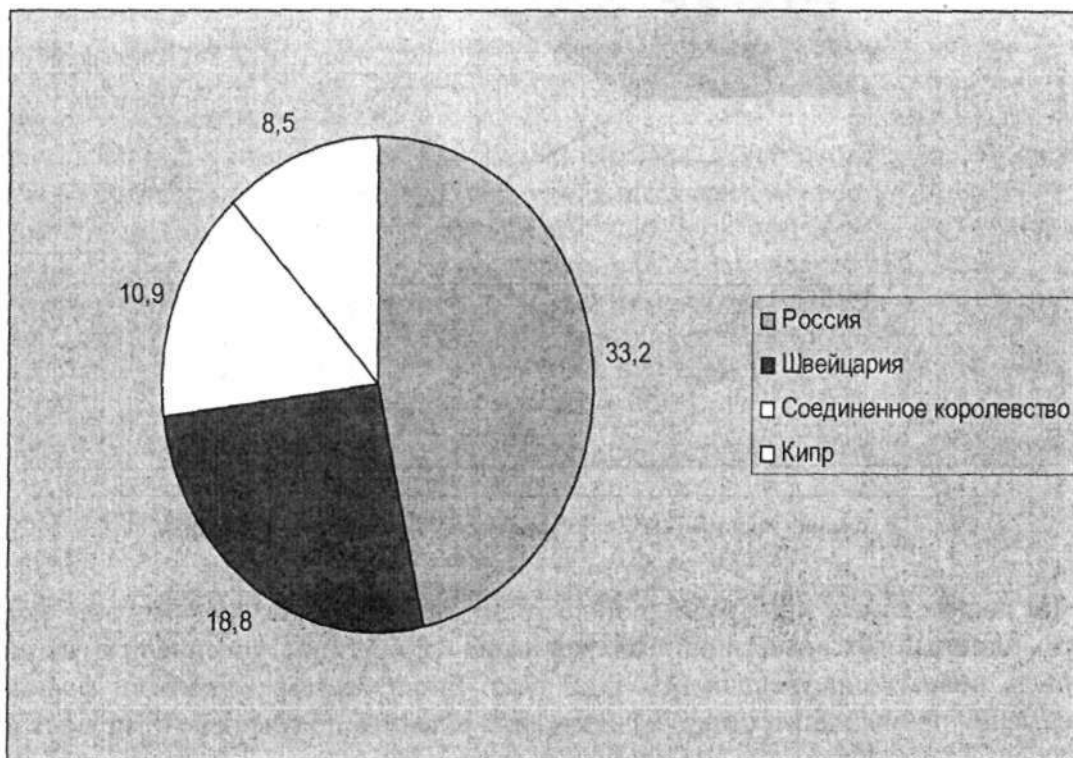


Рис. 1. Основные инвесторы организаций Республики Беларусь, %

В 2008 г. инвестиций в основной капитал использовано в объеме 35,9 трлн руб. В структуре производственных отраслей преобладали инвестиции, направленные на развитие промышленности (27,7 % от общего объема инвестиций), сельского хозяйства (14,6 %), транспорта и связи (11,3 %) [2].

За 2008 г. наибольшие суммы иностранные инвесторы вложили в субъекты хозяйствования г. Минска (42,7 % от всех поступивших инвестиций), Минской (21 %), Гомельской (15,2 %) и Витебской (14,5 %) областей.

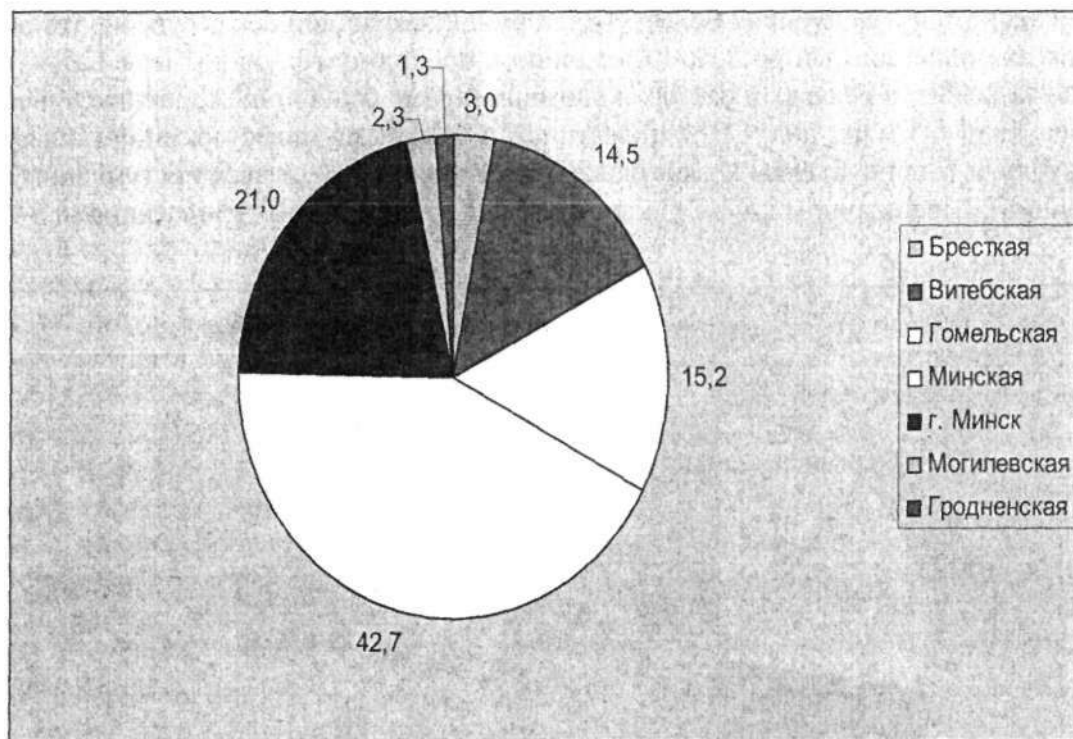


Рис. 2. Вложения иностранных инвесторов по субъектам хозяйствования, %

На долю прямых иностранных инвестиций приходилось 34,9 % от всех полученных иностранных инвестиций. По сравнению с 2007 г. поступление прямых иностранных инвестиций увеличилось в 1,7 раза. Вместе с тем основными формами привлечения прямых инвестиций были кредиты и займы, полученные от прямых инвесторов (67 % от общего объема прямых инвестиций).

В январе 2009 г. инвестиции в основной капитал по Республике Беларусь составили 2143 млрд руб. Ввод в эксплуатацию жилья за счет всех источников финансирования в 2009 г. составил 294,5 тыс. м<sup>2</sup> общей площади [2].

Мировая практика показывает, что увеличение притока иностранных инвестиций достигается не только при помощи улучшения делового климата и условий хозяйствования, но и эффективной системы предоставления инвестиционных объектов: информационное обеспечение, реклама, разработка имиджевой стратегии страны, совместные встречи представителей власти и бизнеса.

Для совершенствования действующих в Республике Беларусь экономико-правовых условий необходимо:

во-первых, подобрать такие показатели эффективности инвестиционных проектов, с помощью которых можно оценить эффективность с макроэкономической точки зрения;

во-вторых, усовершенствовать действующую систему мониторинга процессов эксплуатации инвестиционных проектов;

в-третьих, усовершенствовать процесс стимулирования работников (материальное поощрение).

Для улучшения результатов работы нужно применять такие методы, как переориентации ассортиментной политики на выпуск конкурентоспособной продукции, вливания значительных кредитных ресурсов, осуществления эффективных сырьевых

схем, изменения организационной структуры и усиления маркетинговой службы, высокой степенью организации производства, высоким уровнем квалификации кадров (как производственного, так и управленческого персонала), высоким качеством выпускаемой продукции.

Для повышения качества разработанных инвестиционных проектов, упрощения и повышения эффективности их экспертизы, исключения недоразумений при приобретении технологического оборудования необходимо создать организацию, которая будет осуществлять сбор информации о количественных характеристиках и уровнях цен на создаваемые машины и технологическое оборудование. Это позволит значительно ускорить, упростить, а также снизить трудоемкость процессов разработки и экспертизы инвестиционных проектов.

Мы считаем, что привлечение дополнительных инвестиций в производство с целью обновления оборудования, расширения выпускаемого ассортимента, улучшения его качества и реализации, получения максимальной прибыли, а также изменение в ассортиментной политике открывают широкие перспективы в насыщении республиканского рынка современными изделиями и завоеванию рыночных позиций в ближнем и дальнем зарубежье.

#### Литература

1. Дмитриевич, Н. Улучшение инвестиционного климата в Беларуси / Н. Дмитриевич // Финансовый дир. - 2008. - № 6. - С. 13.
2. Режим доступа: <http://belstat.by>.

## СЭЗ «ГОМЕЛЬ-РАТОН»: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД

**А. И. Кирьянова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Башлакова

Стремительное увеличение числа свободных экономических зон - одно из наиболее характерных явлений, получивших интенсивное развитие в мировой экономике за истекшую четверть века.

Все свободные экономические зоны (беспошлинные таможенные территории, промышленно-торговые и технико-внедренческие зоны и т. п.) объединяет беспошлинный или льготный режим ввоза и вывоза товаров, определенная обособленность в хозяйственном, торговом, валютно-финансовом отношениях от остальной территории принимающей страны, активное взаимодействие с иностранным капиталом, а также тесная связь с мировым рынком.

Стратегия экономического развития Республики Беларусь должна разрабатываться с ориентацией на мировой уровень. Это подразумевает существенное усиление влияния внешнеэкономических связей на темпы, пропорции и характер экономического роста в стране, внутреннее ценообразование и региональное развитие. Такая форма внешнеэкономических связей, как СЭЗ, призвана способствовать усилению использования в нашей экономике прогрессивной зарубежной технологии и управленческого опыта, развитию экспортного сектора страны и расширению финансовой базы модернизации народного хозяйства.

Создание СЭЗ «Гомель-Ратон» в г. Гомеле в немалой степени было предопределено выгодным географическим месторасположением города вблизи юго-восточной границы Беларуси с Украиной и Россией на перекрестке проходящих

здесь торговых путей из Европы в Россию, из стран Балтии и Скандинавии в Украину, Турцию, Грузию и страны Ближнего Востока. Гомель сегодня - крупнейший на юго-востоке Беларуси комплексный транспортный узел, где пересекаются железнодорожные, автомобильные и воздушные магистрали, ведущие на Москву, Санкт-Петербург, Северный Кавказ, Киев, Крым, Одессу, Брест, в прибалтийские торговые порты Клайпеду, Калининград и др. К границам СЭЗ прилегает Гомельский аэропорт, имеющий статус международного и способный принимать широкофюзеляжные самолеты. Речной порт «Гомель» расположен на реке Сож и имеет выход в Черное море. Порт предназначен для переработки тарно-штучных и навалочных грузов. Обладает полным комплексом инженерно-технического обеспечения. Длина причальной линии - 455 м. Она принимает суда типа «река-море».

С начала деятельности СЭЗ «Гомель-Ратон» привлечено инвестиций на сумму более \$50 млн, в том числе иностранных инвестиций - \$19,2 млн. Капитал в создание и развитие предприятий на территории СЭЗ «Гомель-Ратон» вложили представители бизнес-кругов таких стран, как Германия, Израиль, Лихтенштейн, Чехия, Польша, Россия, Франция, Кипр, Молдова, Швейцария, США. Предприятия-резиденты СЭЗ «Гомель-Ратон» освоили более 77 тыс. м<sup>2</sup> неиспользуемых и неэффективно используемых производственных площадей, из которых более 65 тыс. м<sup>2</sup> производственных площадей приобретены в собственность и более 13 тыс. м арендуются. Предприятиям-резидентам СЭЗ «Гомель-Ратон» переданы в долгосрочную аренду более 63 га земельных участков.

Создано 2021 рабочее место, в том числе отечественными предприятиями - 653, совместными - 255, иностранными - 1113. Объем произведенной продукции в 2005 г. на предприятиях-резидентах СЭЗ вырос на 25 % по сравнению с 2004 г. Удельный вес доходов СЭЗ в сумме налогов, сборов и других отчислений, уплаченных резидентами СЭЗ в консолидированный бюджет и внебюджетные фонды, составляет около 19 %.

Среди успешно работающих на территории СЭЗ предприятий следует отметить РУП НПО «Ратон» - первенец радиомашиностроения в Беларуси и резидент № 1 в СЭЗ «Гомель-Ратон», ОАО «Гомелькабель» - лидер в производстве эмальпроводов, изолированных и обмоточных проводов, алюминиевой и медной проволоки, ОАО «Гомельский завод «Электроаппаратура» - крупнейшее предприятие в СНГ по производству низковольтной аппаратуры, применяемой в энергетике, СООО «Беккер-Систем» - производит окна, двери, витражи, перегородки из дерева, алюминия и пластика, оконный профиль. Большое значение для экономики Гомельского региона, как и для Республики Беларусь в целом, является то, что предприятия-резиденты СЭЗ имеют экспортоориентированную направленность. Уверенное наращивание экспортного потенциала резидентами СЭЗ подтверждается тем, что среди административно-территориальных единиц Гомельской области объем экспортных поставок СЭЗ «Гомель-Ратон» занимает 5 место после г. Гомеля, Мозыря, Жлобинского и Светлогорского районов, при этом опережая такие промышленно развитые районы, как Рогачевский, Речицкий, Гомельский и др.

Основные показатели деятельности	Год					
	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Зарегистрированных резидентов на конец года, ед.	35	45	38	36	35	34
Среднесписочная численность, чел.	3862	5116	5395	5392	7188	8457
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	59	252	355	460	525	658
Объем производства промышленной продукции, работ, услуг в фактических отпускных ценах, млн руб.	28,2	117,2	167,5	214,3	324,9	496,9
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	11,7	119,8	225,5	318,1	238,1	314,0
Экспорт товаров, млн дол. США	28,8	51,4	62,3	56,8	80,1	111,6
Импорт товаров, млн дол. США	31,3	47,9	75,4	81,6	83,6	103,8

Из таблицы видно, что у предприятия достаточно быстрыми темпами растет объем производства промышленной продукции, работ, услуг в 2007 г. по сравнению с 2006 г. он увеличился на 52 %, а по сравнению с 2003 г. на целых 300 %. Количество инвестиций в основной капитал в 2007 г. выросло почти в 3 раза по сравнению с 2003 г., экспорт товаров также увеличился и составил в 2007 г. 116,6 млн дол. США, что на 31,5 млн дол. США больше, чем в 2006 г.

Несмотря на достигнутые результаты, существуют и проблемы.

Количество зарегистрированных резидентов колеблется в районе 35 единиц, что свидетельствует об отсутствии вступления в СЭЗ новых резидентов.

Это связано:

- с недостаточно благоприятными условиями для вступления;
- с отсутствием должной технологии производства.

Одним из путей решения данной ситуации является бизнес-план по организации технопарка на базе СЭЗ, разработанный группой научных сотрудников по поручению Гомельского облисполкома.

Это изначально предусматривалось генеральным планом развития СЭЗ, и администрация зоны за прошедшие годы сделала определенные наработки в данном направлении:

- создана площадка, на которой размещены переведенный из Минска Институт радиобиологии НАН Беларуси, РУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь, СКТБ «Металлополимер», базирующегося в Гомеле Института металлополимерных систем НАН Беларуси и Гомельское головное СКТБ гидроаппаратуры;
- формируется рыночная среда путем создания эволюционного развития науки и культуры, необходимая для работы в новых инновационных условиях;
- функционирует бизнес-инкубатор малого предпринимательства;
- планируется заключение долгосрочных договоров с научным институтом Гомельщины;
- разрабатывается размещение импортозамещающего производства.

Но потребуются создание и целого ряда других рыночных структур: страховых, лизинговых компаний, консалтинговых, инжиниринговых, внедренческих фирм, иных мобильных творческих коллективов. Для этих фирм потребуются сотни ме-

неджеров, маркетологов, программистов. Все это предстоит заранее предусмотреть в бизнес-плане, включая создание бизнес-школ и бизнес-классов, рекламной фирмы и ярмарочно-выставочного комплекса. Без перечисленных чисто рыночных структур не существует ни одного технопарка в мире. При этом важно учитывать, что их наличие на рынке инноваций диктуется только спросом со стороны хозяйственников.

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

О. В. Викулова

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. В. Емельянцева

В системе воспроизводства, безотносительно к его общественной форме, инвестициям принадлежит важнейшая роль в деле возобновления и увеличения производственных ресурсов, а следовательно, и обеспечении определенных темпов экономического роста.

Концентрация хозяйственных единиц по регионам Беларуси неравномерная, развитие многих городов и прилегающих к ним территорий иногда зависит от одного-двух предприятий.

Несомненно, что инвестиционная деятельность как на микро-, так и на макроуровнях осуществляется на основе общих принципов и целей. Определяющее значение при этом имеют результаты хозяйственной деятельности инвестируемых отраслей, их технический уровень, организация производства, развитие предпринимательства, способность к освоению инноваций.

Однако какие бы направления инвестиций предприятие или регион не избрали, их основной задачей должна выступать проблема повышения эффективности инвестиционной деятельности. Сегодня становится очевидным, что это повышение может быть достигнуто посредством:

- улучшения воспроизводственной структуры капиталовложений, повышения удельного веса затрат на реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий при соответствующем сокращении удельного веса нового строительства в сфере производства;

- усовершенствования технологической структуры капитальных вложений, увеличение в их составе современного оборудования и соответствующего сокращения строительно-монтажных работ;

- изменения отраслевой структуры капитальных вложений в пользу отраслей, вырабатывающих продовольствие и предметы потребления с целью значительного повышения жизненного уровня населения.

Чтобы достичь поставленных целей в инвестиционной деятельности необходимо перенести центр тяжести в государственной политике инвестиций на региональный уровень. Для этого требуется гораздо больший удельный вес бюджетных средств оставлять на местах, особенно в таких индустриально развитых областях, как Гомельская. Одновременно необходимо разграничить государственный бюджет на две части: бюджет потребления и бюджет развития. При этом, соблюдая политику адресной социальной поддержки населения, перевести ее нормативную основу, достаточную для стимуляции роста и повышения жизненного уровня населения с тем, чтобы ее средства были направлены на решение инвестиционных проектов.



Поскольку промышленность играет важную роль в развитии потенциала региона, то при проведении инвестиционных процессов очень важно конкретно оценить перспективы местной промышленной деятельности.

Инвестиционный процесс на уровне регионов, прежде всего, определяется структурой их производственных комплексов. И это понятно, так как отдельные отрасли промышленности и других сфер хозяйственной деятельности неравномерно распределены по регионам (областям) республики. По этой причине они имеют неодинаковый удельный вес и внутри регионов. Примером этого может быть Гомельская область, предприятия которой производят 21 % республиканского объема промышленной продукции. Такой объем не достигнут ни в одной области.

В Гомельской области сосредоточен весь республиканский объем производства нефти, проката черных металлов, фосфатных удобрений, кормоуборочных комбайнов, полированного стекла, около 100 % столовой соли. В этих условиях в области сложилась такая структура промышленного производства, когда несколько крупнейших предприятий в качестве градообразующих занимают ведущее место в области. Так, РУП «ПО Белоруснефть» производит 41 % промышленной продукции, РУП «БМЗ» - 16 %, РУП «Гомсельмаш» - 4 %, а все остальные 39 %. Характерно, что все остальные промышленные предприятия области производят только 39 % промышленной продукции или на 2 % меньше, чем одно РУП «ПО Белоруснефть». Следовательно, особенность концентрации капитала и производства в регионе состоит в том, что такой концентрации в других регионах просто нет. Поэтому и объем инвестиций не может быть одинаковым. Не случайно, что за 2007 г., по данным статистики, объем инвестиций в основной капитал в расчете на одного жителя в Гомельской области составил 1589,8 тыс. руб., тогда как в 2006 г. всего 1055,3 тыс. руб. Отсюда следует вывод, что с целью повышения эффективности инвестиций необходимо усиление роли в инвестиционном процессе квоты местных бюджетов, призванных обеспечить реализацию региональных интересов. Естественно, что одновременно не должна ослабевать и роль республиканского бюджета. Тем более, что это связано с реализацией общегосударственных интересов в инвестиционном процессе любого региона. Между тем реально мы не наблюдаем повышения роли ни республиканского, ни местных бюджетов в активизации инвестиций в регионе.

Именно на основе комплексного подхода к решению острых проблем инвестиционного процесса крупнейшие предприятия Гомельской области добились заметных успехов. Так, на РУП «ПО Белоруснефть» для инвестиций широко используются собственные и заемные средства, в частности средства немецких кредитов. Благодаря этому на предприятии имеют место положительные тенденции практически во всех важнейших направлениях, начиная с роста выручки в сопоставимых ценах и соответственно прибыли и заканчивая ростом доли выхода светлых продуктов из одной тонны переработанной сырой нефти. Результатом этого является то, что РУП «ПО Белоруснефть» является одним из крупнейших источников поступления средств в областной и республиканский бюджеты.

Огромное, к сожалению, отрицательное, воздействие на инвестиционный процесс оказывают последствия чернобыльской катастрофы. Это сдерживает развитие многих отраслей народного хозяйства, особенно сельхозпредприятий. По этой причине из-за недостатка качественного сырья не развивается необходимыми темпами пищевая промышленность. А это налагает свой отпечаток на экономический комплекс всего региона. Испытывает затруднения в обеспеченности сырьем, прежде всего, легкая промышленность, лесное хозяйство, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность.

Стремления большинства предприятий Беларуси провести реструктуризацию, модернизировать основной капитал, «раскрутить» свой уникальный бренд нередко терпят неудачу. Одна из причин - инвестиционный голод, острый недостаток инвестиционных средств.

Необходимость перевода регулирования инвестиционной деятельности на региональный вектор вызывается также тем, что каждая область, каждый регион имеет свое экономическое лицо и особенности.

Промышленность Гомельской области имеет высокий производственный потенциал, который может использоваться более эффективно при вложении капитала. В данный момент предприятия области находятся в положении, когда им требуются новые исследования и разработки, новые усовершенствованные технологии, модернизация и реконструкция производства. В области созданы прекрасные условия для выгодного вложения инвестиций, создания новых промышленных предприятий, освоения сельскохозяйственных угодий. Следовательно, бюджетное финансирование инвестиций в промышленность должно учитывать этот фактор. Конечно, с учетом приоритетности развития тех или иных отраслей народнохозяйственного комплекса в данный момент или на перспективу.

Важнейшей особенностью регионального аспекта инвестиционного процесса в Гомельской области является наличие высокого уровня концентрации капитала, а следовательно, и производства на отдельных предприятиях. Речь идет не только о том, что эти предприятия обычно являются градообразующими, но и в том, что, с одной стороны, они определяют специализацию области и региона, а с другой - решающим образом обеспечивают развитие последнего, в том числе и повышение жизненного уровня всего населения.

Существенной особенностью инвестиционной деятельности в рамках регионов является то, что инвестиционный процесс нередко мало влияет на производство в регионе в целом. Дело в том, что отрасли народного хозяйства, обеспечивающие материальными и натуральными ресурсами инвестиционную деятельность, не обязательно размещены в регионе. Поэтому рост производства в тех отраслях, где возрастут инвестиции, не обязательно окажет воздействие на развитие тех отраслей, которые попадут под воздействие роста производства на инвестируемых предприятиях в рамках государственной экономической политики. Естественной отраслью, которая воспримет прямое воздействие инвестиций в промышленности, является сельское хозяйство.

Как видим, сложный и противоречивый процесс инвестиционной деятельности в народном хозяйстве республики дополняется региональными особенностями, которые также должны быть учтены. В практическом плане это означает, что как на уровне страны, так и на уровне регионов и отдельных отраслей должны постоянно преодолеваться противоречия в формировании инвестиционных фондов, в организации процесса инвестиций и инноваций, в обеспечении роста общественного производства и жизненного уровня населения.

## **АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ СЛОЖИВШЕЙСЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ**

О. С. Таутько

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Трейтьякова

Планирование - это процесс принятия управленческого решения, основанный на обработке исходной информации и включающий в себя определение и научную постановку целей, средств и путей их достижения посредством сравнительной оценки альтернативных вариантов и выбора наиболее приемлемого из них в ожидаемых условиях развития.

Общегосударственное планирование увязывает все факторы производства, поддерживает сбалансированность натурально-вещественных и стоимостных потоков, обеспечивает рациональное и эффективное использование ресурсов для достижения поставленных целей и задач, что отражается в плановом документе. Суть планирования стратегии развития экономики Республики Беларусь состоит не в разработке и доведении многочисленных показателей до исполнителей, а в научной постановке целей предстоящего развития и выработке действенных средств их реального достижения.

В республике разработаны: Комплексная программа научно-технического прогресса, Основные направления социально-экономического развития страны на долгосрочную перспективу, Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001-2005 гг., 2006-2010 гг., а также ежегодно составляемые прогнозы социально-экономического развития страны. В данном докладе будут подняты проблемы реализации стратегии социально-экономического развития Республики Беларусь в 2009 г. и предложены некоторые варианты по преодолению проблем, возникших в связи с мировым финансово-экономическим кризисом.

В целом социально-экономическое развитие страны в 2008 г. следует признать успешным. Данная оценка особенно значима в условиях, когда в мире происходит резкое углубление финансово-экономического кризиса и многие страны, снижая темпы роста, переходят в кризисное состояние. Среди негативных тенденций следует отметить дальнейшее увеличение дефицита внешней торговли товарами и услугами, при котором темпы роста физического объема импорта значительно превышали темпы роста ВВП и промышленности, что было сопряжено с быстрым увеличением валового внешнего долга.

Существенные изменения в финансово-экономической сфере произошли в конце 2008 г. Хотя они не смогли существенно повлиять на годовые показатели, следует иметь в виду, что угрожающие тенденции конца прошлого года будут определять динамику показателей на протяжении текущего года. Среди этих изменений следует отметить значительный спад темпов роста производства, вызванный сокращением спроса, увеличение запасов готовой продукции, ухудшение финансового состояния предприятий, рост скрытой безработицы, связанной с вынужденным сокращением рабочего дня и рабочей недели.

Указанные неблагоприятные процессы, начавшиеся в конце 2008 г., обусловили негативные процессы не только в экономике, но и в социальной сфере, что уже имеет место в ряде стран мира, где происходит существенное изменение уровня жизни населения. Вряд ли следует ожидать прогнозируемый правительством в текущем го-

ду рост белорусского ВВП 5 %. Ведь уже в ноябре по сравнению с октябрём 2008 г. промышленное производство в республике упало на 13,8 %. При этом отрицательное сальдо внешней торговли в январе-октябре составило 4,75 млрд дол. (с Россией - 11,85 млрд), а совокупный внешний долг на 01.10.2008 г. достиг 14,557 млрд дол. На складах скопилось продукции на 2,4 млрд дол., которую вряд ли можно продать даже с 50%-ным дисконтом. Все это требует принятия эффективных и хорошо сбалансированных решений как стратегического, так и тактического плана.

Для выработки таких решений целесообразно исходить из общих закономерностей любого кризисного процесса. Стратегия государственного регулирования в условиях кризиса должна быть направлена на недопущение резких негативных изменений в социально-экономической сфере, эскалация которых может привести к необратимым процессам деградации экономики и общества; стимулирование и поддержку всех тех структур и элементов экономики, которые позволят вернуть социально-экономическую сферу в состояние устойчивости и быстрого развития. Фактически государственное регулирование в условиях кризиса должно выполнять две функции - обеспечить поддержку и модернизацию.

Без реализации мер поддержки экономика способна оказаться в таком положении, что ее модернизация за счет собственного потенциала будет невозможна, а без модернизации на основе одной лишь поддержки экономика длительное время быть на плаву не может и рано или поздно наступит ее крах; по мере модернизации экономики возрастает ее потенциал, который в определенный момент достигает уровня, при котором она начинает расти и развиваться и постепенно потребность в поддержке исчезает.

Указанную диалектику необходимо иметь в виду при выработке мер по нейтрализации финансово-экономического кризиса в Беларуси.

Условно все действия по нейтрализации финансово-экономического кризиса следует разбить на две группы:

1) меры по поддержке экономики и социальной защите населения;

2) меры по модернизации экономики, направленные на создание предпосылок экономического роста и повышение ее конкурентоспособности.

В общем случае следует, однако, иметь в виду, что многие из них могут иметь двойное действие - обеспечивать одновременно и поддержку, и модернизацию экономики. За исключением уже осуществляемых в стране мер можно предложить следующие дополнительные меры:

- отказ от доведения предприятиям объемных показателей по производству товаров, работ, услуг, снижение до нормативного уровня запасов готовой продукции с целью пополнения денежной части оборотных средств;

- разрешение организациям (в первую очередь валообразующим), включая банки, осуществлять безденежные взаиморасчеты, в том числе с помощью эмитированных ими векселей;

- обеспечение широкой возможности и доступности получения потребительских кредитов для покупки отечественных товаров;

- полный запрет (или значительное повышение процентных ставок) на выдачу потребительских кредитов для покупки импортных товаров и услуг, а также кредитов торгующим организациям на покупку товаров, аналоги которых производятся в Беларуси;

- создание лизинговой компании по продаже отечественных инвестиционных товаров за рубежом с уставным капиталом, сформированным из эмиссионных

средств Национального банка в рублях (при этом иностранный лизингополучатель получает товар, за который постепенно рассчитывается твердой валютой, а отечественный производитель за свой товар - белорусские рубли);

- коренной пересмотр системы управления внешним долгом страны, предусматривающий его сохранение в пределах пороговых значений. Замещение краткосрочных заимствований банков и предприятий долгосрочными (возможно, под гарантии государства);

- формирование пакета предложений по продаже ликвидной государственной собственности иностранным инвесторам (в размере примерно 2-2,5 млрд дол. США) на случай чрезвычайного положения;

- снижение налоговой нагрузки, прежде всего для предприятий-экспортеров, до уровня российской с целью обеспечения ценовой конкурентоспособности белорусских товаров;

- предоставление большей самостоятельности организациям в установлении форм и систем оплаты труда исходя из сложившейся рыночной конъюнктуры и собственных целей организации при обязательном соблюдении минимальных установленных государством гарантий в части оплаты труда;

- обязательное информирование нанимателями органов по труду, занятости и социальной защите о временной приостановке производства в связи с последствиями финансово-экономического кризиса, принимаемых решениях по высвобождению персонала, масштабах режимов использования режимов неполного рабочего дня (недели) и административных отпусков, что позволит осуществлять мониторинг ситуации на рынке труда и принимать упреждающие или смягчающие меры.

Действия по модернизации экономики, созданию условий для экономического роста в период кризиса должны включать уже проверенные мировой практикой меры и новые, которые рекомендует наука.

При резком сокращении спроса на белорусский экспорт главным становится наращивание и обеспечение внутреннего. Важно при этом, чтобы производство товаров и услуг для последнего было минимально зависимым от импортных ресурсов. Учитывая, что спрос на недорогие малоэтажные дома в Беларуси является весьма значительным и платежеспособным, необходимо создать условия для жилищного строительства всем желающим, а не только тем, кто стоит в очереди на жилье. Строительство в настоящее время является наименее импортной отраслью. Представляется, что именно малоэтажное строительство вкупе с быстрым строительством дорожного должно стать локомотивом, способным разогнать экономику, так как оно увязывается с развитием промышленности строительных материалов, производством мебели, машиностроением.

Мировой опыт показывает, что малый и средний бизнес является наиболее гибким, обладающим высокой адаптивностью к изменениям в экономике и быстро реагирующим на изменение спроса. Поэтому, как правило, именно малый бизнес первым выходит из кризиса и за собой «вытаскивает» остальную экономику, опосредуя взаимосвязь между возникающими источниками спроса и ростом экономики.

Сегодня в Беларуси уже много сделано для развития малого и среднего предпринимательства, в частности, сняты многие административные барьеры. Однако этого недостаточно. По-прежнему кредитные ресурсы для начала и ведения МСП малодоступны, отсутствует система гарантийных фондов и в целом не развита инфраструктура поддержки. Все это является существенным ограничением для развития данного вида бизнеса.

Несмотря на финансовые сложности в условиях мирового кризиса, многие страны не снижают затраты на науку, образование, инновации, а, наоборот, увеличивают их. Если учесть изложенное выше, то становится понятным, почему это происходит: указанные сферы деятельности являются наиболее значимыми для модернизации экономики, отказаться от их развития - значит потерять конкурентные преимущества, отстать в конкурентной гонке, которая начинается после окончания кризиса. В Беларуси в данном направлении делается крайне мало и создание национальной инновационной системы происходит недостаточно быстро.

Наконец, существенную роль в возобновлении экономического роста должны сыграть уже созданные и функционирующие предприятия и производства, которые способны при соответствующих преобразованиях конкурировать на международных рынках. Однако для этого их необходимо реструктурировать, отсеять неконкурентоспособные производства и неэффективные затраты, сократить кадровый балласт, пересмотреть производственную программу и осуществить ряд других мер.

Таким образом, авангардную роль в восстановлении динамики экономического роста могут сыграть четыре главных фактора развития: строительство и прежде всего жилищное малоэтажное; малое и среднее предпринимательство; научная сфера и инновации; реструктуризация перспективных предприятий.

## **ПОИСК ВАРИАНТОВ ЭКОНОМИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

А. С. Охотенко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. И. Колесникова

Материальные ресурсы представляют собой часть оборотных фондов предприятия, т. е. тех средств производства, которые полностью потребляются в каждом производственном цикле, целиком переносят свою стоимость на готовую продукцию и в процессе производства меняют или теряют свои потребительские свойства.

Актуальность темы заключается в том, что одна из главных задач в условиях рыночной экономики - интенсификация производства при неуклонном соблюдении принципа ресурсосбережения.

В связи с этим важное значение имеет организация учета использования материальных ресурсов, а также постоянное совершенствование нормирования расхода материалов, планирование потребности в них.

В условиях рыночной экономики большое значение приобретает проблема экономии материальных ресурсов и улучшение качественных показателей их использования (снижение удельных затрат материалов в себестоимости продукции, всемерная экономия и т. д.). Среди мероприятий экономического характера стоит учет и анализ за использованием сырья, материалов, топлива и энергии.

Улучшению ресурсосбережения способствует упорядочение первичной документации, широкое внедрение типовых унифицированных форм учета, повышение уровня механизации и автоматизации учетно-вычислительных работ, обеспечение строгого порядка приемки, хранения и расходования сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, топлива и др., ограничения числа должностных лиц, имеющих право подписи документов на выдачу особо дефицитных и дорогостоящих материалов.

Экономическая эффективность улучшения использования и экономии материальных ресурсов весьма велики, поскольку они оказывают положительное воздействие на все стороны производственной и хозяйственной деятельности предприятия и в целом на промышленность республики.

**Доля материальных ресурсов в структуре оборотных активов промышленности Республики Беларусь в 2006 году, %**

Наименование	По промышленности			
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Запасы и затраты	31,9	36,6	34,1	34,4
Готовая продукция	11,3	11,7	10,8	10,1
Товары	1,4	1,2	1,3	1,2
В общем	44,6	49,5	46,2	45,7

Исходя из таблицы, видим, что в течение 2005–2006 гг. происходит увеличение доли запасов и затрат на 14,7 %, с 2006 по 2007 г. снижение 7,8 %, а с 2007 по 2008 г. снова увеличение их доли на 0,9 % в структуре оборотных активов. В течение рассматриваемых лет происходит сначала увеличение доли готовой продукции в структуре оборотных средств, затем с 2006 г. снижение. Доля товаров в структуре оборотных средств постоянно изменяется: с 2005 по 2006 г. снижается на 14,3 %, с 2006 по 2007 г. повышается на 8,3 %, а с 2007 по 2008 г. снова снижается на 7,7 %. В общем же с 2005 по 2006 г. происходит увеличение доли материальных ресурсов в структуре оборотных средств, однако после 2006 г. наблюдается их постепенное снижение.

Рациональное использование материальных ресурсов, снижая себестоимость продукции, является фактором роста рентабельности и прибыли. Но не только к повышению экономических показателей, характеризующих эффективность производства, приводит экономное использование материальных ресурсов. Рост объемов производства для удовлетворения потребностей человека при существующих технологических системах привел к тому, что темпы истощения природных ресурсов и уровень загрязнения среды обитания вышли за допустимые пределы. В связи с этим актуальной задачей является снижение объемов потребляемых ресурсов при определяющих темпах роста производительности труда над его фондовооруженностью.

Поиск вариантов экономии и рационального использования материальных ресурсов составляет основное содержание анализа. Основные этапы анализа материальных ресурсов:

- 1) оценка эффективности использования материальных ресурсов;
- 2) оценка влияния эффективности использования материальных ресурсов на величину материальных затрат;
- 3) анализ обеспеченности предприятия материальными ресурсами;
- 4) анализ обоснованности норм расхода материально-технических ресурсов;
- 5) обоснование оптимальной потребности в материальных ресурсах.

Оценка эффективности использования материальных ресурсов осуществляется в практике экономической работы через систему показателей и моделирование их взаимосвязи. Показатели эффективности использования материальных ресурсов делятся на обобщающие и частные.

Обобщающие показатели - это прибыль на рубль материальных затрат, материалоотдача, материалоемкость, коэффициент соотношений темпов роста объема производства и материальных затрат, удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции, коэффициент материальных затрат.

Материалоемкость продукции - отношение суммы материальных затрат к стоимости произведенной продукции показывает, сколько материальных затрат требуется или фактически приходится на производство единицы продукции.

Общая материалоемкость зависит от объема выпуска продукции и суммы материальных затрат на ее производство.

Опыт промышленно развитых стран показывает, что научно-технический прогресс сопровождается снижением материалоемкости, металлоемкости и энергоемкости создаваемых систем. С 1973 по 1985 г. валовой национальный продукт постиндустриальных стран увеличился на 32 %, а потребление энергии - на 5 %.

Уровень обеспеченности предприятия сырьем и материалами определяется сравнением фактического количества закупленного сырья с плановой потребностью.

Проверяется также выполнение договоров поставки, качество полученных материалов от поставщиков, соответствие их стандартам, техническим условиям и условиям договора, и в случаях их нарушения предъявляются претензии поставщикам. Особое внимание уделяется проверке выполнения поставок материалов, выделенных предприятию по госзаказу, и кооперированных поставок.

В современной рыночной экономике и жесткой конкуренции, в условиях переходного периода, в котором находится Республика Беларусь сегодня, достаточно актуальным стал вопрос об экономии и рациональном использовании материальных ресурсов. Предприятия Беларуси оказались в непрестом положении. Отечественный рынок заполнен продукцией иностранного производства, которая не всегда отличается качеством и уступает местной продукции, но выигрывает в цене. На производственных предприятиях первостепенное значение имеет повышение эффективности использования сырья и основных материалов, так как эти затраты в структуре себестоимости продукции составляют значительную часть и даже незначительное сокращение их при производстве каждой единицы продукции в целом по предприятию дает ощутимый эффект. Поэтому должное внимание уделяется повышению выхода готовой продукции из единицы сырья, уменьшению норм расхода материалов на единицу продукции, сокращению отходов и потерь сырья и материалов, совершенствованию системы материального поощрения рабочих за улучшение использования сырья и материалов. Таким образом, на существующем этапе одной из важнейших проблем научно-технического прогресса является снижение материалоемкости продукции, всестороннее изучение факторов, от которых зависит улучшение использования сырья и материалов, своевременное и полное использование ресурсов на каждом предприятии.

Рациональное использование сырья и материалов хотя и является, в принципе, производственной задачей, однако правильная производственная система материально-технического снабжения предполагает эффективные нормы расхода сырья и материалов и оказывает на него существенное влияние. При установлении эффективных норм расхода сырья и материалов следует исходить из их оптимальных величин, которые являются достижимыми при данных конкретных условиях производственного процесса выпуска продукции.

Продолжительное эффективное использование материальных и энергетических ресурсов требует организации экономии сырья, материалов и энергетических ресурсов, которые должны охватить все сферы деятельности предприятия. Основой для



организации этой экономии является ориентированное на нее технологическое развитие предприятия, которое охватывает четыре комплексные задачи:

- 1) экономия сырья, материалов и энергетических ресурсов, заложенная в процессе разработки изделий;
- 2) экономия сырья и материалов посредством улучшения аппликации изделия;
- 3) экономия сырья и материалов посредством усовершенствования технологического процесса;
- 4) экономия сырья и материалов и энергетических ресурсов посредством осуществления исследований и разработок в областях использования сырья и материалов и энергетических ресурсов.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**О. С. Силькевич**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. И. Колесникова

Важное условие организации эффективного промышленного производства – оптимальное формирование и рациональное использование материально-технической базы промышленности. Материально-техническая база (МТБ) производства – совокупность материальных, вещественных элементов, средств производства, которые используются и могут быть использованы в экономических процессах. Что касается МТБ предприятия, то под ней понимают совокупность вещественных элементов производственного процесса – средств и предметов труда, которые объединяются в средства производства.

Актуальность рассматриваемой темы определяется следующим. Более полное и рациональное использование составляющих МТБ – основных и оборотных средств, производственных мощностей предприятия – способствует улучшению всех его технико-экономических показателей: росту производительности труда, повышению фондоотдачи, увеличению выпуска продукции, снижению ее себестоимости, экономии капитальных вложений. Имея ясное представление о каждом элементе материально-технической базы в производственном процессе, о факторах, которые влияют на их использование, можно выявить методы, при помощи которых повышается эффективность использования основных и оборотных средств, производственных мощностей предприятия, обеспечивающая снижение издержек производства и, конечно, рост производительности труда.

Для анализа МТБ необходимо изучить имущество предприятия в целом и по отдельным его составляющим. В частности исследуются основные и оборотные средства, оптимальное их использование; анализируется деловая активность, ликвидность баланса и др. Структура имущества показывает соотношение между внеоборотными и оборотными активами. Внеоборотные активы «связывают» долгосрочный капитал и являются местом возникновения постоянных затрат, существующих независимо от уровня доходности и объема выпуска. На основе изменения структуры оборотных активов можно получить представление о ситуации со сбытом в организации.

Проанализируем имущественное положение организаций Республики Беларусь за последние годы. Среди отраслей экономики Республики Беларусь наиболее быст-

рыми темпами в период с 2007 по 2008 г. увеличивались активы организаций торговли и общественного питания (на 32 %) и материально-технического снабжения и сбыта (на 31 %). На долю промышленных предприятий на 1 января 2008 г. приходилось 34,1 % всех активов организаций республики, организаций транспорта - 18,6 %, сельского хозяйства - 17 %.

Внеоборотные активы промышленных предприятий на начало 2008 г. составляли 30,4 % всех внеоборотных активов (на 1 января 2007 г. - 30,4 %), организаций транспорта - 23,9 % (24,3 %), сельского хозяйства - 18 % (17,9 %), жилищно-коммунального хозяйства - 13,1 % (13,7 %). В структуре имущества произошли следующие изменения: доля внеоборотных активов в валюте баланса организаций имеет тенденцию к снижению. Если на 1 января 2007 г. на долю внеоборотных активов приходилось 72 % всех средств организаций, то на 1 января 2008 г. - 70,2 % (см. таблицу). Наибольший удельный вес внеоборотных активов в валюте баланса на начало 2008 г. был в Гомельской и Гродненской областях (по 74,3 %), в то время как в г. Минске он составил 61,9 %.

**Удельный вес внеоборотных и оборотных активов в валюте баланса по областям Республики Беларусь в 2007 г. к валюте баланса, %**

Области республики	На 1 января 2007 г.		На 1 января 2008 г.	
	внеоборотные активы	оборотные активы	внеоборотные активы	оборотные активы
Республика Беларусь	72,0	28,0	70,2	29,8
Брестская	76,0	24,0	74,9	25,1
Витебская	72,9	27,1	71,4	28,6
Гомельская	76,1	23,9	74,3	25,7
Гродненская	75,6	24,4	74,3	25,7
г. Минск	64,1	35,8	61,9	38,1
Минская	72,4	27,6	70,4	29,6
Могилевская	75,5	24,5	74,9	25,1

В промышленности доля внеоборотных активов снизилась на 2 % и на 1 января 2008 г. составила 62,6 %, сельском хозяйстве - на 0,9 % (74,2 %), на транспорте - на 1,4 % (90,2 %), в торговле и общественном питании - на 1,2 % (39,4 %), материально-техническом снабжении и сбыте - на 1,8 % (15,2 %). При этом возросла доля внеоборотных активов у организаций таких отраслей экономики, как строительство (на 1,1 %) и жилищно-коммунальное хозяйство (на 0,8 %).

Для оценки движения основных средств в целом по республике рассмотрим такие показатели, как коэффициенты их выбытия и обновления. Значение коэффициентов выбытия ( $K_b$ ) по всем отраслям промышленности республики за анализируемый период довольно небольшое и не превышает 1,9 %. Абсолютные изменения, происходящие по данному показателю, незначительны. Так, в 2006 г. наибольшие сдвиги произошли в химической и нефтехимической промышленности ( $K_b$  возрос на 0,5 %), черной металлургии ( $K_b$  снизился на 0,4 %) и легкой промышленности ( $K_b$  возрос на 0,3 %). Таким образом, данные говорят о низкой интенсивности выбытия основных средств промышленности. Что касается коэффициентов обновления ( $K_o$ ), то в 2003-2006 г. они имеют наибольшее значение по пищевой промышленно-

сти (в 2006 г.  $K_0 = 9,4 \%$ ), за исключением 2004 г., когда  $K_0$  топливной промышленности был равен  $14,9 \%$ . В 2006 г. наиболее значительные изменения по данному показателю произошли в химической и нефтехимической ( $K_0$  возрос на  $2,5 \%$ ), топливной промышленности ( $K_0$  возрос на  $2,1 \%$ ), черной металлургии ( $K_0$  возрос на  $2 \%$ ). Показатели говорят о том, что степень обновления основных средств промышленности в среднем не превышает  $4,7 \%$ .

Рассмотрим динамику коэффициентов обновления промышленно-производственных основных средств по отраслям промышленности Гомельской области. В целом по промышленности области коэффициент обновления имел наибольшее значение в 2004 г. -  $5,6 \%$ , а наименьшее в 2003 г. -  $2,8 \%$ . В 2006 г. наиболее существенные изменения  $K_0$  произошли в промышленности строительных материалов ( $K_0$  снизился на  $5,1 \%$ ), легкой промышленности ( $K_0$  возрос на  $2 \%$ ) и черной металлургии ( $K_0$  возрос на  $1,6 \%$ ). Наименьшее значение данный показатель имеет в машиностроении и металлообработке ( $1,8 \%$ ), а наибольшее в легкой промышленности ( $6,3 \%$ ).

На микроуровне в качестве объекта исследования темы выбрано РУП «ГСЗ им. С. М. Кирова». Основными видами деятельности предприятия являются: производство металлорежущих станков и производство товаров народного потребления.

Общая сумма средств предприятия в 2007 г. по сравнению с 2006 г. увеличилась на  $6350$  млн руб., или на  $12,8 \%$ . Распределение средств между внеоборотными и оборотными активами на конец 2007 г. практически одинаковое в сравнении с предыдущими годами ( $61,5$  и  $38,5 \%$  соответственно). За период с 2005 по 2007 г. в абсолютной сумме предприятие расширило свою материально-техническую базу, однако относительное вложение средств (их доля) в производственный потенциал уменьшилось. Это свидетельствует о зарождении отрицательной тенденции, которая в перспективе может привести к снижению производственного потенциала.

В структуре внеоборотных активов основные средства занимали наибольший удельный вес ( $84,45 \%$  - в 2005 г.,  $84,44 \%$  - в 2006 г. и  $84,57 \%$  - в 2007 г.). Их прирост в 2006 г. по сравнению с 2005 г. составил  $13,4 \%$ , а в 2007 г. по сравнению с 2006 г. -  $13,7 \%$ . Показатели износа и годности основных фондов по состоянию на 01.04.2008 г. составляют  $73,4$  и  $26,6 \%$ . Основными фондами, оказывающими непосредственное влияние на объемы выпускаемой продукции, являются машины и оборудование, количество которых по состоянию на 01.04.2008 г. составило  $1935$  ед. Средний возраст этой части средств -  $15,9$  года. Коэффициент износа основных фондов в части машин и оборудования в стоимостном выражении составляет  $92,3 \%$ , показатель годности -  $7,7 \%$ . Средний возраст основного технологического оборудования -  $17,5$  лет. Доля оборудования в возрасте 20 лет и выше составляет  $67,4 \%$ , до 5 лет -  $5,8 \%$ . Коэффициент обновления основного технологического оборудования -  $0,54 \%$ . Ведущей группой оборудования на заводе являются металлорежущие станки, средний возраст которых равен  $17,55$  лет. Коэффициент обновления металлорежущих станков за первый квартал 2008 года в натуральном выражении составил  $0,2 \%$ .

По станкам с ЧПУ уровень использования среднегодовой мощности составил  $50 \%$  при мощности -  $54$  шт. (2006 г. -  $72,6 \%$  при мощности -  $62$  шт.). Несмотря на увеличение объемов выпускаемой продукции в 2007 г., уровень использования среднегодовой мощности по литью чугунному и цветному снизился и составил на 01.01.2008 г. соответственно  $19,2$  и  $10,3 \%$  (2006 г. -  $20$  и  $10,9 \%$ ) за счет проведения мероприятий, направленных на снижение норм расхода материалов. В целом по заводу имеющиеся производственные мощности не используются в полном объеме.

Основными причинами являются: низкий покупательский спрос на станочную продукцию, низкая платежеспособность предприятий-потребителей, недостаточность оборотных средств.

Предприятие испытывает недостаток оборотных средств для ведения хозяйственной деятельности. Обращает на себя внимание увеличение запасов готовой продукции. Ее сумма на конец 2007 г. составила 5225 млн руб., или 24,2 % всех оборотных средств РУП «ГСЗ им. С. М. Кирова». Это свидетельствует о том, что на предприятии недостаточно внимания уделяется маркетинговой деятельности, поиску новых рынков сбыта. За анализируемый период произошло сокращение дебиторской задолженности. Задержка платежей за реализуемую продукцию в 2005 г. составила 19 дней, в 2006 г. - 22 дня и в 2007 г. - 14 дней. Это явилось следствием принятия руководством предприятия активных мер по урегулированию платежей за отгруженную продукцию.

В ходе анализа была выявлена недостаточная ликвидность баланса. Намечается тенденция снижения текущей платежеспособности предприятия. Деловая активность предприятия снижается за исследуемый период, что проявляется в уменьшении скорости оборота средств РУП «ГСЗ им. С. М. Кирова». В частности наблюдается снижение коэффициента капиталоотдачи с 0,62 в 2005 г. до 0,59 в 2006 и 2007 гг.

Имеющиеся данные говорят о необходимости разработки мероприятий, которые позволят предприятию увеличить резервы для повышения уровня рентабельности капитала. В частности, РУП «ГСЗ им. С. М. Кирова» нуждается в увеличении размера прибыли на рубль выручки.

## **АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ И СИНТЕЗ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГУСЕНИЦ**

**Д. О. Климов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. С. Дрозд

Состояние инновационной деятельности в том или ином государстве является важнейшим индикатором развития общества и его экономики. В настоящее время инновационная политика в развитых странах является составной частью государственной социально-экономической политики. Она позволяет решать задачи перестройки экономики, непрерывного обновления технической базы производства, выпуска конкурентоспособной продукции, другими словами направлена на создание благоприятного экономического климата для осуществления инновационных процессов и является связующим звеном между сферой «чистой» науки и задачами производства.

Учитывая актуальность инноваций для достижения социально-экономических целей, вопросы активизации инновационной и инвестиционной деятельности определены как один из приоритетов в развитии государств.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь под инновационной деятельностью понимается деятельность, представляющая собой комплекс научных, технологических, организационных, финансовых, маркетинговых действий, направленных на создание, использование и коммерциализацию инноваций путем введения их в гражданский оборот с целью получения прибыли путем удовлетворения сложившихся общественных потребностей или достижения иного полезного эффекта.

И несмотря на то, что сегодня, в дни информационного века и достаточно развитой соответствующей инфраструктуры, идей и возможностей тысячи, инновационные процессы на отечественных предприятиях не имеют широкого развития и внедрения. Тем более, не секрет, что и в технологическом, и в организационном плане отечественные предприятия значительно отстают от своих соседей.

В данном аспекте существенное влияние оказывают многочисленные факторы, препятствующие развитию инновационной деятельности. Согласно данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь среди таких факторов основными являются экономические и производственные. Среди данных факторов выделяют: недостаток собственных денежных средств, недостаток финансовой поддержки со стороны государства, высокая стоимость нововведений, высокий экономический риск, длительные сроки окупаемости и др. Среди производственных факторов отмечают следующие: низкий инновационный потенциал организаций, недостаток квалифицированного персонала, недостаток информации о рынках сбыта, невосприимчивость организаций к нововведениям, недостаток информации о новых технологиях. Среди прочих факторов стоит выделить: низкий спрос со стороны потребителей на инновационную продукцию, неразвитость взаимодействия с инновационной инфраструктурой.

Высокая стоимость, недостаток собственных средств и средств финансовой поддержки, недостаток информации о рынках сбыта - проблемы, носящие всеобщий, глобальный характер, требующие несколько иных, специфических механизмов их разрешения. Говоря о низком инновационном потенциале, недостатке квалифицированного персонала и невосприимчивости потребителя, следует отметить не только причину высокого износа основных фондов, но и социальную составляющую в данном контексте. Эти препятствующие факторы следует пояснять через тесную их взаимосвязь. Так как недостаток информации о новых технологиях, а также уже упомянутый износ и устаревание оборудования приводят к снижению возможностей воспитывать высококвалифицированных и эффективных с точки зрения производства и управления специалистов. Аналогичным образом связаны и причины невосприимчивости потребителя к нововведениям: мало того, что продукты нововведений достаточно дорогостоящи, они еще и не в полной мере адаптированы к нашему менталитету. Потребитель привык обходиться уже имеющимися средствами и методами и не ощущает острой необходимости в пользовании инновационными продуктами, тем более, что особую роль играет потенциальный страх по отношению к новшествам.

Исходя из вышеизложенного, улучшению инновационного климата могут способствовать внутренние изменения в инновационной политике. Причем при разработке такой инновационной политики цели инновационного менеджмента должны отражать особенности инновационной деятельности на конкретном предприятии. Они формулируются с учетом причин, вызывающих инновации: реакции на выживание, требующей нововведений, или обеспечения стратегии развития предприятия в перспективе, требующей упреждающих мер для достижения успеха, определяются предметом и сферой нововведений.

Научно-технический и инновационный потенциалы взаимосвязаны с экономическим, техническим, образовательным и социальными потенциалами внутри государства. Характер отношений современного воспроизводства, развивающий эти потенциалы, справедливо требует логического анализа, где исходным пунктом выступает воспроизводство в общественном масштабе.

Однако чтобы ответить на вопрос о содержании и факторах динамики явлений инновационной деятельности в конкретных условиях места их осуществления, важно получать четкие представления о структурном разрезе проблематики инновационного потенциала страны на региональном уровне.

Складывающиеся формы и методы управления инновационной деятельностью по вертикали от государственного и отраслевого уровней до предприятий и организаций не исключают, а предполагают объективную необходимость совершенствования координации инновационных процессов по горизонтали, т. е. на уровне регионов и отдельных предприятий.

Основным механизмом реализации такой инновационной стратегии является метод целевых программ. Главная роль в этом механизме отводится целевым научно-техническим и инновационным программам, разрабатываемым и утверждаемым на соответствующем уровне управления. Это наиболее приемлемая организационная форма сочетания интересов в реализации инновационных проектов. Однако не следует забывать о том, что для этого необходимо оптимально сочетать рыночные рычаги стимулирования с формами и методами государственного регулирования.

К таким методам и стимулам главным образом следует отнести использование внешнего потенциала знаний в форме трансфера технологий и консультаций. Это дает шанс предприятиям более широко применять свои весьма ограниченные по объему исследования и разработки и дефицитные кадровые ресурсы. Существует множество форм такого взаимодействия: это и выдача и получение заказов по линии самостоятельных и независимых научно-исследовательских организаций, институтов при университетах; это и коллективные исследования и научно-исследовательская кооперация; и использование технологических банков данных и услуг государственных консультаций и многие др.

В рамках целенаправленного инновационного менеджмента необходимо оценивать различные способы, методы и программы содействия развитию и отбирать те, которые могут подойти для условий конкретного предприятия.

Инновационная деятельность должна рассматриваться и развиваться как интегрированная система, включающая не только соответствующие потенциалы, находящиеся в ведении органов управления, но и суммарный инновационный потенциал предприятий и организаций, независимо от их отраслевой принадлежности.

## **СЭЗ «ГОМЕЛЬ-РАТОН»: АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ**

**Ю. М. Дворяникова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Башлакова

Открытые зоны имеют более чем 2000-летнюю историю. В античные времена финикийцы, а затем греки и римляне, применяя их, способствовали развитию торговли.

Стремительное увеличение числа свободных экономических зон - одно из наиболее характерных явлений, получивших интенсивное развитие в мировой экономике за истекшую четверть века.

Все свободные экономические зоны (беспошлинные таможенные территории, промышленно-торговые и технико-внедренческие зоны и т. п.) объединяет беспошлинный или льготный режим ввоза и вывоза товаров, определенная обособлен-

ность в хозяйственном, торговом, валютно-финансовом отношениях от остальной территории принимающей страны, активное взаимодействие с иностранным капиталом, а также тесная связь с мировым рынком.

Создание в 1998 г., сроком на 50 лет, СЭЗ «Гомель-Ратон» в г. Гомеле в не малой степени было предопределено выгодным географическим месторасположением города вблизи юго-восточной границы Беларуси с Украиной и Россией на перекрестке проходящих здесь торговых путей из Европы в Россию, из стран Балтии и Скандинавии в Украину, Турцию, Грузию и страны Ближнего Востока. Гомель сегодня - крупнейший на юго-востоке Беларуси комплексный транспортный узел, где пересекаются железнодорожные, автомобильные и воздушные магистрали, ведущие на Москву, Санкт-Петербург, Северный Кавказ, Киев, Крым, Одессу, Брест, в прибалтийские торговые порты Клайпеды, Калининград и др. К границам СЭЗ прилегает Гомельский аэропорт, имеющий статус международного и способный принимать широкофюзеляжные самолеты. Речной порт «Гомель» расположен на реке Сож и имеет выход в Черное море.

В городе Гомеле расположен один из крупнейших в республике железнодорожных узлов. От города Гомеля отходят железнодорожные магистрали на Москву, Санкт-Петербург, Киев, Минск, Брест. Через Гомель проходит транспортный еврокоридор, который имеет ответвления Гомель-Минск-Клайпеда и предусматривает выход грузовладельцев Из областей Восточной и Западной Украины, центральной России к специализированным морским портам Клайпеды (Литва), Вентспилса (Латвия) и Калининграда (Россия). Гомель расположен на пересечении трех международных автотранспортных магистралей: автотранспортного коридора Е9: Хельсинки-Санкт-Петербург-Гомель-Киев-София-Афины; международной автомобильной трассы Брест-Гомель-Брянск-Воронеж-Ростов-на-Дону и международной автомобильной трассы Вентспилс-Вильнюс-Минск-Гомель с выходом на автотранспортный коридор Е9. Выгодное географическое положение - далеко не единственное преимущество инвестиционной привлекательности СЭЗ «Гомель-Ратон».

Здания и сооружения, а также земельные участки, находящиеся на территории СЭЗ, могут передаваться резидентам СЭЗ в аренду. Арендная плата составляет: для производственных и складских площадей - 2,5 евро за м<sup>2</sup> в месяц; для смешанных площадей - 4 евро за м<sup>2</sup> в месяц; для офисных площадей - 6 евро за м<sup>2</sup> в месяц. Арендная плата за землю составляет \$3000 за 1 гектар в год. Производственные помещения могут также продаваться в собственность под реализацию инвестиционных проектов.

В СЭЗ «Гомель-Ратон» на начало 2004 г. зарегистрировано 45 резидентов. С начала деятельности СЭЗ «Гомель-Ратон» привлечено инвестиций на сумму более \$50 млн, в том числе иностранных инвестиций - \$19,2 млн. Капитал в создание и развитие предприятий на территории СЭЗ «Гомель-Ратон» вложили представители бизнес-кругов таких стран, как Германия, Израиль, Лихтенштейн, Чехия, Польша, Россия, Франция, Кипр, Молдова, Швейцария, США. Предприятия-резиденты СЭЗ «Гомель-Ратон» освоили более 77 тыс. м<sup>2</sup> неиспользуемых и неэффективно используемых производственных площадей, из которых более 65 тыс. м<sup>2</sup> производственных площадей приобретены в собственность и более 13 тыс. м<sup>2</sup> арендуются.

С начала производственной деятельности предприятиями-резидентами СЭЗ «Гомель-Ратон» создано 8457 рабочих мест. Среднемесячная заработная плата на начало 2008 г. составила 658 тыс. руб.

Среди успешно работающих на территории СЭЗ предприятий следует отметить РУП НПО «Ратон» - первенец радиомашиностроения в Беларуси и резидент № 1 в

СЭЗ «Гомель-Ратон», ОАО «Гомелькабель» - лидер в производстве эмалированных проводов, неизолированных и обмоточных проводов, алюминиевой и медной проволоки, ОАО «Гомельский завод «Электроаппаратура» - крупнейшее предприятие в СНГ по производству низковольтной аппаратуры, применяемой в энергетике, СООО «Беккер-Систем» - производит окна, двери, витражи, перегородки из дерева, алюминия и пластика, оконный профиль.

Основные показатели деятельности СЭЗ «Гомель-Ратон»

Основные показатели деятельности	Год				
	2004	2005	2006	2007	2008
Зарегистрированных резидентов на начало года, ед.	45	38	36	35	34
Среднесписочная численность, чел.	5116	5395	5392	7188	8457
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	252	355	460	525	658
Объем производства промышленной продукции, работ, услуг в фактических отпускных ценах, млн руб.	117,2	167,5	214,3	324,9	496,9
Инвестиции в основной капитал, млрд р.	119,8	225,5	318,1	238,1	314,0
Экспорт товаров, млн дол. США	51,4	62,3	56,8	80,1	111,6
Импорт товаров, млн дол. США	47,9	75,4	81,6	83,6	103,8

Из таблицы видно, что у предприятия достаточно быстрыми темпами растет объем производства промышленной продукции, работ, услуг в 2008 г. по сравнению с 2007 г. он увеличился на 52 %, а по сравнению с 2004 г. на целых 300 %. Количество инвестиций в основной капитал в 2008 г. выросло почти в 3 раза по сравнению с 2004 г., экспорт товаров также увеличился и составил в 2008 г. 116,6 млн дол. США, что на 31,5 млн дол. США больше чем в 2007 г. Однако количество зарегистрированных резидентов колеблется в районе 35 единиц, что говорит об отсутствии вступления в СЭЗ новых резидентов. Это может быть связано с недостаточно благоприятными условиями для вступления, либо об отсутствии должной технологии производства.

Однако сейчас по поручению Гомельского облисполкома группа научных сотрудников разрабатывает бизнес-план организации технопарка на базе СЭЗ «Гомель-Ратон». Это, кстати, изначально предусматривалось генеральным планом развития СЭЗ, и администрация зоны за прошедшие годы сделала определенные наработки в данном направлении. Под технопарк, формирование которого планируется начать в конце этого года, выделена площадка (ТПО «Технопарк»). Находится площадка не в «чистом поле». На ней размещены: переведенный из Минска Институт радиобиологии НАН Беларуси, РУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь, СКТБ «Металлополимер» Института металлополимерных систем НАН Республики Беларусь и Гомельское головное СКТБ гидроаппаратуры. Кстати, оба СКТБ имеют опытные производства, являются резидентами СЭЗ, по сути своей деятельности это инновационно-внедренческие организации. Тут же размещаются такие резиденты СЭЗ, как Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Ратон», ИП «Ай-Би-Эй-Гомель», работающее на мировом рынке информационных



технологий, 13-этажное здание бизнес-центра СЭЗ, которое, наряду с администрацией зоны, способно вместить и многие структуры технопарка.

Но дело не только в материальной базе. Как известно, американская концепция технопарка полагает его не структурой, построенной из стекла и бетона, а средой, которая создается путем эволюционного развития экономики, науки, культуры. Такая среда формирует сегодня в гомельской СЭЗ промышленный сектор, который по своей инновационной восприимчивости на порядок выше, чем большинство предприятий региона.

Разумеется, сделать предстоит еще многое. Во всем мире в технопарках отлично зарекомендовали себя бизнес-инкубаторы малого предпринимательства. Есть таковой и в составе резидентов гомельской СЭЗ. Но потребуются создание и целого ряда других рыночных структур: страховых, лизинговых компаний, консалтинговых, инжиниринговых, внедренческих фирм, иных мобильных творческих коллективов. Для этих фирм потребуются сотни менеджеров, маркетологов, программистов. Все это предстоит заранее предусмотреть в бизнес-плане, включая создание бизнес-школ и бизнес-классов, рекламной фирмы и ярмарочно-выставочного комплекса. Без перечисленных чисто рыночных структур не существует ни одного технопарка в мире. При этом важно учитывать, что их наличие на рынке инноваций диктуется только спросом со стороны хозяйственников.

Таким образом, СЭЗ «Гомель-Ратон» представляет собой комплексную, включающую в себя производственные, экспортные и свободные таможенные зоны. Выгодное-географическое положение СЭЗ обусловлено близостью к западноевропейскому рынку и экономически перспективным районам России, Украины и стран Балтии. Производство ее резидентов концентрируется на выпуске экспортной продукции, освоении новых и высоких технологий.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБЫЛЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**О. С. Каюкова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. И. Колесникова

В современных рыночных условиях любая деятельность, связанная с производством продукции, выполнением работ или оказанием услуг, изначально направлена на удовлетворение потребностей субъектов хозяйственных взаимоотношений: потребителей - путем приобретения ими нужного товара или услуги; производителей - путем получения прибыли; государства - путем налоговых поступлений в бюджет.

Управление прибылью предприятия сводится к разработке механизма организационно-экономического воздействия на результат предприятия, поскольку позволяет из стихийного получения доходов перейти к регулируемым доходам.

Эффективность функционирования предприятия зависит не только от размера полученной прибыли, но и от характера ее распределения. Для повышения эффективности производства очень важно, чтобы при распределении прибыли была достигнута оптимальность в удовлетворении интересов государства, предприятия и работников: государство заинтересовано в получении максимальной суммы прибыли в бюджет; руководство предприятия стремится направить большую сумму прибыли на расширенное воспроизводство; а работники заинтересованы в повышении их доли в использовании прибыли.

Выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг организаций Республики Беларусь за 2008 г. в текущих ценах составила 271,5 трлн руб., или на 33 % больше, чем за 2007 г. при росте потребительских цен за этот период на 14,8 %. В последние месяцы 2008 г. отмечалось падение объемов реализации. Выручка от реализации, полученная в декабре, по сравнению с августом уменьшилась на 13,9 %.

Темпы роста выручки от реализации, себестоимости реализованной продукции, прибыли от реализации товаров, продукции, работ, услуг по основным отраслям экономики характеризуются данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	2008 г. к 2007 г., %		
	Выручка от реализации продукции	Себестоимость реализованной продукции	Прибыль от реализации продукции
Республика Беларусь	133,0	129,9	155,7
в том числе:			
промышленность	132,7	128,8	152,8
сельское хозяйство (включая организации по обслуживанию сельского хозяйства)	140,1	129,4	в 13,0 р.
транспорт (включая трубопроводный)	127,6	127,7	128,3
связь	118,7	121,2	114,0
строительство	138,5	138,4	162,6
торговля и общественное питание	150,0	153,8	187,2
материально-техническое снабжение и сбыт	160,4	141,8	186,5
жилищно-коммунальное хозяйство	125,5	126,6	109,4
непроизводственные виды бытового обслуживания	124,8	123,8	144,4

Оплаченная выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг в текущих ценах за 2008 г. составила 260,5 трлн руб., или 96 % от всей выручки (за 2007 г. - 96,5 %).

Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг в 2008 г. составила 14,2 % против 11,8 % в 2007 г., рентабельность продаж соответственно - 8,1 % против 6,9 %.

Однако за сентябрь 2008 г. рентабельность реализованной продукции, работ, услуг составила 14,6 %, за октябрь - 11,5 %, за ноябрь - 8,7 %, за декабрь - 6,6 % против 18 % за август 2008 г., что негативно повлияло на уровень рентабельности за 2008 г.

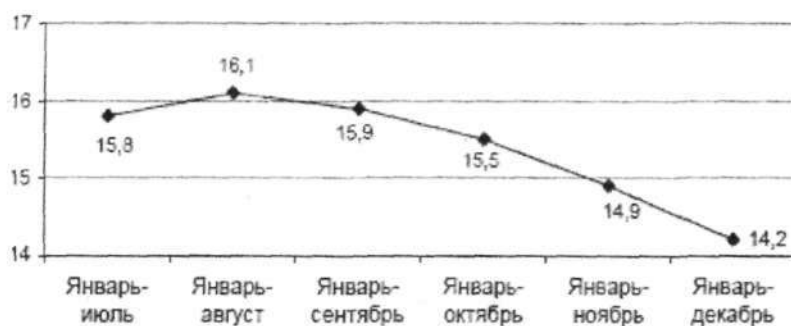


Рис. 1. Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг в 2008 году, %

Данные о рентабельности реализованной продукции, работ, услуг и рентабельности продаж по основным отраслям экономики приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг		Рентабельность продаж	
	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Беларусь	11,8	14,2	6,9	8,1
в том числе:				
промышленность	12,9	15,3	9,4	10,8
сельское хозяйство (включая организации по обслуживанию сельского хозяйства)	0,8	8,4	0,7	6,4
транспорт (включая трубопроводный)	15,9	16,0	7,8	7,9
связь	40,2	37,8	24,5	23,6
строительство	9,9	11,7	7,4	8,7
торговля и общественное питание	17,1	20,8	2,5	3,1
материально-техническое снабжение и сбыт	30,9	40,6	3,1	3,6
жилищно-коммунальное хозяйство	4,0	3,4	3,3	2,9
непроизводственные виды бытового обслуживания	5,4	6,3	4,1	4,7

В 2008 г. рентабельными были 85,3 % организаций, учитываемых в текущем порядке.

Прибыль от реализации товаров, продукции, работ, услуг за 2008 г. составила 21,9 трлн руб., что в 1,6 раза больше, чем за 2007 г. при росте потребительских цен за этот период на 14,8 %. За декабрь по сравнению с августом 2008 г. прибыль от реализации уменьшилась на 65,5 %.

За 2008 год организациями республики было получено 22,1 трлн руб. прибыли до налогообложения, или в 1,6 раза больше, чем за 2007 г. Чистая прибыль составила

15,4 трлн руб., что в 1,7 раза больше, чем за 2007 г. при росте потребительских цен за этот период на 14,8 %. Однако сумма чистой прибыли, полученной организациями в декабре 2008 г., составила лишь 21,2 % от уровня августа.

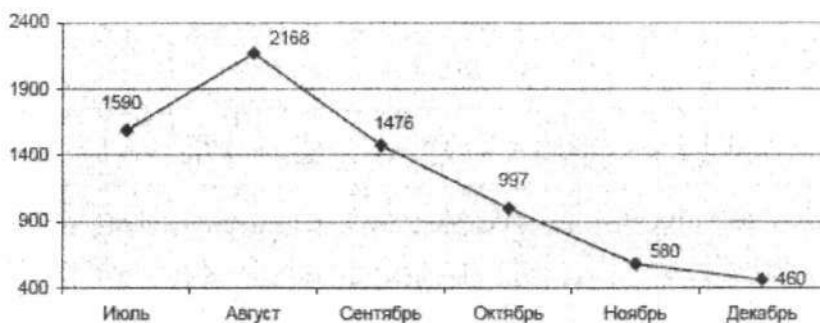


Рис. 2. Чистая прибыль в 2008 году, млрд руб.

За 2008 г. убыточными были 499 организаций, или 4,8 % общего числа организаций, учитываемых в текущем порядке. Сумма чистого убытка убыточных организаций составила 568,7 млрд руб., или на 15 % больше, чем за 2007 г. Чистый убыток в сумме свыше 500 млн руб. получили 184 организации, или 36,9 % от общего числа убыточных организаций.

Учитывая наличие проблем управления прибылью и рентабельностью производства, подход к механизму управления должен носить комплексный характер. В первую очередь, это непосредственно связано с эффективным управлением операционной системы в целом, т. е. системы обеспечения производства продукции предприятия.

Известны две основные возможности увеличения прибыли: первая - наращивание объема выпуска и реализации товаров, вторая - уменьшение издержек. В то же время недостаточно обеспечить только прибыльность предприятия. Прибыль должна быть настолько весомой, чтобы обеспечивать все расширенное воспроизводство, решение стоящих перед предприятием задач. Необходимо, чтобы предприятие гораздо больше времени уделяло таким сферам, как реализация и сбыт продукции, увеличение доходов, чем собственно управлению производством с целью снижения издержек. Управление прибылью должно носить государственный характер.

С целью совершенствования экономического механизма управления прибылью необходимо:

- 1) строгое соблюдение заключенных договоров по поставкам продукции;
- 2) проведение масштабной и эффективной политики в области подготовки персонала, что представляет собой особую форму вложения капитала;
- 3) повышение эффективности деятельности предприятия по сбыту продукции.
- 4) снижение непроизводительных расходов и потерь;
- 5) внедрение в практику оперативного учета затрат на производство продукции;
- 6) применение самых современных механизированных и автоматизированных средств для решения задач анализа прибыли и рентабельности;
- 7) совершить перенос акцентов в управлении прибылью на управление доходом предприятия.

## ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**О. И. Борисенко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. И. Колесникова

Финансовая устойчивость (ФУ) предприятий и организаций регионов Республики Беларусь - один из важных показателей, обеспечивающих устойчивость их экономического развития. Под устойчивостью экономического развития территории (региона) в данном исследовании понимается воспроизводство ее экономического потенциала, достаточного для решения наиболее острых проблем своего социально-го и экологического развития.

Устойчивость экономического развития одновременно отражает три состояния общественного воспроизводства: динамику воспроизводства экономического потенциала, удовлетворение общественных потребностей в производстве товаров и услуг, потенциальные возможности экономического роста. Для оценки ФУ предприятий и организаций регионов Беларуси была использована следующая формула:

$$I_{\text{ФУ}} = (I_{\text{П}} + I_{\text{ПЗ}} + I_{\text{ДСП}}) / 3 \cdot I_{\text{РЕНТ}}, \quad (1)$$

где  $I_{\text{ФУ}}$  - индекс ФУ предприятий и организаций региона;  $I_{\text{П}}$  - индекс прибыли предприятий и организаций региона;  $I_{\text{ПЗ}}$  - индекс просроченной дебиторской и кредиторской задолженности предприятий и организаций региона;  $I_{\text{ДСП}}$  - индекс денежных средств предприятий и организаций региона;  $I_{\text{РЕНТ}}$  - индекс рентабельности предприятий и организаций региона.

В свою очередь, для оценки частных индексов ФУ предприятий и организаций региона использовались следующие формулы:

$$I_{\text{П}} = \text{ПЗ}_p / \text{ПЗ}_c, \quad (2)$$

где  $\text{ПЗ}_p$  и  $\text{ПЗ}_c$  - прибыль на одного занятого в народном хозяйстве в регионе и в стране;

$$I_{\text{ПЗ}} = \frac{(\text{ПКЗ}_c + \text{ПДЗ}_c) / \text{ЧЗ}_c}{(\text{ПКЗ}_p + \text{ПДЗ}_p) / \text{ЧЗ}_p}, \quad (3)$$

где  $\text{ПКЗ}_c$  и  $\text{ПКЗ}_p$  - просроченная кредиторская задолженность в стране и регионе;  $\text{ПДЗ}_c$  и  $\text{ПДЗ}_p$  - просроченная дебиторская задолженность в стране и в регионе;  $\text{ЧЗ}_c$  и  $\text{ЧЗ}_p$  - численность занятых в стране и в регионе;

$$I_{\text{ДСП}} = \frac{\text{ДСП}_p / \text{ЧЗ}_p}{\text{ДСП}_c / \text{ЧЗ}_c}, \quad (4)$$

где  $\text{ДСП}_p$  и  $\text{ДСП}_c$  - денежные средства предприятий и организаций региона и страны;

$$I_{\text{РЕНТ}} = \frac{P_p}{P_c} * I_{\text{НР}}, \quad (5)$$

где  $P_p$  и  $P_c$  – рентабельность предприятий и организаций, распределенных по административным районам и городам в регионе и в стране;  $I_{\text{НР}}$  – индекс нормы рентабельности, рассчитанный как отношение рентабельности в стране в текущем году к норме рентабельности, равной 14 %.

Все расчеты по оценке ФУ предприятий и организаций регионов Республики Беларусь были проведены на основе данных 2004–2006 гг. Так как в 2004 г. рентабельность предприятий и организаций республики составляла 13,4 %, то величина  $I_{\text{НР}}$  была определена в 0,957. В 2005 г. рентабельность составляла 13,5 %, величина  $I_{\text{НР}}$  была определена в 0,964, в 2006 г. – 13,6 %, то величина  $I_{\text{НР}}$  – 0,971. В качестве единиц оценки ФУ использовались области республики (Минская область рассматривалась совместно с Минском). Методика расчета представлена в приложении.

По результатам анализа все регионы Беларуси по ФУ делятся на 4 группы:

- 1) с высоким уровнем ФУ,  $I_{\text{ФУ}}$  более 1 (Гомельская и Минская области);
- 2) с относительно высоким уровнем ФУ,  $I_{\text{ФУ}}$  от 0,5 до 1 (Брестская, Витебская, Гродненская области);
- 3) с низким уровнем ФУ,  $I_{\text{ФУ}}$  от 0,00 до 0,5 (Могилевская область);
- 4) с финансово-неустойчивым ( $I_{\text{ФУ}}$  отрицательный).

Рейтинг областей Беларуси по ФУ их предприятий и организаций по степени убывания в 2005 г. имел следующий вид:

- Гомельская;
- Минская;
- Витебская;
- Гродненская;
- Брестская;
- Могилевская.

В течение исследуемых трех лет этот порядок менялся незначительно.

На основе анализа распределения районов по ФУ их предприятий и организаций можно утверждать, что в целом ФУ экономики Беларуси основана на высокой ФУ ограниченного количества предприятий. Такое положение не может обеспечить достаточно высокий уровень устойчивости экономического развития страны и большинства ее регионов, поскольку порождает острый дефицит финансовых ресурсов большинства предприятий и организаций страны, необходимых для обеспечения воспроизводства их экономического потенциала и обновления основных средств.

## **ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Н. М. Белоус

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Гомельская область по праву считается одним из наиболее динамично развивающихся регионов Республики Беларусь. На ее территории сконцентрирован мощ-

ный конкурентоспособный производственный, сельскохозяйственный и научно-технический потенциал.

Одним из факторов повышения инвестиционной привлекательности Гомельской области является ее выдвижение в число лидеров по инновационному потенциалу, сохранение и развитие научно-технического комплекса.

Большое влияние на развитие научно-инновационной деятельности оказывает свободная экономическая зона «Гомель-Ратон», созданная в 1998 г.

На территории СЭЗ действует льготный порядок налогообложения, таможенного оформления, валютных операций, особый порядок защиты инвестиций. СЭЗ «Гомель-Ратон» - это выгодное вложение капитала благодаря близости к рынкам России и Украины, возможности аренды и приобретения в собственность готовых производственных и офисных помещений, аренды земельных участков сроком до 99 лет, развитой сервисной инфраструктуре. Сегодня в СЭЗ «Гомель-Ратон» успешно работает капитал из 9 зарубежных государств.

С целью развития в регионе инновационного предпринимательства в апреле 2008 г. в свободной экономической зоне «Гомель-Ратон» был создан Гомельский научно-технологический парк, что, во-первых, позволяет предоставить дополнительные льготы резидентам технопарка, а во-вторых, является дополнительным стимулирующим фактором технологического развития всей свободно-экономической зоны.

Гомельщина традиционно занимает лидирующие позиции в республике по объему инвестиций в основной капитал. Ключевой позитивной чертой инвестиционного климата региона является стабильность его инвестиционного потенциала, которая обеспечивает постоянный и растущий интерес инвесторов.

За 2008 г. объем инвестиций в основной капитал составил 2 520,2 млн дол. США.

В 2008 г. сохранилась положительная динамика в развитии инвестиционной деятельности организаций всех форм собственности. Рост объема капитальных вложений по сравнению с 2007 г. в сопоставимых ценах по местным и безведомственным организациям составил 133 % при задании - 125 % или более 2,4 трлн руб.

Увеличивается доля собственных и привлеченных средств организаций в общем объеме инвестиций (в том числе кредитных и иностранных ресурсов), при уменьшении бюджетных средств, направляемых на капитальные вложения.

Так, если в течение 2005, 2006 и 2007 гг. доля бюджетных средств составляла около 40 % в общем объеме инвестиций, то по итогам 2008 г. она уменьшилась до 33 %.

Для Гомельской области важнейшим элементом экономической политики на текущем этапе является инвестирование в модернизацию действующих предприятий и создание новых производств.

Следует отметить, что сложившаяся ситуация характеризуется недостатком собственных инвестиционных ресурсов, в связи с этим объективно необходимым становится все более широкое привлечение иностранных инвестиций, которые используются для финансовой поддержки отечественных товаропроизводителей и других субъектов хозяйствования, внедрения новых технологий, наращивания экспортного потенциала, структурной перестройки экономики. Необходимость привлечения иностранных инвестиций продиктована также интенсивной интернационализацией (интеграцией) производственно-хозяйственных систем.

В 2008 г. объем иностранных инвестиций составил 990,7 млн дол. США, из них 127,8 млн дол. США - прямые, 0,2 млн дол. США - портфельные. 862,7 млн дол. США - прочие.

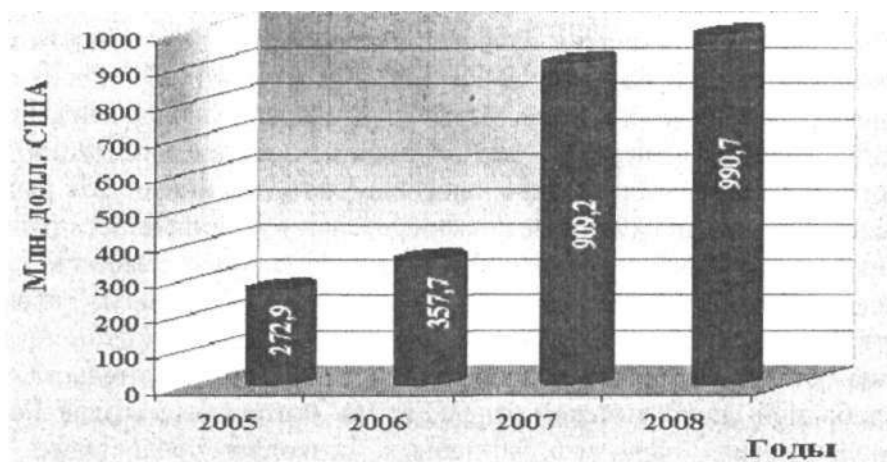


Рис. 1. Объем иностранных инвестиций в Гомельскую область за 2005–2008 гг.

Для активизации инвестиционных процессов в области составлен перечень наиболее значимых инвестиционных и инновационных проектов, утвержденный в 2008 г. Ведется разработка системы мониторинга за реализацией данных проектов, которая бы позволила оперативно отслеживать ход реализации проектов.

Местные исполнительные органы государственной власти придают первостепенное значение вопросам привлечения инвестиций, улучшению инвестиционной привлекательности и поддержанию положительного имиджа Гомельской области. Для реализации этих целей на Гомельщине ежегодно проводится инвестиционный форум. 22-23 мая 2008 г. состоялся V Гомельский инвестиционный форум - 2008. В этом форуме приняли участие более 200 представителей официальных делегаций, финансовых и консалтинговых компаний, предприятий и организаций из 21 страны ближнего и дальнего зарубежья (Ирана, Израиля, Литвы, Италии, Венгрии, Латвии, Словакии, Эстонии, Великобритании, Испании, Бельгии, Австрии, Польши, Германии, России, Украины, Турции, Болгарии, Молдавии, Нидерландов, США), а также Республики Беларусь.

На предприятиях области реализуется ряд масштабных инвестиционных проектов, в том числе и с участием иностранного капитала. Так, в 2008 г. благодаря австрийскому капиталу (компания АТЕС) уже начат выпуск стеклобанки на Гомельском стеклотарном заводе. С участием российского капитала произведен пуск первой очереди еще одного стеклотарного производства иностранным обществом с ограниченной ответственностью «Белстеклопром».

При кредитной поддержке немецких банков модернизируется производство полированного листового стекла на открытом акционерном обществе «Гомельстекло».

На базе совместного предприятия открытого акционерного общества «Речица-пиво» реализуется проект, предусматривающий модернизацию производства и развитие товаропроводящей сети с целью укрепления позиций на рынке пивной продукции. В настоящий момент компания «Heineken» выкупила контрольный пакет акций дополнительного выпуска данного предприятия.



В апреле 2008 г. на ОАО «Мозырский НПЗ» приступили к созданию новой установки гидроочистки дизельного топлива. Мощность установки составит 3 млн тонн в год. Ее ввод позволит предприятию выпускать весь объем дизтоплива в соответствии с экологическими нормами Евро-5 и, таким образом, отвечать перспективным требованиям европейского рынка. На строительство установки в 2009 г. планируется направить 104,7 млрд руб., в том числе 46,1 млрд руб. за счет внешних инвестиций. Данный проект включен в перечень важнейших инвестиционных проектов текущего года, утвержденный постановлением Совета Министров № 2068 «Об инвестиционной деятельности в Республике Беларусь в 2009 году». На площадке смонтированы первые единицы оборудования (крупнотоннажные реакторы), ведутся общестроительные работы, которые планируется завершить в первом полугодии 2009 г. В текущем году должен начаться монтаж основных мощностей, ввод запланирован в 2010 г.

На территории Гомельской области в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 гг. предусмотрена реализация 39 проектов, в том числе 8 проектов по созданию новых предприятий и важнейших производств (1-й уровень), 11 проектов по созданию новых производств на действующих предприятиях (2-й уровень) и 20 проектов по модернизации действующих производств на основе внедрения новых и высоких технологий (3-й уровень). Выполнение этих проектов направлено на повышение эффективности работы промышленного комплекса и улучшение социальной обстановки в регионе, а также обеспечение инновационного развития основных отраслей экономики области. Так, развитию аграрной и перерабатывающей отраслей будет способствовать реализация 15 проектов программы, развитию строительной и стекольной отраслей - 9 проектов, развитию производства потребительских и промышленных товаров - 7 проектов, решению проблем энергосбережения - 5 проектов. В сфере услуг, охраны окружающей среды, развития науки и научного обслуживания предусматривается выполнить по одному проекту.

В Государственную комплексную программу развития регионов, малых и средних городских поселений на 2007-2010 гг. включено 40 важнейших инвестиционных проектов, планируемых к реализации в малых городах Гомельской области. Инвестиционные проекты, включенные в Комплексную программу, представлены следующими отраслями: промышленность - 26 проектов, жилищно-коммунальное хозяйство - 5 проектов, аграрный сектор и строительство - 4, образование и физическая культура - 4 проекта, транспорт и связь, торговля и платные услуги - 1 проект.

Наиболее приоритетными направлениями инвестирования являются: строительство, энергетика, переработка, туризм, торговля и сфера услуг.

В настоящий момент прорабатываются инвестиционные проекты по строительству цементных заводов, завода по производству кальцинированной соды, строительство гипермаркетов, городка развлечений, международного делового туристического центра в г. Гомель и др. Планируемые сроки реализации данных проектов запланированы на 2010-2012 гг.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ  
ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА  
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ)**

**М. В. Ласица**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Р. А. Лизакова

В условиях рыночной экономики коммерческий успех любого предприятия во многом зависит от правильно выбранной стратегии в области управления затратами.

Понимание затрат как действенного рычага экономического управления приобрело в последнее время особое значение. Связано это с тем, что лидерство по издержкам представляет собой признанный способ победы в конкурентной борьбе, что позволяет создать условия и предпосылки для долгосрочной и перспективной деятельности. Соответственно повышение качества принимаемых управленческих решений в области целенаправленного воздействия на затраты имеет стратегическое значение. Однако возникает проблема создания на предприятии эффективной системы управления затратами, способной увязать имеющуюся управленческую информацию в единое целое в рамках отдельно взятой организации. Очевидно, что при построении подобной системы необходимо отказаться от традиционных принципов и методов управления, что и может быть осуществлено за счет построения в организации контроллинга как системы поддержки принятия управленческих решений.

Важно отметить, что к процессу управления затратами необходимо подходить с точки зрения системных позиций. В данном случае системный подход предполагает, во-первых, рассмотрение самой системы управления затратами как единого целого, со своими законами развития. Во-вторых, возможность расчленения системы на подсистемы. Очевидно, что каждая подсистема воздействует как на всю систему в целом, так и на отдельные ее элементы, тогда создается возможность вскрыть закономерности и связи подсистем, их соотношение и субординацию, дать не только качественные, но и количественные оценки.

В целом можно выделить следующие основополагающие позиции системного подхода к управлению затратами:

- динамичность системы управления затратами;
- взаимодействия и взаимозависимости явлений и элементов системы;
- комплексность;
- целостность;
- иерархичность;
- принцип главного звена.

На современном этапе экономического развития проблема оптимизации системы управления затратами приобретает для предприятий жилищно-коммунального хозяйства особую актуальность ввиду высокой степени зависимости подобных организаций от внешних источников финансирования производственно-хозяйственной деятельности. В частности, имеет место существенная разница между фактическими затратами предприятий жилищно-коммунального хозяйства и тарифами, выставляемыми населению за оказанные услуги; при этом тарифная разница покрывается в виде дотаций со стороны государства.

На основании всего вышеизложенного типичными представителями отрасли жилищно-коммунального хозяйства могут быть названы предприятия, оказывающие

услуги по отоплению и горячему водоснабжению, в частности, Речицкое коммунальное унитарное предприятие «Теплосеть». Причем это связано не только с высоким уровнем зависимости результата производственно-хозяйственной деятельности организации от величины бюджетных ассигнований, но и значительной степенью влияния на прибыльность организации колебаний цен на энергоносители, используемых для производства тепловой энергии. Соответственно необходим поиск внутренних резервов субъекта хозяйствования, позволяющих снизить высокую степень зависимости от факторов внешней среды, а именно оптимизация системы управления затратами.

Комплексный анализ позволил выявить ряд слабых сторон имеющейся системы управления затратами на КУП «Теплосеть». В частности, целостная функция управления затратами представляет собой громоздкие, многоэтапные, сложные и несогласованные процессы, разрозненные между различными подразделениями. Причем на предприятии имеет место система сводного учета затрат, но с точки зрения управления затратами, производство теплоэнергии с использованием различных видов топлива требует построения адекватной системы учета, основанной на первичном учете затрат по местам возникновения (котельные), предполагающей дальнейшие расчеты себестоимости одной Гкал тепловой энергии по группам котельных, разделенных по признаку используемого топлива. Очевидно также, что на КУП «Теплосеть» существует объективная необходимость в использовании прогрессивного аналитического инструментария, позволяющего оперативно определять результаты производственно-хозяйственной деятельности, основные направления работы в области повышения эффективности затрат, оптимизации соотношения переменных и постоянных затрат, а также степень финансовой прочности.

Поэтому может быть предложен ряд мер, направленных на повышение эффективности системы управления затратами Речицкого КУП «Теплосеть» и связанные с применением инструментов контроллинга как системы поддержки принятия управленческих решений.

*Первое мероприятие - «Организация службы контроллинга на КУП «Теплосеть» г. Речица».* Суть данного мероприятия состоит в организации на КУП «Теплосеть» службы контроллинга как самостоятельного подразделения, равноправного с другими функциональными службами организации. Целью данного мероприятия является оптимизация движения потоков управленческой информации, что обеспечивает высокую оперативность и точность получения аналитических данных о производственно-хозяйственной деятельности организации. Тогда за счет интеграции разнородной управленческой информации на КУП «Теплосеть» появится возможность проводить более глубокий анализ структуры затрат, это также позволит перейти к учету затрат по центрам ответственности и позволит повысить качество принимаемых решений в области управления затратами. Кроме того, как показывает практика, при внедрении службы контроллинга на предприятиях значительно снижаются расходы материальных ресурсов за счет ужесточения контроля за их использованием на каждом участке производства и назначения ответственных лиц.

*Второе мероприятие - «Контролинг затрат по местам возникновения и ступенчатый анализ сумм покрытия».* Суть данного мероприятия состоит в организации системы учета затрат по местам их возникновения, т. е. по отдельным котельным, а затем группировать информацию о затратах по котельным по признаку потребляемого в процессе производства топлива, что позволит исчислять себестоимость одной Гкал тепловой энергии, вырабатываемой на различных видах топлива. Также предлагается использовать при анализе затрат базовый инструмент контрол-

линга - анализ сумм покрытия. Причем предлагается использовать ступенчатый анализ, т. е. выделять несколько уровней условно-постоянных затрат. Использование при анализе затрат сумм покрытия позволит определить поэтапные цели покрытия, а также выявить узкие места как производства, так и самой системы управления затратами в целом.

Как показал анализ, котельные, работающие на мазуте и печном бытовом топливе, являются узким местом производства. Для котельных, работающих на ПБТ, исчисленная сумма покрытия первого порядка отрицательная величина, а для котельных на мазуте наименьшая в расчете на одну Гкал среди всех групп котельных. Значит, по данным котельным не покрываются даже первичные производственные затраты, связанные с потреблением топлива и электроэнергии на технологические нужды. Поэтому может быть рекомендован перевод этих котельных на другой вид топлива путем переустановки котлоагрегатов, требующих использования другого, более экономичного вида топлива.

Очевидно для категории котельных, работающих на дровах и мазуте, наблюдается явное завышение расходов на оплату труда по сравнению с аналогичными затратами по группе котельных на газе. Поэтому целесообразным является использование дров в качестве основного топливного ресурса только по котельным большой производительности, что позволит снизить удельные затраты на оплату труда, но не вызовет значительный рост переменных затрат ввиду относительной дешевизны используемого ресурса.

В 2008 г. прибыль была получена только по группе котельных, работающих на газе в размере 2575 млн руб. Причем на долю данной группы котельных приходится порядка 85,6 % всей реализации, а себестоимость одной Гкал тепловой энергии на 7482 руб. ниже средней себестоимости по предприятию в целом.

*Третье мероприятие - «Повышение эффективности управления затратами путем применения CVP-анализа».* Анализ соотношения «затраты-объем-прибыль» (Cost-Volume-Profit) является одним из мощных аналитических инструментов в рамках контроллингового контура. Суть анализа сводится к установлению величин в точке безубыточности, определению запаса финансовой устойчивости и производственного левереджа. Посредством такого анализа можно лучше оценить возможности получения прибыли и становятся очевидными гарантии безубыточности предприятия.

В частности, анализ показал, что в 2008 г. по основному виду деятельности КУП «Теплосеть» была получена прибыль в размере 984627 тыс. руб. Однако подобные результаты были достигнуты за счет своевременного поступления бюджетных ассигнований, поэтому существует острая необходимость в активизации в организации деятельности по достижению безубыточности производства за счет внутренних резервов и переходу из зоны убытков в зону прибыли. Ввиду значительной доли затрат по топливу на производственные нужды в общей сумме затрат организации были предложены следующие энергосберегающие мероприятия: перевод котельных, работающих с использованием мазута, на сжигание природного газа, общий экономический эффект, от внедрения которого на пяти котельных составит 4168,5 млн руб.; перевод котельных, работающих с использованием печного бытового топлива, на местные виды топлива, общий экономический эффект, от внедрения которого на двух котельных составит 44,6 млн руб.; реконструкция тепловых сетей с использованием предварительно изолированных труб, общий экономический эффект, от внедрения которого при замене 3410 м теплотрассы составит 164,0 млн руб.

Проведение энергосберегающих мероприятий приведет к увеличению запаса финансовой прочности до величины 5131429 тыс. руб. и обеспечит рентабельность продаж в размере 9 %. При этом значение величины производственного левереджа будет таковым, что при возможном снижении выручки предприятия на 1 % прогнозируемая прибыль сократится на 6,08 %.

Таким образом, применение на практике предложенных мер по совершенствованию системы управления затратами КУП «Теплосеть» путем применения инструментов контроллинга позволит предприятию существенно повлиять на результат своей производственно-хозяйственной деятельности.

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Ю. А. Волкова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Лапицкая

Инновационный путь развития предполагает эффективное взаимодействие научно-технической, производственной, финансовой и других сфер. Для обеспечения такого взаимодействия необходимо эффективное государственное регулирование в области инноваций. Необходимость регулирования и стимулирования инновационной деятельности, во-первых, связана с возрастающим значением инноваций для стабилизации социально-экономического развития общества, во-вторых, обусловлена ограниченностью рыночных механизмов в области получения и внедрения научно-технических результатов.

Научно-инновационная деятельность в нашей стране находится в состоянии развития и в сравнительном плане занимает передовые позиции в СНГ. Причиной этому является комплексный подход государства к созданию национальной инновационной системы. Ориентиры развития определены в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2020 г., Комплексном прогнозе научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2006-2025 гг. В соответствии с данными прогнозными документами разработана государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 гг. Реализация данной программы крайне важна, поскольку при ряде положительных тенденций инновационная деятельность в Республике Беларусь, ее становление и эффективность не отвечает современным требованиям. Показатели, характеризующие такую деятельность и научную сферу, еще значительно уступают аналогичным в развитых государствах. Так, крайне низкими темпами в Республике Беларусь обновляются основные средства (на уровне - около 4,5 % в год при оптимальном 10-20 %), что в значительной степени определяет неудовлетворительное состояние материально-технической базы. Несмотря на низкую инновационную активность предприятий, в целом за 2005-2007 гг. наблюдается рост как доли (14,1 %; 16,3 %; 17,8 %), так и числа (318; 378; 380) инновационно активных организаций промышленного производства [1, с. 247]. Оценивая долю новой в общем объеме отгруженной продукции, необходимо отметить не только ее малую величину - лишь 14,8 %, но и снижение по сравнению с 2005 г., когда она составляла 15,2 %, что, безусловно, является отрицательной тенденцией. Пассивность организаций в освоении новых продуктов и технологических процессов объясняется слабым развитием ис-

следовательской базы непосредственно на производстве и отсутствием постоянного взаимодействия между НИИ и конструкторскими бюро предприятий. Сами же организации промышленного производства среди основных факторов, препятствующих инновационной деятельности, главными считают: недостаток собственных денежных средств, высокую стоимость нововведений, низкий инновационный потенциал организации, высокий экономический риск [1, с. 249–250]. При таком положении дел грамотная государственная политика – единственный способ повышения инновационной активности организаций промышленного производства.

Государственное стимулирование научно-инновационной сферы осуществляется посредством нормативно-правового регулирования инновационной деятельности, прямого бюджетного финансирования и установления финансово-налоговых льгот.

Сама специфика государственной поддержки должна определяться конкретной стадией инновационного процесса. Так, фаза фундаментальных научных исследований, характеризующаяся необходимостью больших капиталовложений, длительным периодом разработок, медленной окупаемостью, высокой рискованностью и непривлекательностью для частного бизнеса, предполагает максимальную государственную поддержку в форме прямого выделения бюджетных средств для выполнения научных исследований и косвенного финансирования в виде предоставления налоговых льгот научным организациям и организациям – заказчикам НИР. Помощь государства на этой стадии может достигать 100 % всех затрат. Переход от фазы научных исследований к фазе организации промышленного освоения или прикладных исследований обеспечивается государственной поддержкой в рамках законодательства в сфере охраны объектов интеллектуальной собственности. В Республике Беларусь этот процесс регулируется законами «О научно-технической информации» и «О патентах на изобретения, полезные модели, промышленные образцы».

Фаза прикладных исследований связана с деятельностью малых инновационных фирм, а также крупных промышленных компаний, открывающих новую бизнес-линию, и, следовательно, относится к сфере высокорискованных (венчурных) областей экономики. На этой фазе роль государственного стимулирования и финансирования должна несколько сокращаться, поскольку исследования проводятся для достижения конкретно поставленных научных целей и практических проблем. Прямое финансирование на данной стадии не должно превышать 50 %. Здесь следует отметить недостаточное развитие в Республике Беларусь фондов рискованного капитала как разновидности коммерческой деятельности.

Фаза опытно-конструкторских разработок и распространения инноваций предполагает самую малую долю государственной поддержки (до 20 % покрытия затрат), так как характеризуется наличием крупных финансовых ресурсов и значительно более низким технологическим и финансовым риском. На данной фазе является целесообразным ввести дополнительные стимулы у хозяйствующих субъектов к освоению и тиражированию инноваций, таких как налоговые льготы, различного рода поощрения, гранты и т. п.

Сердцевиной системы стимулирования инновационной деятельности является государственное регулирование с помощью бюджетной политики, а именно прямого финансирования и предоставления финансово-налоговых льгот. Причем в развитых странах поддержка государством затрат бизнеса на научные исследования является более значимой, чем прямые бюджетные ассигнования. Ведь более 2/3 затрат на науку осуществляется предпринимательским сектором. На рис. 1 представлена ди-

динамика показателей бюджетных затрат и внутренних затрат организаций на НИОКР к ВВП, %.

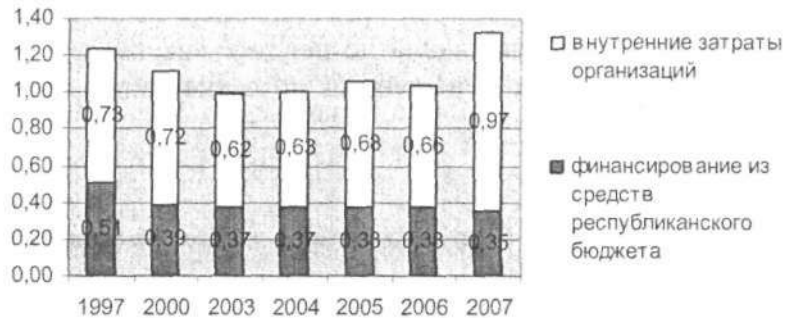


Рис. 1. Динамика показателя затрат на НИОКР к ВВП в Республике Беларусь, % [1, с. 234]

Как видно из диаграммы, затраты госбюджета на НИОКР в 2000-2007 гг. практически не изменяются, оставаясь на достаточно низком уровне. Но тенденцию к росту имеют внутренние затраты организаций, за счет чего наукоемкость ВВП значительно увеличилась в 2007 г. Для сравнения приведем величину данных показателей для стран-лидеров инновационного развития (рис. 2).

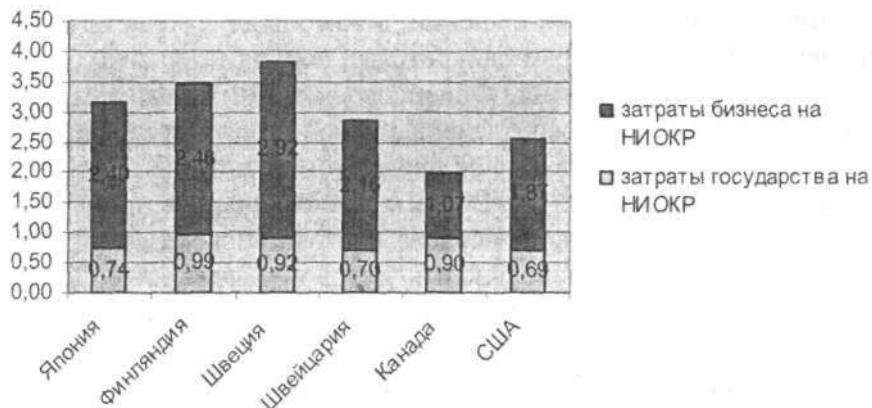


Рис. 2. Величина затрат на НИОКР к ВВП в 2007 г. по странам-лидерам инновационного развития, % [2]

Как видно из рис. 2, в странах инновационного авангарда затраты бизнеса на НИОКР также превышают государственные затраты. Однако величина в процентном отношении к ВВП и тех, и других значительно выше, чем в Республике Беларусь. Отсюда вытекает вывод о необходимости увеличения государственных расходов на НИОКР в Беларуси. Также необходимо отметить, что господдержка инновационного прогресса развитых стран опирается на интегрированный подход к современному инновационному процессу, большое внимание уделяется взаимодействию между созданием знаний и их трансформацией в рыночные продукты и услуги.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о приоритетности следующих направлений государственной поддержки инновационной сферы Республики Беларусь: помощь малым инновационным предприятиям через налоговые льготы и субсидии; формирование фондов рискованного капитала; формирование эффективной инновационной инфраструктуры (трансфер технологий, разработка эффективного механизма передачи знаний по цепочке «наука-производство»); разработка и реализация комплекса мероприятий по активизации подготовки научных кадров высшей квалификации.

#### Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. - Минск, 2008. - 617 с.
2. Режим доступа: [http://ec.europa.eu/enterprise/innovation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/innovation/index_en.htm).

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. А. Таргонская

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Финансовое состояние предприятия отражает способность субъекта хозяйствования финансировать свою деятельность, поддерживать свою платежеспособность и инвестиционную привлекательность. Главной целью анализа финансового состояния является оценка внутренних проблем компании для подготовки, обоснования и принятия различных управленческих решений, в том числе в области развития, выхода из кризиса, перехода к процедурам банкротства, покупки-продажи бизнеса или пакета акций, привлечения инвестиций. Финансово-экономический анализ является той базой, на которой строится разработка финансовой политики предприятия. Качество самого финансового анализа зависит от применяемой методики, достоверности данных бухгалтерской отчетности и др. В классическом анализе принято выделять следующие системы показателей финансового состояния: показатели финансовой устойчивости, ликвидности, рентабельности, деловой активности. Для оперативного мониторинга осуществляется экспресс-анализ, он основывается на выявлении «больных» статей отчета. Однако существуют способы оценки финансового состояния путем применения матричных и интегральных методов.

Для целей полного и качественного анализа финансовой отчетности предприятия нужно использовать все возможные методы. Интегральные методики удобны для экспресс-анализа финансового состояния, так как не требуют значительных затрат времени и ресурсов. В общем блоке интегральных методик можно выделить следующие концептуальные направления: статистически обоснованные модели прогнозирования возможного банкротства. Здесь используются показатели Альтмана, Модель Лиса, Модель Таффлера, Модель Фулмера, Модель Спрингейта и другие; методики определения рейтинга организации в целях кредитования. Здесь используются методики, разработанные различными коммерческими банками; методики ранжирования организаций. Здесь используется метод суммы мест, метод средней геометрической, метод коэффициентов значимости и метод расстояний.

Интегральный финансовый анализ позволяет получить наиболее углубленную (многофакторную) оценку условий формирования агрегированных финансовых по-



казателей. К методам такого анализа относятся: система интегрального анализа эффективности использования активов предприятия, система SWOT-анализа финансовой деятельности и др. Первый метод предполагает разложение показателя «коэффициент рентабельности активов» на ряд частных финансовых коэффициентов его формирования. В основе анализа лежит «Модель Дюпона», в соответствии с которой коэффициент рентабельности активов представляет собой произведение коэффициента рентабельности реализации продукции на коэффициент оборачиваемости активов. Интерпретировать результаты можно с помощью специальной матрицы: выявляются основные резервы повышения рентабельности активов предприятия - увеличить рентабельность продукции; ускорить оборачиваемость активов; использовать оба эти направления.

Применяемый для анализа финансовой среды метод SWOT (англ. SWOT) является широко признанным подходом, позволяющим провести совместное изучение внешней и внутренней среды. Применяя метод SWOT, удается установить линии связи между силой и слабостью, которые присущи организации, и внешними угрозами и возможностями. Существует примерный набор характеристик, заключение по которым должно позволить составить список слабых и сильных сторон организации, а также список угроз и возможностей для нее, заключенных во внешней среде. Сильные стороны: выдающаяся компетентность; адекватные финансовые ресурсы; высокая квалификация; хорошая репутация у покупателей; известный лидер рынка. Возможности: выход на новые рынки или сегменты рынка; расширение производственной линии; увеличение разнообразия во взаимосвязанных продуктах; добавление сопутствующих продуктов; вертикальная интеграция. После того как конкретный список слабых и сильных сторон организации, а также угроз и возможностей составлен, наступает этап установления связей между ними. Для установления этих связей составляется матрица SWOT. Вырабатывая стратегии, следует помнить, что возможности и угрозы могут переходить в свою противоположность. Преимущество использования SWOT-анализа состоит в том, что это фактически единственный способ объяснить и охарактеризовать те факторы деятельности предприятия, которые не поддаются количественному измерению. Этот вид анализа не претендует на высокую достоверность. При этом, поскольку финансовые показатели отражают итоговую, качественную для внешней среды деятельность предприятия, было бы неверно игнорировать процессы мотивации, проектирования и НИОКР, маркетинг и прочее только потому, что учет их более затруднителен.

Кроме этого используют методику комплексной сравнительной рейтинговой оценки производственно-финансового состояния и деловой активности предприятия, которая включает сбор и аналитическую обработку исходной информации за оцениваемый период времени, обоснование системы показателей, используемых для рейтинговой оценки состояния предприятия. В экономических источниках предлагается использовать для оценки финансового состояния предприятия рейтинговое число - это Сумма коэффициентов с эмпирически определенными множителями: коэффициент текущей ликвидности, интенсивность оборота авансируемого капитала, отношение прибыли от реализации к выручке от реализации, рентабельность собственного капитала. Международный нормативный уровень рейтингового числа - 1.

В экономической литературе рассматриваются возможности применения матричных методов оценки и анализа финансовых показателей, увязанных с действующей формой бухгалтерского баланса. Матричная модель представляет собой прямоугольную таблицу, элементы которой отражают взаимосвязь объектов. Она очень удобна для финансового анализа, поскольку является простой и наглядной формой

совмещения разнородных, но взаимосвязанных экономических явлений. Бухгалтерский баланс предприятия можно представить как матрицу, где по горизонтали расположены статьи актива (имущество), а по вертикали статьи пассива (источники средств).

Размерность матрицы бухгалтерского баланса может соответствовать количеству статей по активу и пассиву баланса, но для практических целей вполне достаточно размерности 10 x 10 по сокращенной форме баланса. Необходимо составить четыре аналитические таблицы: матричный баланс на начало года, матричный баланс на конец года, разностный (динамический) матричный баланс за год, баланс денежных поступлений и расходов предприятия. Матричные балансы предприятия составляются по единой методике. Первые два баланса носят статический характер и показывают состояние средств предприятия на начало и конец года. Третий баланс отражает динамику изменения средств предприятия за год.

Для оценки вероятности банкротства за рубежом нередко применяется факторная модель «Z-счета» Альтмана, предложенная им в 1968 г. и основанная на разделении предприятий на потенциальных банкротов и небанкротов. Индекс Альтмана выводится из показателей, характеризующих экономический потенциал предприятия и результаты его работы за истекший период. Модель Альтмана представляет собой дискриминантную линейную функцию с различным числом переменных. Различают 2-, 5- и 7-факторную модели. В 2-факторной модели, к примеру, переменными величинами являются коэффициент текущей ликвидности (коэффициент покрытия) и коэффициент концентрации заемных средств (доля заемного капитала в общей сумме источников). При значении индекса Альтмана 1,8 и меньше вероятность банкротства очень высока, если он 3 и более - очень низкая. Очевидное преимущество 5-факторной модели - точность прогноза, достигается 95 % на период до 1 года и 83 % - на период до 2-х лет. Следует отметить, что 7-факторная модель Альтмана позволяет предвидеть банкротство на период до 5 лет с точностью до 70 %. Z-коэффициент имеет общий серьезный недостаток - по существу его можно использовать лишь в отношении крупных компаний, котирующих свои акции на биржах. Именно для таких компаний можно получить объективную рыночную оценку собственного капитала. Другие методы, связанные с факторными моделями, например, шкала Бивера, модели Лиса, Гишоу, Таффлера дают весьма приблизительную оценку степени близости банкротства.

Кроме всего прочего существует ряд неформальных критериев, позволяющих прогнозировать вероятность потенциального банкротства организации: замедление оборачиваемости средств предприятия; сокращение сроков погашения кредиторской задолженности при замедлении оборачиваемости текущих активов; неудовлетворительная структура имущества предприятия, в первую очередь текущих активов.

Так, в процессе функционирования организации величина активов и их структура претерпевают постоянные изменения. На долю промышленных предприятий на 1 января 2008 г. приходилось 34,1 % всех активов организаций республики, организаций транспорта - 18,6 %, сельского хозяйства - 17 %. Большое значение в структуре имущества предприятия имеет доля оборотных и внеоборотных активов. Так, в структуре имущества произошли следующие изменения: доля внеоборотных активов в валюте баланса организаций имеет тенденцию к снижению. Если на 1 января 2007 г. на долю внеоборотных активов приходилось 72 % всех средств организаций, то на 1 января 2008 г. - 70,2 %. Наибольший удельный вес внеоборотных активов в валюте баланса на начало 2008 г. был в Гомельской и Гродненской областях (по 74,3 %). в то время как в г. Минске он составил 61,9 %.

Финансовое состояние - важнейшая характеристика финансово-хозяйственной деятельности предприятия, которая определяет ее конкурентоспособность и потенциал в деловом сотрудничестве. Главная задача анализа - получить значения оптимального числа ключевых параметров, позволяющих рассмотреть объективную картину финансового состояния предприятия, его прибылей и убытков, изменений в структуре активов и пассивов. Однако ни общие правила, ни специальные методики не могут дать способа вычисления универсального конкретного финансового показателя, объясняющего, когда наступит финансовый кризис и когда следует начинать финансовое оздоровление организации, чтобы предупредить ее банкротство.

## **ОСОБЕННОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ**

**Е. А. Макария**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Я. Потехина

Во всем мире венчурное инвестирование признано одним из самых эффективных механизмов ускорения инновационных процессов в экономике. Венчурный капитал является частным случаем прямых инвестиций в акционерный капитал - это прямые инвестиции, сделанные на стадиях запуска, раннего развития или расширения бизнеса.

Индустрия венчурного капитала наиболее развита в Соединенных Штатах, где она ориентирована на технологические секторы экономики и состоит из широкого спектра инвесторов. Успех венчурного капитала в США во многом был связан с поддержкой федеральным правительством развития инновационных процессов, что выразилось, в частности, в создании инвестиционных компаний по финансированию малого бизнеса (Small Business Investment Companies - SBIC). Эти компании, хотя и принадлежали частным лицам, имели доступ к государственным финансовым средствам, которые предоставлялись для финансирования инновационных малых и средних предприятий (МСП) на льготных условиях.

Развитие динамичными темпами внебиржевого рынка ценных бумаг (Over the Counter - OTC) в США также способствовало расширению деятельности венчурных компаний, поскольку OTC позволял венчурным компаниям быстро и эффективно возмещать вложенный капитал, не нанося урон интересам своих вкладчиков. В стране также существует большое число крупных инвестиционных инвесторов, способных предоставить рынку венчурного капитала значительные финансовые ресурсы. Основными вкладчиками являются пенсионные фонды, которым разрешено инвестировать свои средства в венчурные компании. Другим существенным фактором стало льготное налогообложение венчурных операций и венчурных компаний. Присутствие на американском рынке значительного числа небольших инновационных компаний, прежде всего в сфере высоких технологий, рассчитывающих достичь быстрых темпов роста с помощью «модели открытой собственности», также является важным стимулом для развития рынка венчурного капитала.

Из европейских стран наиболее активно венчурный капитал заявил о себе в Великобритании. Факторы, способствовавшие развитию рынка венчурного капитала в Великобритании, сходны с американскими. Это, прежде всего, активная политическая и законодательная поддержка инновационных процессов и венчурного капитала

со стороны государства. Созданные при государственной поддержке специальные финансовые институты, инвестирующие в промышленность (Investors in Industry), сегодня являются одними из крупнейших институциональных инвесторов в Европе. Эти компании имеют специальные подразделения, оперирующие на рынке венчурного капитала. Важным этапом в стимулировании МСП стало создание правительством М.Тэтчер вместо Национального промышленного комитета специальной Британской технологической группы (British Tehnology Group), занимающейся проблемами МСП. Законодательные инициативы направлены на меры стимулирования по привлечению средств общественного накопления и частных сбережений в инвестиционный процесс: вычет (в установленных пределах) из облагаемых налогом доходов физических лиц средств, вкладываемых в МСП, налоговое послабление средств, вложенных в фирмы, не выпускающие собственных акций. Кроме того, осуществлялась прямая поддержка со стороны правительства деятельности инвестиционных трастовых компаний (Investnebts Trust), которые работали с инновационными компаниями. Наличие вторичного рынка ценных бумаг также способствовало развитию венчурного капитала, так как расширяло возможности мобилизации вложенных средств. В настоящее время широкое развитие получил рынок некотируемых ценных бумаг (Unlisted securities Market - USM) - своего рода третичный рынок, где обращаются акции предприятий, которые ожидают официальной котировки на бирже. Важным источником финансовых средств для венчурных вложений являются крупные институциональные инвесторы, среди которых крупные государственные инвесторы, банки, пенсионные фонды, страховые компании и независимые агенты, управляющие, как правило, закрытыми фондами или собственными средствами.

Основным толчком к развитию рынка венчурного капитала во Франции стала реформа банковской системы, проведенная правительством в 1985 г. В ходе реформы был отменен принцип разделения сфер деятельности депозитных и деловых банков, в результате чего кредитные институты получили возможность инвестировать средства в рисковый капитал. Кроме этого, правительство приняло ряд мер по стимулированию вложений сбережений населения в акционерные предприятия, приняв для этого ряд фискальных мер льготного характера. Законом от 1983 г. в стране учреждались закрытые взаимные фонды по вложению в рисковые операции (Fonds communs de placement a risque). Эти фонды открывали для банков, осуществляющих венчурные операции, новые возможности для мобилизации средств, необходимых для выкупа своих долей участия в МСП. В 1983 г. во Франции был создан вторичный рынок (Second market) ценных бумаг, позволяющий МСП котировать свои акции, минуя сложную процедуру регистрации на фондовой бирже.

Важными факторами развития рынка венчурного капитала на голландском рынке стали традиционная предпринимательская культура, развитие фондового рынка, финансовые стимулы и льготы, предоставляемые государством частным лицам и институциональным инвесторам, вкладывающим свои средства и сбережения в венчурные операции; развитие эффективного вторичного рынка, где котируют свои акции новые предприятия.

В Италии, несмотря на достаточно благоприятные условия для венчурных инвестиций, венчурный капитал до последнего времени не получил достаточного развития, что в первую очередь связано с несовершенством налоговой системы, не способствующей развитию инновационного процесса и вложению капиталов в рисковые проекты, а также с отсутствием специального законодательства, регулирующего и стимулирующего подобные операции. К тому же стремительно растущий государственный долг и постоянный дефицит государственного бюджета вынуждают пра-

вительство выпускать государственные облигации на столь привлекательных условиях, что частный капитал ориентируется прежде всего на эти ценные бумаги, обеспечивающие более надежный постоянный доход. В результате капитал отвлекается от производственных инвестиций и концентрируется на рынке государственных ценных бумаг, что ведет к искажению механизма использования финансовых ресурсов страны. Второй причиной неразвитости рынка венчурного капитала в Италии является слабость рынка ценных бумаг и практическое отсутствие вторичного рынка. Как показывает опыт других стран, важную роль в стимулировании рынка венчурного капитала играют финансовые посредники и в первую очередь крупные институциональные инвесторы - различные трастовые корпорации и пенсионные фонды. В Италии институциональные инвесторы получили законодательное право на существование лишь в последние годы.

В зарубежных странах, как правило, рынок венчурного капитала подразделяют на формальный (институциональный) и неформальный.

*Формальный рынок* венчурного капитала представлен венчурными фондами, объединяющими ресурсы ряда инвесторов.

Выделяют три модели формирования венчурных фондов: 1) независимые фонды; 2) фонды крупных корпораций; 3) фонды, созданные на государственные средства. *Независимые фонды* организуются в форме партнерств. Именно на долю независимых фондов приходится наибольшее число инвестиций в западной практике (США). Средства вкладываются на срок от 3 до 7 лет, после чего фонды «выходят», т. е. продают свою долю инновационной фирме на открытом фондовом рынке либо стратегическому инвестору. Эта продажа происходит с высокой прибылью. *Фонды крупных корпораций* призваны решать стратегические задачи материнской компании. Вторая модель основывается на попытках крупного предприятия связать себя с малой предпринимательской фирмой или создать ее внутри своей структуры. *Фонды, созданные на государственные средства*. Эту модель активно используют США и Израиль. Венчурная концепция России также опирается на модель государственной поддержки финансирования венчурных проектов. В США и Европе главными венчурными инвесторами являются пенсионные фонды, страховые компании и банки. И для них это выгодный бизнес.

*Неформальный рынок* венчурного капитала состоит из индивидуальных инвесторов, напрямую инвестирующих свои личные финансовые ресурсы в новые и растущие малые фирмы. Их принято называть неформальными инвесторами, или «бизнес-ангелами» (business angels). Одно из основных отличий венчурных капиталистов из формального сектора от «бизнес-ангелов» заключается в том, что первые управляют чужими деньгами, в то время как вторые инвестируют свои собственные средства. В процессе инвестирования неформальные инвесторы в основном полагаются на свои собственные суждения и с большей готовностью идут на небольшие по объему инвестиции на ранних стадиях реализации проекта. В связи с недостатком информации и разрывом между спросом и предложением на неформальном рынке венчурного капитала в последние годы стали появляться сети «бизнес-ангелов», которые действуют на основе сети Интернет. Инвестиционные проекты помещаются в сеть самими предпринимателями или организациями, специализирующимися на инкубировании малого бизнеса или привлечении финансирования (фандрайзинге). Сети «бизнес-ангелов» широко распространены в США и Великобритании: известно, что они существуют также во Франции и Австрии.

В мировой экономике венчурные инвестиции оказали огромное влияние на развитие таких отраслей промышленности, как полупроводниковая электроника, вы-

числительная техника, информационные технологии, биотехнология. Причем и венчурные фонды, и «бизнес-ангелы» сыграли и продолжают играть важную роль в развитии венчурного инвестирования, гармонично дополняя друг друга.

В Беларуси венчурная деятельность только начинает обретать форму, поэтому анализ опыта венчурного инвестирования имеет важное значение для становления инновационной экономики.

#### Литература

1. Ковалева, А. Венчурный капитал: опыт и перспективы развития в зарубежных странах / А. Ковалева // Вестн. ассоц. белорус, банков. - 2005. - № 1-2. - С. 31-38.
2. Малашенкова, О. Венчурное инвестирование: мировой опыт / О. Малашенкова // Журн. междунар. права и междунар. отношений. - 2008. - № 1. - С. 92-97.
3. Шанько, О. Особенности венчурного финансирования инновационных проектов в развитых странах / О. Шанько // Финансы, учет, аудит. - 2006. - № 5 - С. 62-64.

### **ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИБЫЛИ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЦЕН НА МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

**А. С. Охотенко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. А. Алексеенко

Прибыль является положительным финансовым результатом деятельности предприятия. Данный показатель играет важную роль, так как свидетельствует об эффективности использования основных и оборотных средств, трудовых ресурсов предприятия, о правильном и своевременном учете рыночной конъюнктуры. В процессе осуществления своей деятельности субъекты хозяйствования получают доходы и несут определенные затраты. В структуре расходов по основной деятельности промышленных предприятий наибольший удельный вес занимают материальные затраты, доля которых в структуре общих затрат в последние годы хотя и снижается, но по-прежнему составляет примерно 72,6 % при одновременном росте цен на них. В 2007-2008 гг. основная масса материальных затрат приходится на нефтяную промышленность и составляет 44,5 трлн руб. (68,8 %) и машиностроение и металлообработку - 42,3 трлн руб. (65,4 %).

Опыт стран с развитой рыночной экономикой показывает, что неблагоприятным тенденциям в изменении цен и затрат можно противодействовать. Для этого применяются такие элементы антизатратных механизмов, как конкуренция, соревновательность товаропроизводителей и постоянно обновляющаяся система нормативов затрат, относимых на производство. В переходной экономике, что характерно и для Республики Беларусь, их часто заменяют административное ограничение величины и структуры затрат, а также задания по снижению себестоимости и росту прибыли. Для того чтобы усовершенствовать нормативное хозяйство, необходимо внедрить новые технические, технологические решения, рационализировать производство. Но, согласно данным, полученным при анализе промышленных предприятий, средний возраст применяемых технологий составляет свыше 20 лет.

Усиление нестабильности ценового фактора требует совершенствования методики планирования прибыли. Обычно при планировании прибыли от реализации товарной продукции используются два основных метода - метод прямого счета и аналитический метод.

Первый метод применяется, как правило, при небольшом ассортименте выпускаемой продукции. В наиболее общем виде прибыль - это разница между ценой и себестоимостью, но при расчете плановой величины прибыли необходимо уточнить объем продукции, от реализации которой ожидается эта прибыль.



Рис. 1. Формирование прибыли методом прямого счета

Метод прямого счета позволяет определить объем реализованной продукции в ценах и по себестоимости (рис. 1). Суть состоит в том, что себестоимость и отпускная цена остаются неизменными, а изменяется объем произведенной продукции в натуральном выражении. К числу недостатков планирования прибыли данным методом следует отнести невозможность учета изменившихся условий хозяйствования. Поэтому расчет прибыли методом прямого счета необходимо дополнить аналитическим методом планирования прибыли.

При планировании прибыли аналитическим методом расчет ведется отдельно по сравнимой и несравнимой продукции. Сравнимая продукция выпускается в базисном году, который предшествует планируемому, поэтому известны ее фактическая себестоимость и объем выпуска. По этим данным определяется базовая рентабельность:

$$P_6 = \frac{\Pi_0}{C_{\text{тн}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $\Pi_0$  - ожидаемая прибыль;  $C_{\text{тн}}$  - полная себестоимость товарной продукции базисного года.

С помощью нее ориентировочно рассчитывается прибыль планируемого года на объем товарной продукции планируемого года, но по себестоимости базисного периода. Расчет плановой суммы прибыли сводится к перемножению планируемых объемов на базисную рентабельность.

Однако при планировании прибыли большое внимание должно уделяться и направлениям снижения уровня затрат на производство продукции и в первую очередь материальных затрат. Технические направления базируются на совершенствовании технологии производства и приобретения современного технологического оборудования. Организационно-экономические направления проявляются в улучшении организации производства, управления запасами сырья и материалов, поиска поставщиков более дешевого сырья.

Методические расчеты по оценке влияния ценового фактора в структуре материальных ресурсов на прибыль предприятия может опираться на следующую факторную модель материалорентабельности (см. формулу (2)):

$$\Pi_M = \Pi/M = \Pi/РП \cdot РП/ТП \cdot ТП/M = P_{\Pi} \cdot d_{РП} \cdot m_o, \quad (2)$$

где  $\Pi_M$  - материалорентабельность;  $\Pi$  - прибыль;  $РП$  - реализованная продукция;  $П$  - товарная продукция;  $M$  - материальные затраты;  $РП$  - рентабельность продаж;  $d_{РП}$  - Доля реализованной продукции в ее выпуске;  $m_o$  - материалотдача (по товарной продукции).

Одним из условий повышения уровня управления затратами и формированием цен является применение показателя маржинальной прибыли. Прибыль плюс условно-постоянные расходы позволяют определить точку безубыточности, т. е. такие объемы производства, при которых деятельность предприятия не приносит ни прибыли, ни убытка, рассчитывать возможную предельную прибыль, применять современные технологии управления затратами. Известно, что именно экономия условно-постоянных расходов является важнейшим источником получения прибыли в легкой промышленности, строительстве, отдельных отраслях химического и нефтехимического комплекса.

Построение общей прибыли предполагает использование возможностей получения прибыли не только от основного вида деятельности, но и от операционной деятельности, а также превышения штрафных санкций полученных над штрафами уплаченными. Эти факторы при планировании прибыли на предприятии могут быть учтены следующим образом. Общая прибыль предприятия включает три укрупненных элемента:

- прибыль (убыток) от реализации продукции, выполнения работ, оказания услуг по основному виду деятельности;
- прибыль (убыток) от операционной деятельности, в том числе реализации основных средств, их прочего выбытия, реализации иного имущества предприятия;
- финансовые результаты от внереализационных операций.

Прибыль от операционной деятельности - превышение доходов от владения, распоряжения имуществом над расходами. Она включает в себя прибыль от хранения денежных средств на депозитах, прибыль от реализации основных фондов, прибыль от сдачи имущества в аренду, прибыль от реализации ценных бумаг и т. д.

Прибыль (убыток) от реализации основных средств, их прочего выбытия, реализации иного имущества предприятия - это финансовый результат, не связанный с основными видами деятельности предприятия. Он отражает прибыли (убытки) по прочей реализации, к которой относится продажа на сторону различных видов имущества, числящегося на балансе предприятия.

Финансовые результаты от внереализационных операций - прибыль (убыток) по операциям различного характера, не относящимся к основной деятельности предприятия и не связанным с реализацией продукции, основных средств, иного имущества предприятия, выполнением работ, оказанием услуг.

Реализация предлагаемых методов регулирования прибыли позволит не только гарантировать устойчивое финансовое состояние предприятий и организаций в условиях изменяющейся рыночной конъюнктуры, но создаст условия для поддержания на высоком уровне основных макроэкономических показателей, в частности уровня инфляции, реальных денежных доходов населения.



**ПРОБЛЕМЫ СТУДЕНЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ МИРОВОГО  
ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА****Т. Л. Незоля***Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Воронич

«Мы не должны говорить о кризисе в оправдание собственной неспособности решать проблемы, а должны использовать кризис для решения наиболее сложных вопросов, которые не решались годами», - предложил президент РФ Д. А. Медведев.

Особенностью современной сложной ситуации в мировой экономике является наложение друг на друга сразу двух кризисов: кризиса международных кредитно-денежных отношений и кризиса в финансовом секторе в США. Оба эти кризиса связаны между собой, и хотя их совпадение во времени - случайность, но обострение и развитие каждого из них вполне закономерно и даже неизбежно. Причины, лежащие в основе каждого из этих кризисов, вполне очевидны и загадок для беспристрастного наблюдателя не составляют.

Первый кризис «созрел» на двух подрывных зарядах, заложенных в нынешний механизм международно-кризисных отношений.

Первый заряд - это введение в статус «международных валютных резервов» денежной единицы - одного из государства (эмитируемой даже не государством, а просто сообществом частных банков-акционеров ФРС США). Второй - отказ американского государства каким-либо образом обеспечивать товарную основу этой денежной единицы (через отмену гарантированного золотого содержания доллара).

В результате желание всякого государства накапливать свои валютные резервы требовало дополнительной эмиссии американских долларов.

В самом этом явлении нет ничего страшного. Но США сняли с себя и со своих банков всякие обязательства за эмитируемые им доллары. В итоге все страны - владельцы долларовых «валютных» резервов принуждены были иметь в своем обороте и рассчитываться по своим долгам неденежными (и нетоварными) долговыми обязательствами некоторой определенной группы лиц. Это - второй подрывной заряд, заложенный США в мировую валютно-кредитную систему.

Однако и в этом еще не было ничего страшного, если бы все страны хранили свои «резервы» в виде долларовых бумажных банкнот в своих сейфах (как это и сейчас делают граждане разных стран, которые держат на руках примерно 460 миллиардов наличных долларов США). На самом же деле получалось так, что эти страны взяли помешать свои доллары на счета в тех же американских банках, которые эти доллары и эмитировали (впрочем, осуждать их трудно, поскольку они стремились как-то минимизировать свои потери от снижения товарного «наполнения» американского доллара). Американские же банки в этом случае столкнулись с проблемой размещения этих лишних долларов (изначально американским рынком никак не востребованных). Вот эти банки и пустились во все тяжкие: финансирование «пузырей» на фондовом рынке, льготное кредитование диктаторских режимов во всем мире, раздача дешевых ипотечных кредитов практически без всякого контроля над заемщиками и т. д. Именно за счет этих средств американские банки и другие финансовые институты стали формировать международные «горячие деньги», которые начали кочевать по фондовым и валютным рынкам разных стран, раскачивая и ввергая их в постоянные подъемы и кризисы.

Далее, с течением времени, лишние долларové «валютные резервы» действительно стали лишними – как только страны – владельцы этих «резервов» поняли, что их предъявлять просто некому и что сама товарная ценность этих «резервов» зависит от них самих: как только они попытаются теми или иными способами избавиться от них, их обменная ценность будет прогрессивно падать.

Китай, во всяком случае, уже заявил о своем нежелании поддерживать и дальше пирамиду американских долгов. Китайское руководство при этом приняло решение сократить долю американских долларов в своих резервах, но увеличить долю золота – с настоящих 600 т. до 3-4 тыс. т. Кроме того, наращивать свой профицит в торговле с США Китай также больше не будет (таким образом, США теряют возможность приобретать китайские товары в обмен за бумажные доллары), а займется вопросами наращивания внутреннего потребления в стране.

Вслед за Китаем и другие страны часть своих резервов начинают переводить в другие валюты (евро, фунты стерлингов).

Другим вариантом может быть создание искусственной денежной единицы, основанной на корзине основных стратегических продуктов (нефти, газа, золота, некоторых других цветных металлов, составляющих набор с определенными фиксированными «весами» для каждого из этих компонентов). Для такой валюты остаются те преимущества: твердое товарное содержание и независимость от произвольного вмешательства какого-либо одного государства или международной организации.

От финансового кризиса не осталась в стороне и Россия, которая, в отличие от Беларуси, достаточно встроена в мировую финансовую систему. А если так, следует задаться вопросом: отразится ли мировой финансовый кризис на экономике Беларуси, завязанной на экономику России?

Белорусский рынок ценных бумаг весьма молод, развивается неспешно и представлен в основном государственными ценными бумагами, эмитируемыми Министерством финансов, и ценными бумагами Национального банка. Это соответственно ГКО и ГДО (государственные краткосрочные и долгосрочные облигации) и КО (краткосрочные облигации). Движение акций на Белорусской валютно-фондовой бирже достаточно вялое, население пока стоит от него в стороне. На международном фондовом рынке наши эмитенты не представлены. Значит, можно сделать вывод: через белорусский фондовый рынок напрямую финансовый кризис не проникнет. Наш фондовый рынок достаточно изолирован от мирового финансового рынка. А не напрямую?

Под влиянием кризиса с падением спроса нефть начала быстро дешеветь. От снижения мировых цен на нефть упали цены на нефтепродукты, продажа которых дает треть валютных поступлений Беларуси. Значительная часть продукции белорусской промышленности, к примеру, 59 % грузовых автомобилей, 61 % холодильников, 54 % телевизоров, большая часть тракторов, поставляется на российский рынок, емкость и платежеспособный спрос которого во многом определяется долларóвыми поступлениями от продажи нефти и газа. Сужение российского рынка уже ставит и сложное финансовое положение многие крупные и не очень белорусские предприятия-экспортеры. Иссякающий поток валютной выручки создал валютный дефицит и привел к быстрому похуданию золотовалютных резервов Беларуси и России. Они были израсходованы в первую очередь на поддержание валютных курсов национальных денежных единиц.

В сложившейся ситуации возникает необходимость обратить свой взор на один из наиболее незащищенных слоев населения – студентов.

Что, прежде всего, волнует сегодняшнего студента и выпускника? Работа. Карьера и образование. Зарботная плата. Здоровье и экология. Будущая семья. И многое другое. Это все системные факторы и одновременно важные компоненты единой системы - имеющейся общественно-экономической формации.

Финансовый кризис, перекинувшийся на реальный сектор экономики, поставил под угрозу не только компоненты единой системы, но и всю систему нашего экономического уклада, становление которой наша молодежь наблюдала в конце 90-х гг. и в начале XXI в. Разрушая по компонентам общую систему, кризис становится системным и в итоге - приводит к краху этой системы.

Сегодня соотношение платного образования к бесплатному составляет 60 % к 40 %. По оценкам независимых экспертов, бюджетные места в вузах каждый год сокращаются на 6-8 %. И тенденция такова, что у страны есть вероятность вообще остаться без бюджетного высшего профессионального образования.

### **Работа и карьера**

Кризис - это время надежд. А что говорит пословица? Что надо не просто надеяться, но и что-то делать. Иначе работы студент и молодой специалист после кризиса не увидит!

Главное, - без паники. Работа есть, ее еще довольно много. И студенты с выпускниками вполне востребованный товар на рынке труда молодых специалистов даже во время кризиса.

Компании избавляются от дорогих высокооплачиваемых кадров, а на работу вместо них берут растущую талантливую молодежь. Правда, при этом и тут работодатель пытается сэкономить, но студенту и молодому специалисту это только на руку. Главное попасть в компанию, а свои права покачать там уже можно будет внутри.

Другое дело, что в кризис традиционные формы поиска работы и методы убеждения работодателей не срабатывают. Нужно студентам перестроиться, понять логику развития самого кризиса, оценить свой рабочий и трудовой потенциал.

### **Образование**

В связи с изменившейся экономической ситуацией проблема образования коснулась не только вузов, но и студентов - в первую очередь тех, кто учится на платных отделениях. У многих из них пропала возможность оплачивать образование как из-за повышения цен на обучение, так и из-за сложностей, которые испытывают они сами и их семьи в период кризиса.

В Российской Федерации к данной проблеме уже обратились и ввели следующие предложения: во-первых, обеспечен перевод наиболее успешных и наиболее нуждающихся студентов платных отделений на бюджетную основу; во-вторых, введена единая цена за обучение, которая не будет повышаться во время учебы студентов; в-третьих, обеспечено увеличение бюджетных мест в магистратуре и аспирантуре.

### **Оплата за обучение и заработная плата**

Учитывая нестабильность банковской системы и промышленности в условиях кризиса, в тяжелом положении оказались студенты, которые брали кредиты на обучение или обучались по трехстороннему соглашению с предприятием.

### **Атмосфера в вузах**

Про атмосферу, которая должна царить в вузах, и про то, что в них нужно не только учить, но и воспитывать, говорил Патриарх Московский и всея Руси Кирилл. Предстоятель Русской Православной Церкви на Съезде ректоров впервые. «Если мы создадим нравственную атмосферу в наших вузах, если мы высоко поднимем планку культурных, интеллектуальных и духовно-нравственных требований, тогда люди будут бояться выпасть из общей системы ценностей», - убежден Патриарх Кирилл.

## **Секция VI МЕНЕДЖМЕНТ**

### **ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В СФЕРЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Т. И. Бартош

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. А. Косовский

Экономика Республики Беларусь в настоящее время переживает не самые лучшие времена. Рентабельности большинства госпредприятий постепенно снижаются, растут складские запасы. Помощь убыточным госпредприятиям составляет огромную нагрузку на бюджет.

В результате в последнее время республика стала терять и свои завоеванные позиции на международном рынке перевозок.

Учитывая все эти неблагоприятные тенденции, все чаще стали появляться вопросы: «А правильно ли организована наша инвестиционная политика?», «Почему сейчас наблюдается снижение инвестиционной активности в сфере автоперевозок?».

Необходимо учитывать то, что международные перевозки и транзит являются одним из наиболее эффективных видов экспорта транспортных услуг, а инвестиции в данную сферу деятельности отличаются быстрой отдачей. Это подтверждают исследования ученых Национальной Академии наук и специалистов Министерства транспорта и коммуникаций.

Причины данного явления заключаются в следующем.

1. Лоббирование узкоотраслевых интересов отечественной автомобильной промышленности привело к постановлениям Совета Министров Республики Беларусь от 28.06.2002 г. № 865 и от 29.10.2004 г. № 1364, в результате которых ввоз в республику в режиме свободного обращения импортного ПС стал экономически нецелесообразным.

При этом ПС отечественного производства является неконкурентоспособным при перевозках грузов в/из стран ЕС по следующим причинам:

- отечественный ПС тяжелее импортного аналога в среднем на 1 тонну. Поэтому при ограничении полной массы ПС, импортный перевезет за одну поездку на 1 т груза больше, чем отечественный;

- относительно высокой по сравнению с импортным ПС вероятностью поломки при неразвитости сети СТО отечественных АТС в странах Европы. Поэтому издержки (в том числе и временные), связанные с ремонтом (заменой) ПС в пути при эксплуатации отечественных АТС за достаточно длительный отрезок времени, намного выше;

- относительно высокими эксплуатационными затратами: удельным расходом топлива, масла, трудоемкостью технического обслуживания и т. д.;

- несоответствию экологическим требованиям.

Поэтому если иностранный инвестор и придет в нашу сферу автоперевозок, то ему придется покупать белорусские неконкурентоспособные тягачи, в ущерб себе, тем самым повышая уровень продаж наших автопроизводителей.

2. Начиная с 2001 года наблюдается значительный дисбаланс между спросом и предложением разрешений других государств на перевозку грузов на наиболее рентабельных направлениях, в том числе и из-за государственной политики РФ по вытеснению иностранных перевозчиков со своего транспортного рынка. Так, с каждым годом российская сторона выдает все меньше и меньше разрешений на перевозку через ее территорию. Проблема особенно актуальна, так как национальные перевозчики в основном специализируются на международных перевозках грузов по схеме в/из третьих стран.

3. Главным инструментом реализации внутренней экономической политики стран с рыночной экономикой в конкретных отраслях является устанавливаемая для них фактическая налоговая нагрузка. При производстве данными отраслями продукции на экспорт и обеспечении конкурентоспособности на международном рынке устанавливаемая для них налоговая нагрузка должна быть не выше, чем в этих же отраслях других стран, имеющих одинаковые сравнительные преимущества (структуру издержек) при производстве экспортируемого товара. С учетом вышеизложенного перевозчики нашей страны функционируют в неблагоприятных внутренних экономических условиях. Так, средний уровень налоговой нагрузки юридических лиц, функционирующих в сфере экспорта автотранспортных услуг, в Беларуси в 2006 г. составил 9,2 % к выручке, в России - 5,4 %, в Литве - 4,2 %, в Польше - 5 %. Результатом совокупного действия вышеперечисленных причин явился массовый вывоз и регистрация в сопредельных странах ПС транспортных компаний национальной сферы экспорта автотранспортных услуг. Следовательно, инвестор выберет соседнюю страну для вложения своих средств.

Одной из причин снижения активности инвесторов является высокий уровень административных рисков и отсутствие реальной защиты их интересов. Весомых аргументов, кроме «добро» Президента, у нашего государства нет.

При этом главным сравнительным преимуществом национальной сферы экспорта автотранспортных услуг является высокообразованный, высокопроизводительный (а следовательно, и относительно дешевый) национальный труд всех категорий рабочих и служащих данной сферы.

Необходимо для привлечения использовать выгодное экономико-географическое и геополитическое положение. Беларусь граничит с восточной частью ЕС и может стать своего рода плацдармом для зарубежных инвесторов в плане освоения новых перспективных восточноевропейских рынков.

На мой взгляд, государство должно осуществлять:

- регулирование, а не контроль за допуском иностранных перевозчиков на национальный рынок услуг в сфере международного автомобильного транспорта;
- регулирование национального экспорта автотранспортных услуг.

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития транспортной сферы является транспортная логистика. Через территорию Республики Беларусь проходят мировые транспортные коридоры, но при этом у нас отсутствуют транспортно-логистические центры. Только в 2011 г. планируется сдача первого этапа строительства транспортно-логистического центра. Иностранные инвесторы сразу же изъявили желание поучаствовать в этом инвестиционном проекте. Строительство центра привлечет внимание и ко всей транспортной сфере Республики Беларусь. В будущем это должно поспособствовать притоку инвестиций в сферу автоперевозок Республики Беларусь.

Национальная отрасль экспорта автотранспортных услуг является относительно молодой отраслью (ей всего около 15 лет). Необходимы уже на этом этапе определен-

ные защитные меры внешнеэкономической политики по повышению конкурентоспособности наших перевозчиков. А следовательно, необходим приток инвестиций.

Таким образом, для повышения инвестиционной активности в сфере международных автоперевозок необходимы изменения в экономике в целом, т. е. устранение вмешательства государства в хозяйственную деятельность предприятий, обеспечение равенства двух форм собственности (государственной и частной), снизить долю госсобственности и обеспечить приватизацию вместе с участками и др.

Только тогда в Республике Беларусь произойдет замена устаревшей техники, внедрение новых технологий, производство автомобилей, соответствующих мировым стандартам, и расширение рынков.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**М. В. Лавский**

*Белорусский национальный технический университет Беларуси, г. Минск*

Научный руководитель А. Ф. Зубрицкий

Вся целесообразная деятельность предприятия так или иначе связана с проблемой эффективности. В основе этого понятия лежит ограниченность ресурсов, желание экономить время, получать как можно больше продукции из доступных ресурсов.

Проблема эффективности - это всегда проблема выбора. Выбор касается того, что производить, какие виды продукции, каким способом, как их распределить и какой объем ресурсов использовать для текущего и будущего потребления. Эффективность экономической деятельности всегда связана с отношением ценности результата к ценности затрат и может меняться с изменением оценок.

Различают общую (абсолютную) и сравнительную (относительную) эффективность. Сравнительная эффективность рассчитывается и анализируется при обосновании принимаемых производственно-хозяйственных решений, для отбора из альтернативных вариантов наилучшего. Такой отбор осуществляется на основе сопоставления (сравнения) по вариантам системы технико-экономических показателей, расчета срока окупаемости или коэффициента эффективности дополнительных капитальных вложений, величины экономического эффекта.

Рассмотрев понятие эффективности, перейдем к характеристике основ эффективного управления на предприятии.

Для того чтобы успешно действовать в течение долгого времени, организация должна быть результативной и экономически эффективной. Данная задача является ключевой в управлении предприятием в современных условиях.

Менеджмент - это персонифицированное управление, неотделимое от менеджеров, осуществляющих такую деятельность на профессиональной основе. В современных условиях это означает:

- наличие у менеджера общего и специального образования;
- овладение им определенными знаниями и навыками, необходимыми для осуществления данной деятельности;
- занятие в организации управленческой должности;
- умение менеджера добиваться целей организации, используя ее ресурсы, эффективно влияя на мотивы поведения других людей.

Таким образом, эффективное управление - это воздействие одного лица или группы лиц (менеджеров) на другие лица для побуждения действий, соответствующих достижению поставленных целей при принятии на себя менеджерами ответственности за результативность воздействия.

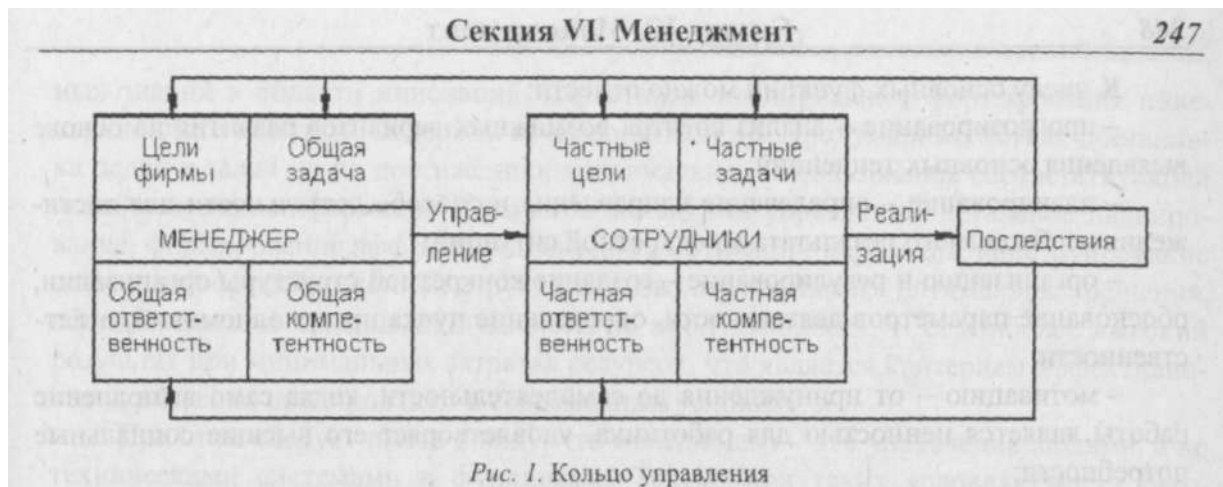


Рис. 1. Кольцо управления

В целом область эффективного управления может быть разделена на отдельные функции, которые сосредоточены в трех основных группах:

- общее управление (установление нормативных требований и политики управления, политики инноваций, планирование, организация работы, мотивация, координация, контроль, ответственность);
- управление структурой предприятия (его создание, предмет деятельности, правовые формы, связи с другими предприятиями, территориальные вопросы, организация, реконструкция, ликвидация);
- конкретные области управления (маркетинг, НИОКР, производство, кадры, финансы, основные фонды).

Если структурные стороны деятельности предприятия определены, то все функции управления разделены на общие и конкретные.

Функция управления - вид деятельности, основанный на разделении и кооперации менеджмента и характеризующийся определенной однородностью, сложностью и стабильностью воздействий на объект со стороны субъекта управления.

Функции управления и установление объема работ по каждой функции являются основой для формирования структуры управляющей системы и взаимодействия ее компонентов.

Общие и конкретные функции эффективного управления тесно связаны и представляют собой разные срезы поля управления.



Рис. 2. Трехмерное поле управления

К числу основных функций можно отнести:

- прогнозирование - анализ спектра возможных вариантов развития на основе выявления основных тенденций;
- планирование - определение направления и способа деятельности для достижения необходимого результата в конкретной ситуации;
- организацию и регулирование - создание конкретной структуры организации, обоснование параметров деятельности, определение пучка прав, полномочий, ответственности;
- мотивацию - от принуждения до самостоятельности, когда само выполнение работы является ценностью для работника, удовлетворяет его высшие социальные потребности;
- контроль, включая установление критериев для достижения целей, решения задач, определенных в планах; измерение и оценку фактических результатов и сопоставление их с плановыми заданиями или нормативом;
- анализ отклонений, выявленных в процессе контроля, причин отклонений, предложение мер по устранению отклонений.

В современных условиях решающим фактором повышения эффективности является человеческий фактор. В этой связи актуальным является совершенствование системы мотивации и стимулирования в организации. Отметим, что функции управления персоналом включают в себя: определение потребности, численного и квалификационного состава на все периоды времени осуществления проекта, поиск и отбор кандидатов, оформление приема на работу и увольнение, планирование и распределение работников по рабочим местам, организация обучения и повышения квалификации, определение ответственности, создание условий и рабочей атмосферы для коллективной работы, предупреждение и разрешение возникающих конфликтов, вопросы оплаты и др.

Мотивационное управление концентрируется:

- на влиянии на состояние мотивации (степени идентификации сотрудника с фирмой, формировании его мотивов),
- чувстве собственного достоинства (уважения как личности, сообщения о значении для фирмы, ожиданиях результатов деятельности);
- приведении мотивов в действия (обсуждаются личные интересы и возможности сотрудника);
- усилении мотивов;
- оценке работы и аттестация (пересмотр зарплаты, рост, дополнительные выгоды);
- удовлетворении потребностей;
- обеспечении процесса мотивации.

Хорошая работа по мотивации сотрудников ведет к увеличению оборота и прибыли; улучшению качества изделий; более творческому подходу и активности во внедрении достижений НТП; повышенному притоку сотрудников; повышению их работоспособности; большей сплоченности и солидарности; уменьшению текучести кадров; улучшению репутации фирмы.

Таким образом, каждый специалист при разработке и внедрении новых технологий, материалов и изделий, технико-экономических обоснованиях расширения и диверсификации деятельности предприятия должен быть уверен в экономической целесообразности принимаемых управленческих решений. Это требует определен-



ных знаний в области инноваций, маркетинга, планирования, формирования инвестиционного капитала, издержек производства и др. Продуманная, четкая постановка целей и задач по их достижению, максимальное использование соответствующей экономической информации и рычагов механизма управления, детальное планирование, формирование эффективной системы мотивации персонала, конструирование адекватной организационной структуры позволит принимать оптимальные решения, обеспечивающие организации наивысшую продуктивность, т. е. наиболее высокий результат при минимальных затратах ресурсов, что является критерием эффективности управления предприятием в современных условиях.

При этом следует иметь в виду, что менеджмент - это управление людьми, а не техническими системами и функциями. Только при таких условиях могут быть в максимальной степени реализованы преимущества органической взаимосвязи технико-технологических и , экономических элементов хозяйственной деятельности в достижении общественно полезных результатов с наименьшими затратами ресурсов за счет сбалансированности всех факторов производства.

## **ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ СФЕРЫ ИННОВАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**А. А. Титович, И. А. Кожемякина**

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Карпей

Создание и реализация эффективной инновационной системы в настоящее время является приоритетом для государства и экономики страны. В связи с этим были предприняты шаги по переводу экономики Беларуси на инновационный путь развития. Одним из таких шагов стала разработка и внедрение Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 гг. Программа явилась стержнем национальной инновационной системы и потребовала инвестиционно структурной перестройки.

К числу факторов, сдерживающих в целом положительную динамику развития национальной инновационной системы Республики Беларусь, можно отнести:

- несовершенство механизмов финансирования инновационной деятельности;
- необходимость совершенствования налогового законодательства;
- низкие темпы развития объектов инновационной инфраструктуры;
- не отлажен механизм взаимодействия между участниками инновационного процесса;
- имеет место отток ученых за рубеж.

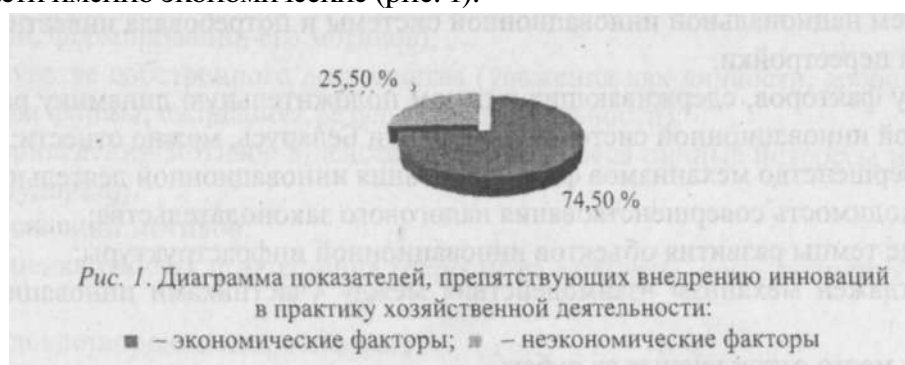
Одной из наиболее острых остается проблема недофинансирования сферы инновационной деятельности, которая стала особенно актуальной в свете мирового финансово-экономического кризиса. Возможности разработки и внедрения инноваций во многом определяются совершенством финансового механизма и объемами финансовых вливаний. Следует отметить, что за последние годы существенно изменилась структура финансирования технологических инноваций в промышленности Республики Беларусь (см. таблицу).

**Структура финансирования технологических инноваций  
в промышленности Республики Беларусь за 2003–2008 гг.**

Показатели	Удельный вес, %					
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г. (прогноз)
Финансирование – всего	100	100	100	100	100	100
в том числе за счет средств:						
собственных	63,84	74,88	77,87	74,06	72,23	71,29
республиканского бюджета	1,26	0,82	5,87	11,22	14,15	12,27
местного бюджета	1,28	1,58	0,46	0,75	0,65	0,84
бюджета Союзного государства России и Беларуси	0,15	0,17	0,25	0,38	0,26	0,31
внебюджетных фондов	8,82	7,77	0,14	0,46	0,35	0,39
иностраннных инвесторов	12,57	2,24	1,13	6,58	7,02	8,97
прочие	12,08	12,54	14,27	6,55	5,34	5,93

Значительную часть в структуре финансирования технологических инноваций составляют собственные средства (более 70 %). Положительным моментом является увеличение доли республиканского бюджета в структуре финансирования науки (до 12,27 % в 2008 г. против 0,82 % в 2004 г.). Однако ситуация неоднозначна. Планируемый показатель расходов республиканского бюджета на науку в 2007 г. равнялся 0,41 % от ВВП, тогда как фактический составил 0,35 %, снизившись по сравнению с 2006 г. на 0,03 п.п.

Проведенное исследование, целью которого значилось выявление факторов, препятствующих внедрению инноваций, показало, что таковыми являются по большей части именно экономические (рис. 1).



Так, 74,5 % из опрошенных руководителей предприятий к числу факторов, препятствующих внедрению инноваций в практику хозяйственной деятельности, отнесли недостаток собственных средств, недостаточность финансовой поддержки государства и высокую стоимость инноваций. 24,5 % респондентов считают, что такими факторами являются: недостаточный уровень квалификации работников, нехватка информации о новых технологиях, о рынках. Такое мнение может свидетельствовать о моральной готовности производить новую продукцию, внедрять инновации в производственную сферу, и об отсутствии достаточных объемов финансирования.

В целях усиления государственной финансовой поддержки инновационной сферы создан Белорусский инновационный фонд. Средства из этого фонда могут быть

получены любым предприятием в случае их использования на разработку и серийное производство новой продукции. Это, несомненно, должно дополнительно мотивировать и стимулировать предприятия любых масштабов деятельности. Фонд работает на возвратной основе, т. е. предприятия после освоения и выпуска новой продукции обязаны вернуть ранее полученные средства. Фонд не ограничивается непосредственно финансовой поддержкой инновационно активных предприятий, решая более широкий круг задач:

- привлечение иностранных инвесторов и создание совместных предприятий;
- поддержка информационного обеспечения инновационной деятельности;
- поддержание и развитие инновационной инфраструктуры и др.

В Республике Беларусь предусмотрено существенное снижение налогов на прибыль и добавленную стоимость, таможенных пошлин на продукцию предприятий, основанных на новых и высоких технологиях. Однако фактически из сферы науки (за исключением бюджетных организаций) в виде налогов и платежей в последние годы изымались средства, равные 60-70 % выделяемых на научно-техническую и инновационную деятельность бюджетных ассигнований, при этом доля налоговых поступлений от этой сферы составляла лишь около 0,7 % всех налоговых сборов. Поэтому было бы целесообразно значительно снизить налоговую нагрузку в научной сфере, компенсировав это незначительным повышением налоговой нагрузки в иных сферах.

Несбалансированная система налогообложения является одним из факторов, определяющих невысокую долю иностранных инвестиций (8,97 % в 2008 г.). Данная ситуация требует повышения инвестиционной привлекательности нашей экономики, в частности, введения дополнительных налоговых и иных льгот для иностранных инвесторов, вкладывающих средства в белорусскую науку.

Действенным инструментом повышения эффективности системы финансирования инновационных проектов является венчурная деятельность. Хотя венчурные организации рассматриваются как достаточно перспективные элементы национальной инновационной системы, реально механизм венчурного финансирования в нашей Республике пока не оправдывает себя. Предметом венчурного финансирования, по мнению авторов, должны стать прежде всего предприятия пятого и шестого технологических укладов, использующие средства автоматизации и телекоммуникационного оборудования, а также биокомпьютерные технологии.

Одним из элементов, повышающих эффективность системы финансирования науки в Республике Беларусь, может стать создание Белорусского инновационного банка. Белорусские банки к массовому кредитованию рискованных проектов относятся настороженно, так как их важнейшей задачей является надежное обеспечение денежных операций, что противоречит вложению средств в рискованные инновационные проекты. Решением этой проблемы как раз может стать создание Белорусского инновационного банка. Круг задач, которые будет решать данная структура, по мнению авторов, может быть очерчен следующим образом:

- долгосрочное кредитование инновационных проектов;
- контроль за целевым использованием выданных средств;
- страхование инновационных проектов;
- организация лизинговых операций;
- оказание помощи предприятиям в разработке бизнес-планов инновационных проектов.

Системная государственная поддержка является одним из факторов, определяющих возможность создания подобной структуры.

Не менее важной задачей для Беларуси является удержание в стране специалистов высокой квалификации. Выделяя огромные средства на образование, государство теряет часть их вследствие оттока ученых за рубеж. Зачастую уезжают одни из самых перспективных и одаренных. В интересах экономики республики следует ускорить формирование достойных условий труда, отдыха и жизни ученым и высококвалифицированным специалистам. Это, безусловно, позволит оптимизировать расходы на науку в целом и на образование в частности.

На взгляд авторов, необходимо четко осознавать, что внедрение инноваций не должно становиться самоцелью, а быть лишь эффективным средством в развитии белорусской экономики. В силах руководителей государства и ученых не допустить формирования политики «инновации - любой ценой». В соответствии с этим принципом финансирование инновационной сферы должно быть масштабным, но избирательным, с целью обеспечения максимального эффекта от вложенных средств.

Реализация эффективного механизма финансирования науки невозможна без адекватного законодательного обеспечения. В современных условиях необходима правовая база, которая, с одной стороны, регламентирует механизм финансирования, а с другой - стимулирует инвесторов к вложению средств в белорусскую науку.

Таким образом, рационализация механизмов финансирования инновационной деятельности, эффективное использование как бюджетных средств, так и средств внебюджетных фондов и частных инвесторов позволит активизировать инновационное развитие национальной экономики. Эффективность инновационной политики в современных условиях во многом зависит и от того, насколько удастся сконцентрировать силы и средства на наиболее важных для перспективного развития направлениях.

## **ДОЛГОСРОЧНЫЙ РЕАЛЬНЫЙ ВАЛЮТНЫЙ КУРС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕАЛЬНЫЙ СЕКТОР НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

**Д. М. Агапов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. В. Козловский

В современных условиях мирового финансового кризиса особую важность имеет оценка величины долгосрочного реального валютного курса белорусского рубля и его значение для стимулирования инвестиционных вложений в реальный сектор национальной экономики. В настоящее время основным долгосрочным ориентиром динамики валютного курса является прогноз, основанный на определении тривалютной корзины. Наличие механизмов, обеспечивающих привлекательность долгосрочных инвестиций, устойчивых к современным вызовам глобальной экономики и обеспечивающих устойчивое равновесное развитие белорусской модели экономики в условиях мирового финансового кризиса является неотъемлемым условием развития Республики Беларусь в начале XXI в.

Реальный валютный курс (RER, англ. Real exchange rate) как внешний, так и внутренний по характеру воздействия на инвестиционную привлекательность разделяют на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный. RER - это изменение соотношения уровня цен, измеренное через номинальный валютный курс. На практике невозможно измерить RER напрямую. Вместе с тем RER используется для оценки инвестиционной привлекательности и является достаточно весомым показателем для инвесторов.

Проблема теоретического и эмпирического анализа равновесного реального валютного курса и его важнейших факторов широко представлена в западной экономической литературе. Однако анализ ее осложняется отсутствием перевода текстов с иностранного языка и различиями в применяемых терминах в определении реального валютного курса. Анализ отечественной экономической литературы показал отсутствие точных способов определения в измерениях RER и серьезных исследований важнейших факторов реального валютного курса (тем более внутреннего и внешнего). Поэтому есть необходимость более подробно дать определение вышеотмеченным категориям.

Начиная с конца прошлого века в научных работах авторов из промышленно развитых стран имеются следующие определения категорий RER:

- внешний RER [англ. external RER], измеряемый как произведение номинального валютного курса и соотношения ценовых дифференциалов между странами;
- внутренний RER [англ. internal RER], измеряемый как отношение внутренних цен на торгуемые товары [англ. tradables] к внутренним ценам на не торгуемые товары [англ. non-tradables].

При оценке влияния реального валютного курса на объем инвестиций необходимо также различать экономические понятия в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах. Краткосрочный реальный валютный курс - это действительный реальный валютный курс, зависимый от текущего значения других переменных, которые сами не являются стабильными и могут изменяться во временном интервале. Среднесрочный реальный валютный курс - это реальный валютный курс, достигаемый при определенном среднесрочном (от года до трех) значении фундаментальных переменных макроэкономического регулирования. Долгосрочный реальный валютный курс - это реальный валютный курс, достигаемый при определенном долгосрочном значении фундаментальных переменных, следуя основополагающей формуле Нуркса. Понятие «долгосрочный» применим к равновесному реальному валютному курсу при условии, что внутреннее и внешнее равновесие является долгосрочным.

Реальный валютный курс является переоцененным или завышенным (недооцененным или заниженным), если действительный реальный валютный курс (т. е. краткосрочный, равновесный), выраженный в иностранной валюте, больше (или меньше) соответствующего долгосрочного реального валютного курса. Переоценка (недооценка) реального валютного курса относительно долгосрочного значения соответствует положительному (отрицательному) значению отклонения действительного реального валютного курса, выраженного в иностранной валюте, относительно внутреннего RER и отрицательному (положительному) значению отклонения действительного реального валютного курса, выраженного в национальной валюте, относительно внутреннего RER.

В работе Дж. Монтиеля макроэкономические терминанты реального валютного курса разделены на четыре группы факторов: предопределенные (X1), политические (X2), «дугые» экзогенные переменные [B(t)], экзогенные фундаментальные переменные (X3). В концепции Дж. Монтиеля долгосрочное равновесие - это среднесрочное равновесие, заданное определенным долгосрочным значением фундаментальных переменных - политических и экзогенных. Стабильность предопределенных переменных означает, что они зафиксированы на эндогенно предопределенном уровне, т. е. достигли постоянного значения.

При оценке инвестиций «дугые» экзогенные факторы можно исключить из уравнения, так как ожидания зависят от прогнозируемых значений политических и экзогенных переменных. Из данного определения следует, что основанная проблема - определить относительно постоянные значения переменных в прогнозируемом

периоде инвестиционных вложений. В условиях современного мирового финансового кризиса наиболее сложным является вопрос определения постоянного уровня политических переменных, таких как уровень и состав государственных расходов, ограничения торгового и капитального режимов. В то время как значение данных переменных задается органами государственного управления, в условиях мирового финансового кризиса они могут значительно изменяться. «Относительно постоянный» уровень для таких переменных - это значение, при котором эти переменные достигают желаемого значения при сложившихся экзогенных факторах и их прогнозах в изменяющейся мегаэкономике в условиях мирового финансового кризиса. Требование, что только оптимальный уровень политической переменной в инвестиционных процессах может считаться относительно постоянной величиной, предполагает, что аналитик должен решать сложную динамическую оптимизационную модель перед определением внутреннего RER. Данная задача является и с практической, и с теоретической стороны наиболее сложной для всех потенциальных инвесторов, от решения которой зависит объем, сроки долгосрочных вложений.

Существующие подходы к определению долгосрочного равновесного реального валютного курса в условиях финансового кризиса мегаэкономике мы структурировали следующим образом:

- академический подход к определению внутреннего RER;
- оценка внутреннего RER на основе структурных моделей.

Мы согласны с отечественными экономистами, которые считают, что в современных условиях оценку внутреннего RER необходимо структурировать в двух направлениях:

- 1) с использованием модели частного равновесия, основанной на оценке торговых уравнений;
- 2) с использованием макроэкономических моделей общего равновесия.

Основное отличие структурного подхода - оценка частного и общего равновесия структурных экономических систем. Структурный подход к оценке внутреннего RER изначально был разработан для целей проведения экономической политики в промышленно развитых государствах, а сейчас уже применяется в параметрах всей зоны еуро. В настоящее время он может быть расширен для анализа долгосрочного валютного курса в остальных государствах, что особенно актуально в современных условиях, когда резко снизилась инвестиционная активность. Когда действительный внешний RER (т. е. рассчитанный на основе индекса потребительских цен [CPI, англ. Consumer price index]) является стационарным, то долгосрочный равновесный валютный курс может быть оценен с помощью простейшей методологии теории относительно паритета покупательной способности [PPP, англ. Purchasing power parity] при использовании базового (до кризисного) или трендового подходов. Однако необходимо учитывать, что в условиях кризиса точность данного метода ограничена, так как для большинства открытых экономик современной взаимосвязанной глобальной мегаэкономике внешний RER не является стационарным.

Безусловно, изменение динамики RER влияет не только на выбор инвестором конкретного инвестиционного проекта, но и на выбор инвестором целых отраслей народного хозяйства наиболее перспективных для инвестирования. Так, например, однопроцентное удорожание эффективного реального валютного курса сопровождается снижением реального ВВП Республики Беларусь на 0,26 %, а реального ВВП в промышленности на 0,6 %. То есть наиболее сильное воздействие изменения RER оказывают на динамику производства в отраслях промышленности, имеющих в себестоимости своей продукции высокую долю оплаты труда (легкая промышлен-

ность; лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность; машиностроение и металлообработка). В то же время удорожание реального валютного курса приводит к росту реального ВВП в торговле и общественном питании.

Для оценки белорусского импорта целесообразно применять внешний RER модели паритета покупательской способности на основе индекса потребительских цен, а для экспорта - внутренний RER, основанный на определении тривалютной корзины. В Республике Беларусь однородные товары составляют небольшой процент экспорта, нежели импорта, т. е. вероятнее всего экономический принцип единого валютного компонента может рассчитываться только для экспорта. Однородные товары или продаются (или не продаются) по мировой цене. Следовательно, международную конкурентоспособность Республики Беларусь, экспортирующую однородные товары, определяет ее рыночная доля на мировом рынке, а значит, это вопрос конкурентоспособности внутренней цены и прибыльности производства экспортируемых товаров по сравнению с не торгуемыми.

По-видимому, можно считать, что белорусский импорт состоит из более дифференцированных товаров, являющихся несовершенными заменителями. Таким образом, цена импорта в большей степени зависит от степени зависимости товара и кросс - ценовой эластичности спроса среди субинститутов, нежели от цены экспорта. Для товаров данной группы, возможно, увеличить продажи за счет уменьшения цены, а, следовательно, при увеличении продаж и возрастает инвестиционная привлекательность национального рынка. Главным индикатором конкурентоспособного ценообразования несовершенных заменителей является изменение рыночной доли. Следовательно, международная конкурентоспособность спроса на белорусский импорт - это скорее вопрос относительной цены белорусских внутренних товаров по сравнению с товарами стран конкурентов.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ФИНАНСОВЫХ ФАКТОРОВ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «КОМИНТЕРН»)**

**Н. Н. Шилец**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Управление стоимостью предприятия начинается с определения стратегических целей и разработки системы показателей, обеспечивающей руководителей релевантной информацией о результатах работы их менеджеров. Успех здесь зависит во многом от того, насколько правильно руководство сможет расставить приоритеты и определить *ключевые факторы* стоимости верхнего уровня.

Построение современной системы показателей невозможно без стандартных схем финансового анализа, таких как схема Дюпона, дерево ROIC. Они могут быть использованы для разложения показателей верхнего уровня на подфакторы, однако основа системы показателей должна состоять только из ключевых факторов, которые непосредственно влияют на рыночную стоимость бизнеса.

Все финансовые факторы стоимости условно можно разделить на четыре группы:

- 1) показатели, отражающие стратегическую эффективность предприятия;
- 2) показатели, отражающие эффективность операционной деятельности;
- 3) показатели, отражающие эффективность инвестиционной деятельности;
- 4) показатели, отражающие эффективность финансовой деятельности.

Стратегическая эффективность предприятия. Одна из проблем, возникающая при внедрении стоимостного управления в организациях, - невозможность использования самой стоимости для оперативного управления бизнесом. Сама стоимость не всегда отражает исключительно результат работы менеджеров: на нее влияют внешние факторы (например, прогноз развития рынка или поведение инвесторов), и, кроме того, формула ее расчета слишком сложна для понимания рядовыми сотрудниками. Именно поэтому в мире для управления стоимостью используют показатели на основе экономической прибыли, которые, с одной стороны, в наибольшей степени коррелируют с рыночной оценкой стоимости, а с другой стороны, могут быть использованы в оперативном управлении организации. Одним из наиболее распространенных показателей является экономическая добавленная стоимость (EVA).

*Эффективность операционной деятельности* отражает результаты основной деятельности организации по увеличению продаж, снижению издержек или повышению производительности.

*Эффективность инвестиционной деятельности* отражает эффективность инвестиционных проектов, осуществляемых предприятием. Под инвестиционными проектами в данном случае понимаются любые проекты, связанные с инвестированием денежных средств в реальные активы на срок более 1 года.

*Эффективность финансовой деятельности* отражает платежеспособность и устойчивость предприятия.

Рассмотрев структуру финансовых факторов стоимости, следующим этапом является определение критериев, с помощью которых данные факторы стоимости можно проранжировать и выбрать ключевые из них.

Выбор ключевых финансовых факторов осуществляется на основе как минимум четырех критериев:

- стратегии и жизненного цикла предприятия;
- чувствительности результирующего финансового показателя, например EVA, к различным финансовым факторам стоимости;
- потенциала улучшения показателей;
- волатильность (изменчивость) показателей.

1. В зависимости от того, на какой стадии жизненного цикла находится организация, она использует различные стратегии максимизации отдачи на вложенные средства. Можно выделить три крайние стратегии в зависимости от жизненного цикла:

- Стратегия роста: общая финансовая цель на данной стадии развития бизнеса состоит в процентном росте дохода и объемов продаж в целевых сегментах.
- Стратегия удержания позиций: большинство предприятий на данном этапе развития ставят перед собой финансовые цели, связанные с прибыльностью бизнеса, такие как достижение рентабельности предприятия, продуктов и каналов продвижения. ОАО «Коминтерн» находится на данной стадии жизненного цикла.
- Стратегия «сбора урожая»: ключевыми показателями являются удельные, прямые и общие издержки, а также период окупаемости новых капиталовложений, который должен быть минимальным.

2. Чувствительность EVA к финансовым факторам стоимости показывает, насколько процентов изменится этот параметр при изменении одного из финансовых факторов на 1 %. Для оценки чувствительности можно использовать формулу эластичности:



$$\Delta = a_1 \frac{\bar{x}}{\bar{y}}, \quad (1)$$

где  $a_1$  – коэффициент регрессии, показывающий насколько изменится результативный признак при изменении факторного на единицу;  $\bar{x}$  – среднее значение факторного признака;  $\bar{y}$  – среднее значение результативного признака.

2. Потенциал улучшения показателя зависит от количества необходимых ресурсов и времени, потраченных на показатель для изменения финансовых результатов предприятия. Так, часто цена диктуется рынком, и ее изменение происходит независимо от воли руководства предприятия.

3. Для оценки рейтинга финансовых факторов стоимости с точки зрения их изменчивости можно для каждого фактора стоимости рассчитать коэффициент вариации, который показывает степень отклонения данных от среднего значения. Это необходимо, так как факторы могут быть подтверждены изменениям во внешней среде (например, цены на сырье и материалы) и их влияние в разное время может быть неоднородным и не исключено, что они неблагоприятным образом скажутся на финансовой устойчивости.

Коэффициент вариации определяется по формуле (2):

$$v = \frac{\sigma}{x}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

После того как рассчитаны все необходимые коэффициенты, можно приступить к ранжированию финансовых факторов стоимости. В таблице приведен пример финансовых факторов рыночной стоимости для ОАО «Коминтерн». Сводный рейтинг рассчитывается как сумма потенциала улучшения и коэффициента вариации, умноженная на модуль коэффициента чувствительности и стратегическую значимость.

#### Определение рейтинга факторов стоимости

Фактор	Модуль коэффициента чувствительности EVA к фактору	Потенциал улучшения, %	Коэффициент вариации, %	Стратегическая значимость	Сводный рейтинг, %
A	1	2	3	4	5
1. Эффективность операционной деятельности					
1.1. Объем продаж	8,5	15	10	5	1063
1.2. Цена	19,8	4	10	3	832
1.3. Затраты на производство	9,6	8	15	2	442
1.4. Выработка	8,9	6	5	2	196
2. Эффективность инвестиционной деятельности					
2.1. Объем инвестиций в расширение производства	12,4	30	0	3	1116

Окончание

Фактор	Модуль коэффициента чувствительности EVA к фактору	Потенциал улучшения, %	Коэффициент вариации, %	Стратегическая значимость	Сводный рейтинг, %
А	1	2	3	4	5
2.2. Объем инвестиций в бренд	6,9	25	0	4	690
3. Эффективность финансовой деятельности					
3.1. Прибыль от реализации	8,7	25	0	4	870
3.2. Чистая прибыль	8,2	20	0	5	820
3.3. Ликвидность	9,4	15	0	5	705
3.4. Устойчивость	6,6	15	0	4	336

Суммирование потенциала улучшения и коэффициента вариации фактически означает, что часть прироста факторов может быть обеспечена за счет благоприятных перспектив развития рынка и/или улучшения конкурентной позиции предприятия, а часть - за счет внешних колебаний на рынке. Рейтинг стратегической значимости определяется по 5-бальной шкале; при этом оценка «5» отражает максимальное соответствие фактора стратегии развития предприятия. В рассматриваемом примере ОАО «Коминтерн» нацелено на экспансию в регионы, вследствие чего наибольшую значимость получили объем продаж, а также финансовые показатели - чистая прибыль и ликвидность. Факторы, получившие оценку «4» и «3», также влияли на позицию предприятия на рынке, однако уже в меньшей степени.

На основе полученных значений сводного рейтинга определяются ключевые факторы стоимости первого, второго и третьего уровней. Таким образом, факторами 1-го уровня, получившими наивысший рейтинг, являются: объем продаж, объем инвестиций в расширение производства и прибыль от реализации; факторами 2-го уровня: цена и чистая прибыль. Поэтому при принятии управленческого решения или оценки деятельности предприятия в первую очередь необходимо проследить, как изменятся именно эти финансовые факторы стоимости.

В заключение необходимо отметить, что внедрение системы управления стоимостью невозможно без определения нефинансовых факторов стоимости. Финансовые показатели отражают исключительно результаты деятельности предприятия, однако не раскрывают пути их достижения. Кроме того, с помощью одних лишь финансовых показателей невозможно проконтролировать эффективность инвестирования в нематериальные активы (бренд, репутации, персонал), между тем как именно от них во многом зависит успех предприятия на рынке. Таким образом, после определения ключевых финансовых факторов, которые являются ориентирами для дальнейшей декомпозиции факторов рыночной стоимости, необходимо выявить основные нефинансовые факторы.

## УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ И БЮДЖЕТИРОВАНИЕ ПРОДАЖ

Н. Л. Полякова

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Управление запасами представляет собой сложный комплекс мероприятий, в котором задачи финансового менеджмента тесным образом переплетаются с задачами производственного менеджмента и маркетинга. Все они подчинены единой цели - обеспечению бесперебойного процесса производства и реализации продукции при минимизации текущих затрат по обслуживанию запасов.

Поэтому предприятие должно найти для себя оптимальное сочетание между издержками и выгодами от выбранного уровня товарных запасов, чтобы определить, какая величина запасов по каждой товарной группе является достаточной. В качестве базовых индикаторов качества выбранной политики управления запасами могут использоваться как непосредственные, так и более обобщенные критерии, а также их различные комбинации.

Издержки хранения выступают ограничением на размер запасов. Причем в стоимость хранения входят «вмененные» издержки. Они характеризуют прибыль, которая могла бы быть получена, если бы средства не были использованы для образования запаса, а «пущены в оборот». Необходимо найти баланс между стоимостью хранения и операциями по заказу товаров. Большие размеры заказа (и, следовательно, меньшее их количество) уменьшают стоимость выполнения заказов, но приводят к увеличению стоимости хранения запасов.

В качестве критерия оптимальности при этом традиционно используется минимум общих годовых затрат предприятия, связанных с хранением закупаемых партий и самой закупкой (см. формулу (1)):

$$Z_{\text{общ}} = (Z_{\text{xp}} + Z_{\text{в}}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $Z_{\text{xp}}$  - затраты на хранение материалов, ден. ед.;  $Z_{\text{в}}$  - затраты на возобновление запаса, ден. ед.

Выбирая тот или иной метод управления запасами, должны обеспечиваться минимальные требования, которые позволят быть выбранной системе управляемой и обеспечат возможность использования различных методов планирования запасов. Выполнение этих требований позволит сократить стоимость доставки и хранения запасов. Эти требования касаются налаживания необходимой логистики операций, а также постановки управленческого учета.

Последовательность планирования может быть следующей: клиент - ассортимент - консолидация по ассортименту - консолидация по ЦФУ (рис. 1).

Первоначальными объектами планирования при составлении бюджета продаж являются клиенты, которые рассматриваются в разрезе их номенклатурных позиций. По менеджеру планирование может проводиться сначала в порядке значимости групп клиентов, а потом по каждому клиенту начиная с наиболее значимых и стабильных позиций.

Со стороны склада осуществляется централизованное планирование менее значащих и маловероятных позиций ассортимента, что минимизирует общий объем запаса. Для них менеджеры отдела закупок, обобщив данные по предыдущим периодам и наличные запасы, могут планировать склад классическим способом - от среднего плюс среднеквадратическое отклонение.

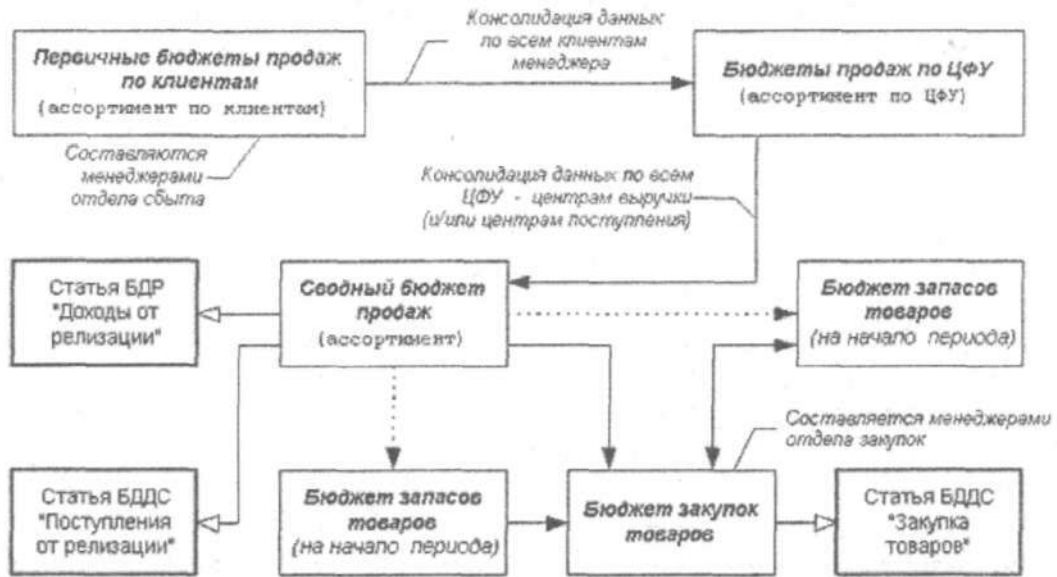


Рис. 1. Возможная схема взаимосвязи бюджетирования продаж, закупок и запасов

Применение бюджетирования как средства систематического оперативного планирования объемов реализации, закупок и запасов существенно повышает точность предсказания, поскольку каждый при этом планирует в сфере своей компетенции.

Для того чтобы система бюджетирования начала работать, необходимо тщательно продумать систему оценки и стимулирования менеджеров в зависимости от выполнения декларированных ими бюджетных показателей. Только в данном случае бюджет становится реальным планом, составленным компетентными менеджерами, которые лично заинтересованы в его выполнении.

При этом система оценки должна стимулировать как высокие плановые показатели объемов продаж, так и максимально возможное соблюдение выданных ими заявок на закупку в разрезе ассортиментных позиций.

Регулирование же производится через коэффициенты в системе расчета вознаграждения менеджеров (рис. 2).

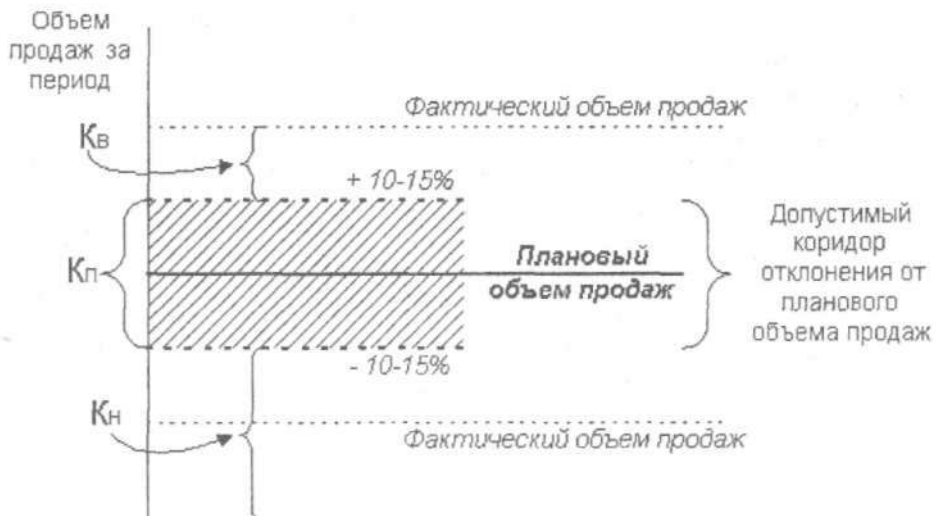


Рис. 2. Модель расчета вознаграждения менеджеров

За выполнение бюджета в рамках допустимых отклонений менеджер может получать премию (*коэффициент  $K_n$* ), которая назначается в процентах от планового объема продаж.

Возможна ситуация, когда менеджеры могут намеренно занижать плановые объемы продаж с тем, чтобы в случае выполнения плана (а в данном случае его выполнить легче) получить соответствующую премию. Поэтому правильнее назначать размер премии в процентах не от фактического, а от планового объема. Так как при заниженном плановом бюджете и размер премии будет ниже, и наоборот.

В случае перевыполнения плана с выходом за коридор допуска относительно плановых показателей размер премии (*коэффициент  $K_o$* ) назначается в процентах от объема перевыполнения.

С одной стороны, коэффициент  $K_3$  призван стимулировать менеджеров к увеличению объема продаж. В то же время перевыполнение плановых показателей может привести к тому, что, поскольку размеры запасов были рассчитаны на меньший объем реализации, их окажется недостаточно. Поэтому коэффициент  $K_o$  не может быть слишком большим, чтобы не провоцировать срочные закупки в случае отсутствия товаров на складе.

*Коэффициент  $K_n$*  «наказывает» менеджера за невыполнение плана, когда фактический объем реализации оказывается ниже допустимого предела. Значение данного коэффициента  $K_n$  может совпадать со значением коэффициента  $K_o$  (тогда «наказываться» и «поощряться» менеджеры будут в равной степени), а может иметь и другое значение (меньшее или большее).

Важно не только вводить ту или иную базу стимулирования, но она должна быть связана с возможностью менеджера активно влиять на ее значение. Если менеджеры не могут повлиять на поступление средств за отгруженную продукцию, то размер премии считается только в процентах от выручки. Или, если менеджеры могут влиять на закупочные цены и величину торговой наценки, то базой для расчета величины премии должна являться не выручка, а маржа и т. п.

Если коэффициенты привязываются к плану продаж, то стимулируются факты продаж с формированием дохода, и менеджеры будут заинтересованы в том, чтобы контролировать отгрузку клиентам и контролировать оформление документов (актов приемки-передачи, расчетных и отгрузочных документов (счетов-фактур, накладных)).

Если коэффициенты привязываются к оплате, то стимулируется поступление средств, и менеджеры будут заинтересованы в том, чтобы контролировать расчеты с покупателями - контроль поступления средств и просроченной оплаты.

В конечном счете, что должно поощряться больше - это политика фирмы, которая должна быть выбрана через вышеуказанные коэффициенты.

Таким образом, с введением бюджетирования основными действующими лицами в управлении запасами становятся менеджеры по сбыту, чья деятельность начинает оцениваться по отклонениям от плана продаж «в разрезе ассортимента». С одной стороны, при этом повышается прямая мотивация этих менеджеров, что обеспечивает высокую вероятность выполнения плана, с другой - важное значение приобретает выбор параметров оценки деятельности менеджеров, для того, чтобы направлять ее в соответствии с интересами всей компании.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

И. В. Савчик

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

Решение задачи стабилизации и дальнейшего наращивания производства в АПК требует улучшения использования производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий.

Потенциал означает степень мощности или скрытых возможностей предприятия, которые при определенных условиях могут быть реализованы. Материальной основой производственного потенциала предприятия в сельском хозяйстве являются производственные ресурсы. Они включают трудовые, земельные и материально-технические ресурсы.

Производственный потенциал - это возможность получения определенного количества и качества продукции в условиях сложившихся производственных отношений при имеющемся количестве ресурсов и их качестве. С учетом особенностей сельского хозяйства возможности производства в этой отрасли зависят также от природно-климатических условий и биологии растений и животных, их генетического потенциала. Соединение этих условий и возможностей определяют как биологический потенциал. В свою очередь, сами ресурсы должны быть в оптимальном сочетании по количественным и качественным характеристикам:

- их объем и размеры должны быть достаточными для обеспечения производства;
- они должны соответствовать необходимому качеству, так как низкое качество требует большого объема ресурсов или равнозначно их отсутствию;
- между различными структурными элементами ресурсов должна быть пропорциональность.

Таким образом, производство в сельском хозяйстве возможно только при использовании всех видов ресурсов. В настоящее время с одной стороны наблюдается дефицит материально-технических ресурсов на предприятиях, с другой, несмотря на это, не все ресурсы задействованы в производстве: простаивает техника, далеко не полностью заняты трудовые ресурсы [1, с. 16].

Материально-технические ресурсы сельскохозяйственных предприятий формируются за счет приобретения на рынках, у предприятий других отраслей, путем взятия в аренду (лизинг).

Существуют два основных метода оценки ресурсного потенциала - стоимостной и индексный. Основными составляющими производственного потенциала в сельском хозяйстве являются:

- земельные угодья;
- основные производственные средства сельскохозяйственного назначения;
- трудовые ресурсы.

Стоимостной метод дает возможность достаточно точно оценить имеющийся ресурсный потенциал. В связи с тем, что указанные выше виды ресурсов учитываются в разных единицах измерения (земля - гектар, основные и оборотные средства - в стоимостном выражении, трудовые ресурсы в натуральных показателях - человек), для их соизмеримости землю и труд необходимо оценить в стоимостном выражении. Проблема повышения экономической эффективности использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве - одна из важнейших в производственном процессе.

Трудность определения цены земли связана прежде всего с ее природным происхождением и естественной ограниченностью. В отличие от производимых промышленных товаров, основу цены которых определяют издержки производства и возможности расширения производства, основная часть полезных свойств земли формируется вне зависимости от указанных затрат. В условиях рыночной экономики, когда земля становится товаром, а ее цена основывается на величине дохода, который дает тот или иной участок земли.

Метод определения цены основывается на том, что если сельскохозяйственный производитель имеет какой-либо регулярный доход (ренту), то он может оценивать его источник, используя кредитную систему, обеспечивающую получение определенного процента на вложенный капитал. В этом случае цена земли будет прямо пропорциональна доходу от земли и обратно пропорциональна величине ссудного процента (сроку капитализации ренты).

Для определения цены земли сначала рассчитывается рентный доход по сле-

$$RD_0 = U \cdot Ck - Z - Z \cdot Knr ,$$

где  $RD_0$  - рентный доход с 1 га, тыс. р.;  $U$  - урожайность культур, т, в натуре;  $Ck$  - расчетная цена 1 ц продукции, тыс. р.;  $Z$  - совокупные нормативные затраты на производство и реализацию продукции, тыс.р.;  $Knr$  - коэффициент нормы рентабельности (0,35).

Далее цена земли рассчитывается по формуле [2, с. 91]:

$$Cz = RD_0 \cdot SK ,$$

где  $Cz$  - цена земли;  $SK$  - срок капитализации рентного дохода (33 года).

Однако вследствие действия инфляции, недостатков бухгалтерского учета в части переоценки основных средств, отсутствие реальной оценки рабочей силы применение данного метода в настоящее время очень часто является необъективным.

Индексный метод основывается на соизмерении сельскохозяйственных земель. Так как в ресурсный потенциал входят не только сельскохозяйственные земли, но и трудовые ресурсы и производственные средства, то имеющиеся сельскохозяйственные земли необходимо скорректировать с учетом влияния их качества, наличия трудовых ресурсов и производственных средств на производство продукции. Указанное влияние определяется с помощью корреляционно-регрессионного анализа с использованием частных индексов по каждому виду ресурсов. В качестве индексов используется общий балл кадастровой оценки, который дает представление об относительной ценности земли.

Что касается трудовых ресурсов, занятых в сельском хозяйстве, то их количество из года в год последовательно сокращается. И хотя в последние годы в стране осуществляются масштабные мероприятия по социальному переустройству села в отдельных хозяйствах, благодаря которым достигнут некоторый прирост общего количества их работников, все же в целом процесс миграции сельского населения в города продолжается и нет основания ожидать его прекращения в ближайшем будущем [2, с. 103].

Проблема повышения экономической эффективности использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве - одна из важнейших в производственном процессе. Внимание к данной проблеме вызвано, прежде всего, тем, что с ее успеш-

ным решением прямо связано кардинальное улучшение производственного снабжения страны.

Реальные возможности увеличения ресурсов отрасли также далеко не беспредельны. Это обусловлено, во-первых, ограниченностью источников средств, которые может выделить общество на расширенное воспроизводство основных и оборотных средств. Во-вторых, производственные мощности отраслей промышленности, производящих средства и предметы труда для сельского хозяйства, имеют свои ограничения. Изложенные выше обстоятельства обуславливают необходимость последовательного повышения отдачи как уже созданного в сельском хозяйстве производственного потенциала, так и направляемых на его дальнейшее наращивание капитальных вложений и материальных ресурсов. Эта задача может быть успешно решена лишь на основе использования целого комплекса факторов, мобилизации всех имеющихся резервов.

Изложенные выше обстоятельства и обуславливают необходимость последовательного повышения отдачи как уже созданного в сельском хозяйстве производственного потенциала, так и направляемых на его дальнейшее наращивание капитальных вложений и материальных ресурсов. Эта задача может быть успешно решена лишь на основе использования целого комплекса факторов, мобилизации всех имеющихся резервов. Центральное место в нем должно занять развитие творческой инициативы работников. Для этого очень важно, чтобы они обладали необходимыми знаниями. Особенно важно, чтобы глубокими знаниями обладали руководители колхозов, госхозов, межхозяйственных предприятий и объединений, их производственных подразделений, а также специалисты сельского хозяйства всех профилей. Только при правильном и четком представлении как о самом понятии экономической эффективности использования производственных ресурсов, так и современных методах ее измерения, анализа, оценки они смогут на практике провести требуемый анализ но выявлению имеющихся резервов, разработать и обосновать систему конкретных мероприятий по повышению экономической эффективности использования производственных ресурсов.

#### Литература

1. Экономика и управление в сельском хозяйстве : учеб. для студентов сред. проф. учеб. заведений / Г. А. Петранева [и др.] ; под ред. Г. А. Петраневой. - Москва : Издат. центр «Академия», 2003. - 352 с.
2. Экономика предприятий и отраслей АПК : учебник / П. В. Лещиловский [и др.] ; под ред. П. В. Лещиловского. - 2-е изд., перев. и доп. - Минск : БТЭУ, 2007. - 574 с.

## **СИНТЕЗ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА- ГЛАВНЫЙ РЕСУРС ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ**

**В. С. Щирякова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Я. Потехина

Наше время отмечено глобальным обострением конкуренции на мировых рынках товаров и услуг, усилением борьбы за талантливых и творческих людей, создателей новой техники и современных технологий. Научно-образовательный и интеллектуальный капитал в этих условиях становится ключевым фактором достижения конкурентоспособности экономики, завоевания новых рынков и обеспечения высокого уровня жизни населения страны. Проблема подготовки высококвалифициро-



ванных кадров, отвечающих требованиям инновационной экономики, выходит на первый план. В связи с дефицитом ряда ресурсов и невозможностью конкурировать в данной области и при этом наличием достаточно высокого интеллектуального потенциала в республике инновационное развитие является наиболее перспективным и успешным решением в условиях белорусской экономики.

Переход на инновационный путь развития ставит перед руководством нашей страны стратегически важную задачу - необходимость выработать оптимальную модель сотрудничества университетов, научных учреждений и предприятий, рассмотреть возможные пути их интеграции и партнерства и перехода к инновационному образованию. Актуальность этой проблемы заключается в том, что на рынке труда безработными оказывается большое количество молодых людей (около 40,1 % на начало 2009 г.), экономика ощущает значительную нехватку одних специалистов при переизбытке других, нарастающая массовость образования приводит к снижению его качества. Все более значительной становится проблема оттока профессиональных кадров, вызванная безработицей в регионах и сельской местности и более низкой оплатой труда, чем в странах-потребителях кадров (в 2007 г. за рубеж на легальную работу выехало 7335 белорусов). В Россию, самый привлекательный для белорусов рынок труда, в 2007 г. выехало 230 человек с высшим образованием, в США - 133. Поэтому в условиях усиления конкуренции за человеческий капитал в глобальном масштабе необходим значительный рост инвестиций в развитие и поддержку интеллектуального капитала в нашей стране.

Основным требованием при переходе к инновационному образованию является активизация исследовательской деятельности вузов, привлечение в науку молодых специалистов, обновление материально-технической базы, усиление сотрудничества образования и производства. На сегодня для Беларуси особенно важен опыт в этой области стран-лидеров мирового научно-технологического развития. При этом следует учесть, что инвестиции в человека в развитых странах являются главной ответственностью государства.

Более высокие показатели состояния образования в развитых странах, в частности в Северной Америке, обуславливаются уровнем финансирования данной сферы. В США доля расходов на образование в ВВП составляет 7 % (около 1 млрд дол.). Это государство лидирует по степени интеграции образования и науки и на основе этого имеет большой опыт по развитию исследовательских университетов. Большой вклад вносят бизнес-школы, где студенты получают представление о состоянии рынка, развивают коммерческие способности и приобретают практические навыки. Широко развита в американских университетах партнерская программа, которая объединяет местный, национальный, иногда и международный бизнес в целях финансирования исследований в конкретном университете. Бизнес в обмен на свое финансирование получает право первоочередного доступа к полученным в рамках программы научным разработкам и возможность выбора наиболее одаренных студентов. Для нашей страны привлечение частного капитала в систему образования является актуальной проблемой. Исходя из этого, существует необходимость в принятии законодательных актов, стимулирующих белорусский бизнес к большей ответственности в сфере образования, используя пример США.

В Германии университеты известны тесными связями с промышленностью и технологической сферой. ФРГ привлекает внимание многоплановой структурой науки и акцентом на практические инструменты реализации научно-исследовательской политики. Вузовский сектор науки обеспечивает стабильно высокое качество исследований и подготовки кадров.

Отлаженная система продвижения научных результатов в экономику существует в Великобритании. Она включает в каждом университете комплекс структур: офисы по трансферу технологий, где ученые получают консультацию по своей проблематике; специальные государственные фонды, финансирующие начинающие технические компании (начальный капитал предоставляется безвозмездно); независимые венчурные фонды, созданные на средства государства (75 %) и университетов (25 %) и управляемые последними; научные технопарки. Необходимо, чтобы и наше государство вкладывало значительные средства в вузовскую науку, от чего получит большую отдачу в последующем - налоговые поступления от новых компаний, новые рабочие места и перспективных специалистов.

Необходимо помнить, что страна должна готовить специалистов в соответствии с требованиями своего развития, тех ее секторов, которые являются для нее наиболее перспективными. Новой экономике не требуется такого количества контролеров, бухгалтеров и юристов, которые существуют на сегодня, так как из реального сектора экономики выводится значительное количество человеческих и материальных ресурсов. Анализируя опыт зарубежных стран и стремительное развитие общества, можно предполагать, что в скором времени в нашей стране начнет широко использоваться передовыми предприятиями и организациями аутсорсинг - вынос непрофильных производств или процессов за пределы предприятий. Это освобождает предприятия от выполнения лишних управленческих действий, которые будут выполнять сторонние организации и тем самым высвободит большое количество трудовых ресурсов, что грозит безработицей для невостребованных специалистов. В связи с этим необходимо в перспективе пересмотреть подготовку специалистов по тем специальностям, которые будут востребованы лишь в пределах такой организации. Это позволит сконцентрировать работу университетов в направлении подготовки высокоспециализированных специалистов с учетом спроса экономики и государства, а не желанием населения, на которые и ориентируются на сегодняшний день наши вузы.

На сегодняшний день существует востребованность в том, чтобы интернационализировать систему образования в Беларуси. Ведь высшее образование - это огромный рынок образовательных услуг. Расширение рынка образовательных услуг будет способствовать взаимовыгодному торгово-экономическому сотрудничеству с другими государствами, возможности получения информации, новых технологий и значительных поступлений в государственный бюджет. Главной проблемой на пути к осуществлению данных мер является то, что Беларусь до настоящего времени не вступила в Болонский процесс. Многие специалисты считают, что нашей стране выгодно иметь болонскую модель образования. К положительным последствиям можно отнести признание дипломов и образования белорусских вузов за рубежом с одновременным признанием дипломов и степеней, полученных в других странах в пределах нашей страны. Для решения данного вопроса требуется создать правовые предпосылки в Кодексе об образовании. Важен переход к европейским образовательным стандартам бакалавра и магистра: суммарно с получением общего среднего образования на сегодняшний день в нашей стране обучение составляет 16-19 лет против 15-16 лет в европейских странах. Это приводит к неоправданному росту затрат бюджетных средств и не решает проблему дисбаланса рынка труда. Поэтому 3-4 года в бакалавриате и 5-6 в магистратуре по европейскому стандарту, против белорусских 4-5 лет подготовки специалиста и 6-7 - магистра, позволит решить эту проблему.

Из опыта обучения в западных странах и их участия в Болонском процессе следует использовать самое лучшее, в том числе методы индивидуальной подготовки специалистов, особенно в магистратуре, возможность совместной образовательной деятельности с ведущими университетами Европы.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что подготовка высококвалифицированных кадров выше в тех учебных заведениях, где успешно реализуется принцип интеграции образования и науки. Можно отметить высокий научно-образовательный потенциал белорусской высшей школы, но в то же время пока еще низкую отдачу этого потенциала: взаимодействие образовательных, исследовательских учреждений и предприятий не налажено, недостаточно используются новые технологии. Сегодня образование и наука - главный ресурс инновационной экономики. В Беларуси возможно ее успешное развитие с условием востребованности науки и образования со стороны предприятий, организаций, государственных структур и общества в целом. Следует помнить, что нет смысла вкладывать средства в исследовательские работы, если нет возможности эти исследования преобразовать в продукт, который принесет прибыль. Аналогично и с образованием, нецелесообразно вкладывать значительные финансовые средства в человеческий капитал, если полученными знаниями не смогут в полной мере воспользоваться будущие специалисты. Инновационное образование должно затрагивать все сферы подготовки специалистов: от качества образования до выработки навыков самостоятельной работы и возможности принятия эффективных решений для страны в целом.

#### Литература

1. Веселов, Ю. А. Для системных проблем нужны системные решения / Ю. А. Веселов // Выш. шк. - 2008. - № 2. - С. 51-55.
2. Дынич, В. Инновационное образование - главный ресурс конкурентоспособной экономики государства / В. Дынич, А. Н. Косинец // Беларусь сегодня. - 2008. - № 205. - С. 11-14.
3. Иванова, И. Е. Инновационное образование / И. Е. Иванова // Новая экономика. - 2008. - № 1-2. - С. 80-85.
4. Радьков, А. М. Интеграция образования, науки и производства как механизм повышения эффективности отечественной экономики / А. М. Радьков // Беларус. гіст. часоп. - 2007. - № 1. - С. 12-16.

### **АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «РУМЯНЦЕВСКОЕ»)**

**Л. В. Демьянчик**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. П. Драгун

В условиях сильной конкуренции важно правильно выбрать стратегию противостояния конкурентному воздействию. В результате проведенного анализа состояния и конкурентной ситуации молочной промышленности Гомельской области установлено, что достижение успеха в конкуренции на рынке зависит от применяемых предприятием способов ведения конкурентной борьбы, позволяющих наиболее полно использовать имеющиеся базовые конкурентные преимущества. В целях анализа эффективности осуществления предприятиями АПК конкурентной борьбы нами использована методика определения способов ведения конкуренции на рынке готовой продукции, алгоритм реализации которой приведен на рис. 1.

1. Определение задач и выбор оцениваемых конкурентов предприятия (баз оценки). Определение значений частных показателей использования предприятием и его конкурентами способов ведения конкурентной борьбы на рынке готовой продукции:

Группа	Показатель использования способов конкуренции
Оцениваемое предприятие, одноотраслевой конкурент	Темпы снижения цен на продукцию, роста её качества, роста доли новой продукции в её общем объёме, роста доли сертифицированной продукции в её общем объёме, роста расходов на рекламно-сбытовые мероприятия, роста цен на продукцию по отношению к отрицательной динамике объёма её производства
Производители товаров – заменителей	Темпы снижения цен на продукцию, роста её качества, роста расходов на рекламно-сбытовые мероприятия
Потребители	Эластичность спроса на продукцию оцениваемого предприятия по цене, темпы роста качественных характеристик его продукции, рассматриваемых потребителями как необходимые, снижения уровня диверсификации его продаж
Потенциальные конкуренты	Темпы снижения эффекта масштаба в отрасли оцениваемого предприятия, степени дифференциации продукции, потребности в капитале, барьеров доступа к каналам распределения продукции, барьеров на доступ в отрасль

2. Определение интегральных показателей уровня конкуренции и значимости способов ведения конкурентной борьбы:

$$I_i = \prod_{j=1}^c (T_{кон(он)i}^j / T_{онi}^j)^{d_j},$$

где  $T_{кон(он)i}^j$  – темп роста интенсивности использования  $i$ -й группой конкурентов (предприятием) способа конкуренции, характеризуемого  $j$ -м частным показателем;  $d_j$  – значимость  $j$ -го частного показателя уровня конкуренции со стороны  $i$ -й группы конкурентов

3. Моделирование зависимости конкурентоспособности предприятия от величины уровня конкуренции.

Рис. 1. Алгоритм определения способов ведения перерабатывающими предприятиями АПК конкуренции на рынке готовой продукции

Проведенный нами анализ значений частных показателей уровня конкуренции деятельности исследуемых молочных предприятий за период 1999-2007 гг. позволил установить:

1. Все рассчитанные частные показатели уровня конкуренции со стороны одноотраслевых предприятий не являются значимыми, что подтверждается мнениями коэффициентов корреляции, определенных как для линейной, так и для степенной форм их зависимости с уровнем конкурентоспособности. Следовательно, в период 1999-2007 гг. конкуренция со стороны одноотраслевых предприятий не являлась фактором, оказывающим существенное влияние на конкурентоспособность предприятий молочной промышленности Гомельской области. Это связано, во-первых, с процессами реформирования молочной промышленности области, сокращением количества и интеграцией молочных предприятий, во-вторых, их принадлежностью одному собственнику - государству.

2. Конкуренция со стороны потребителей является значимым фактором уровня конкурентоспособности молочных предприятий Гомельской области, что подтверждается полученными значениями коэффициента корреляции  $R_{набл.степ} = -0,9847$  и  $t$ -статистики ( $T_{набл.степ} = -3,6847 / T_0$  есть для исследуемых предприятий конкурен-

ция на рынке - это конкуренция, прежде всего, со стороны потребителей, проявляющаяся через переключение на продукцию конкурентов. При этом в течение 1999-2007 гг. конкуренция со стороны потребителей постоянно возрастала, а со стороны одноотраслевых предприятий снижалась. Это связано с наличием у исследуемых предприятий в начале рассматриваемого периода (1999-2001 гг.) существенной рыночной власти по отношению к потребителям, что подавляло их конкурентную активность и снижало угрозу переключения на продукцию других производителей.

Развитие частных форм торговли, снятие региональными властями Гомельской области ограничений доступа на рынок молочной продукции предприятий других областей, появление торговых марок привело в 2002-2007 гг. к естественному снижению рыночной власти предприятий молочной промышленности Гомельской области.

3. По уровню конкуренции деятельности исследуемых предприятий за период 1999-2007 гг. их можно разделить на три группы: а) функционирующие в условиях низкой конкуренции - ЧУП ГФМ, ЧУП СМЗ, ОАО ОЗСОМ; б) средней по силе конкуренции - ЧУП ММП, ОАО МП; в) высокой конкуренции - ЧУП КМП. Ранги исследуемых предприятий по уровню конкуренции противоположны их рангам по величине конкурентоспособности, что подтверждается значением коэффициента корреляции, рассчитанным нами как для линейной, так и степенной формы зависимости между уровнем конкуренции и конкурентоспособностью, и показателем  $T_{набл}$  его значимости. При этом данный коэффициент для степенной формы зависимости составляет  $R_{набл.степ} = -0,9847$  ( $T_{набл.степ} = -3,6847$ ).

Уровень конкуренции является значимым внешним фактором конкурентоспособности исследуемых предприятий. Зависимость между величиной данного фактора и конкурентоспособностью степенная, а направление влияния отрицательное: рост на 1,0 п.п. уровня конкуренции вызывает снижение конкурентоспособности исследуемых предприятий на 0,95 п.п. Отрицательное влияние конкуренции на конкурентоспособность указывает на ее избыточный уровень для предприятий молочной промышленности Гомельской области.

Полученные в результате использования данной методики результаты позволили нам определить, что предприятия молочной промышленности Гомельской области имеют существенные резервы роста конкурентоспособности за счет снижения уровня конкуренции на рынке до среднеотраслевого и наилучшего в отрасли уровня (см. таблицу).

#### **Резервы роста конкурентоспособности предприятий молочной промышленности Гомельской области**

Предприятие	Резервы роста конкурентоспособности за счет снижения конкуренции, п.п.	
	до среднеотраслевого уровня	до наилучшего в отрасли уровня
ЧУП «Гомельская фабрика мороженого»	более 100	более 100
ОАО «Октябрьский завод СОМ»	51,9	более 100
ЧУП «Светлогорский МЗ»	-	-
ОАО «Молочные продукты»	более 100	более 100
ЧУП «Мозырские МП»	более 100	более 100
ЧУП «Калинковичский МК»	более 100	более 100

Данные, приведенные в таблице, показывают, что для ряда исследуемых предприятий (например, ЧУП ГФМ, ОАО МП, ЧУП ММП, ЧУП КМП) имеющиеся резервы роста конкурентоспособности составляют более 100 п.п. Это связано, прежде всего, с имеющимися у них возможностями снижения эластичности спроса на продукцию по цене путем повышения ее конкурентоспособности, власти на рынке, использования политики брендинга.

Построенные нами для исследуемых предприятий молочной промышленности Гомельской области матрицы позиций в конкуренции на рынке готовой продукции за период 2000-2007 гг. позволили установить, что в анализируемом периоде исследуемые предприятия занимали неустойчивую конкурентную позицию - она либо неблагоприятна, либо неопределенна с высокой вероятностью превратиться в неблагоприятную.

В течение 1999-2007 гг. происходило постоянное усиление конкуренции на рынке, что вызывало неустойчивость уровня конкурентоспособности исследуемых предприятий. При этом предприятия молочной промышленности Гомельской области не обладают устойчивыми базовыми конкурентными преимуществами, величина которых была бы достаточной для компенсации отрицательного влияния усиливающейся конкуренции, что характеризуют колебания их позиции по вертикали матрицы. В результате усиления конкуренции в 2004 г. все исследуемые предприятия, за исключением ЧУП ГФМ, заняли неблагоприятную конкурентную позицию, что выразилось в снижении уровня их конкурентоспособности и принятии органами государственной власти ряда решений, направленных на интеграцию молочных предприятий Гомельской области. В 2006-2007 гг. вследствие неблагоприятной рыночной конъюнктуры практически все исследуемые предприятия снизили уровень конкурентоспособности, несмотря на реализацию государством мероприятий по развитию молочной промышленности.

Таким образом, сущность использования данной методики заключается в определении значимости ценовых и неценовых способов конкуренции на основе количественной оценки их использования предприятием в сопоставлении с аналогичными показателями одноотраслевых конкурентов, потребителей, производителей товаров-заменителей, потенциальных конкурентов и последующего моделирования зависимости конкурентоспособности предприятия от величины указанных показателей уровня конкуренции.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ СТОИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ**

**О. А. Подольская**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. М. Карпенко

В период перехода к рыночным отношениям в современной ситуации неопределенности и нестабильности в экономике особую значимость приобретает задача определения стоимости предприятия. Вопрос стоимости давно интересует человечество и приобретает все более насущный характер с развитием рыночных отношений, важнейшим элементом которых является оценка собственности каждого владельца в любой момент реализации имущественных прав. Изучение факторов, формирующих стоимость предприятия, и находящихся между ними зависимостей дает возможность

предпринять такие решения и действия, эффектом которых в течение длительного периода будет удержание желаемой стоимости или ее рост. Процесс этот делает существенным управление стоимостью предприятия и эффективным процесс купли-продажи.

Объектом исследования в данной статье выступает открытое акционерное общество «Гомельобой» (далее - ОАО «Гомельобой»).

Предметом исследования является система управления стоимостью рассматриваемого нами объекта.

В качестве главной цели данной работы выступает разработка проекта мероприятий, направленных на совершенствование системы управления стоимостью ОАО «Гомельобой».

Для анализа динамики стоимости и ее элементов произвели оценку стоимости ОАО «Гомельобой» в 2004-2006 гг., используя доходный подход к оценке с применением методов текущей капитализации, дисконтирования денежных потоков и добавленного дохода.

Алгоритм расчета оценочной стоимости предприятия состоит из следующих этапов:

- 1) оценка стоимости предприятия методом текущей капитализации;
- 2) оценка стоимости предприятия методом дисконтирования денежных потоков;
- 3) оценка стоимости предприятия методом добавленного дохода;
- 4) интегральная оценка стоимости предприятия как средняя арифметическая взвешенная (в качестве весов выступают уровни «доверия» к соответствующим методам, полученные экспертным путем).

Таким образом, в результате проведенного нами анализа было установлено, что динамика оценочной стоимости ОАО «Гомельобой» в период с 2004 по 2006 г. носит исключительно отрицательный характер. На протяжении всего анализируемого периода времени ее величина постоянно снижается. Так, в 2005 г. по отношению к 2004 г. данный показатель уменьшился на 8,4 %, а в 2006 г. относительно 2005 г. - на 0,1 %. Несмотря на значительное замедление темпов снижения стоимости предприятия, такая тенденция негативно сказывается на его функционировании и позиции на рынке. Основными причинами такого значительного падения стоимости предприятия в 2004-2006 гг. является повышение ставки капитализации в 2006 г. по сравнению с 2004 и 2005 гг. на 205,2 %. Эффект от такого повышения перекрыл даже влияние таких значимых и важных факторов, как увеличение в 2006 г. относительно 2005 г. чистой прибыли предприятия на 145,1 %, собственного оборотного капитала - на 583,2 %. Также причинами снижения стоимости ОАО «Гомельобой» является уменьшение амортизационных отчислений и долгосрочной задолженности предприятия в рассматриваемом периоде.

Для выявления основных причин снижения стоимости предприятия в 2004-2006 гг. нами было проведено исследование факторов величины и динамики стоимости ОАО «Гомельобой».

В результате проведенного нами комплексного экономического анализа динамики показателя оценочной стоимости ОАО «Гомельобой» и его элементов в период с 2004 по 2006 г. нами было установлено, что основными факторами, влияющими на оценочную стоимость рассматриваемого предприятия, выступают дисконтированные величины чистой прибыли, амортизационных отчислений, уменьшения (прироста) собственного оборотного капитала, инвестиций в основные средства и долгосрочной задолженности, а также величина ставки капитализации предприятия. Детерминиро-

ванная модель факторной системы оценочной стоимости предприятия имеет следующий вид:

$$V_{\text{енг}} = \frac{\text{ЧП}_r + A_r + (-)OC_r^{\text{соб}} + (-)ИОФ_r + (-)ДО_r}{R_c},$$

где  $V_{\text{енг}}$  – оценочная стоимость предприятия;  $\text{ЧП}_r$  – чистая прибыль;  $A_r$  – амортизационные отчисления;  $OC_r^{\text{соб}}$  – уменьшение (прирост) собственного оборотного капитала;  $ИОФ_r$  – уменьшение (прирост) инвестиций в основные средства;  $ДО_r$  – уменьшение (прирост) долгосрочной задолженности;  $R_c$  – ставка капитализации для предприятия.

Таким образом, на основании проведенного нами детерминированного факторного анализа стоимости предприятия сделаны следующие выводы. Выявленные в результате анализа показателя оценочной стоимости ОАО «Гомельобой» факторы являются значимыми с точки зрения влияния на стоимость предприятия. Особенно это касается таких факторов, как величины ставки капитализации, уменьшения (прироста) собственного оборотного капитала и чистой прибыли предприятия. Общая величина влияния указанных факторов на результирующий показатель составила -53637 млн руб. в 2005/2004 гг. и -24708 млн руб. в 2006/2005 гг.

Для определения величины и характера влияния факторов, не находящихся в прямых связях, в прямой взаимозависимости и взаимообусловленности с результирующим показателем провели стохастический факторный анализ стоимости предприятия.

На основании проведенных нами предварительных исследований было выдвинуто предположение о том, что величина оценочной стоимости предприятия зависит от следующих трех факторов: средней фактической отпускной цены единицы продукции, стоимости объектов нематериальных активов и среднесписочной численности работников предприятия. В ходе регрессионного анализа нами было опровергнуто предположение о том, что такие факторы, как средняя фактическая отпускная цена единицы продукции и стоимость объектов нематериальных активов оказывают значимое влияние на уровень результирующего показателя. На основании корреляционного анализа определили, что наиболее приемлемой формой зависимости между фактором и показателем является логарифмическая зависимость. С помощью построенной модели сделали вывод о том, что увеличение среднесписочной численности персонала предприятия на 1 п.п. вызовет снижение его оценочной стоимости на 0,00832 п.п.

В качестве одного из основных направлений повышения стоимости предприятия мы предлагаем увеличение средней фактической отпускной цены единицы продукции предприятия. Это обусловлено тем, что повышение цены приведет к увеличению чистой прибыли, что, в свою очередь, приведет к повышению стоимости предприятия. Мы предлагаем увеличить цену на 6,6 % (индекс потребительских цен). В результате увеличения цены на 6,6 % величина чистого денежного потока в 2006 г. после повышения цены на 6,6 % увеличится на 126,2 % и составит 23459 млн руб.

Итак, повышение средней фактической отпускной цены единицы продукции (за 1 т. у. к.) ОАО «Гомельобой» на 6,6 % приведет к увеличению величины чистой прибыли (прибыли к распределению) и величины чистых денежных потоков на 49,6 и 26,2 % соответственно. Это, в свою очередь, отразится на росте оценочной стоимости предприятия на 32,7 % (или 28645 млн руб.). Экономический эффект от внедре-



ния указанного выше мероприятия в ОАО «Гомельобои» составит 132,7 %, а экономия - 28645 млн руб.

Для обоснования повышения цены провели анализ рынка конкурентов, в результате которого установили, что средняя цена продукции ОАО «Гомельобои» с учетом повышения ниже, чем цены его конкурентов на аналогичную продукцию.

Вторым предлагаемым нами мероприятием является применение метода ускоренной амортизации по основным средствам и нематериальным активам с коэффициентом ускорения 2.

Применение политики ускоренной амортизации объектов основных средств и нематериальных активов ОАО «Гомельобои» приведет к увеличению собственных финансовых средств предприятия на 15,3 % (с сохранением нормы прибыли) и 7,6 % (с сохранением размера выручки) и к росту величины чистых денежных потоков на 9,9 % (в первом случае) и 4,9 % (во втором случае). Это, в свою очередь, отразится на росте оценочной стоимости предприятия на 13,9 % (или 13969 млн руб.) и 8,4 % (или 8424 млн руб.) в первом и втором случаях соответственно.

В результате внедрения указанного мероприятия в ОАО «Гомельобои» экономический эффект и экономия соответственно составят:

- 1) с сохранением нормы прибыли - 113,9 % и 13969 млн руб.;
- 2) с сохранением размера выручки - 108,4 % и 8242 млн руб.

Третье мероприятие - это применение доходного подхода при оценке стоимости объектов нематериальных активов ОАО «Гомельобои».

Применение доходного подхода при оценке стоимости объектов нематериальных активов ОАО «Гомельобои» приведет к увеличению собственных финансовых средств предприятия на 0,2 % и к росту величины чистых денежных потоков на 0,1 %. Это, в свою очередь, отразится на росте оценочной стоимости предприятия на 1,8 % (или 1832 млн руб.).

В результате внедрения указанного мероприятия в ОАО «Гомельобои» экономический эффект и экономия соответственно составят 101,8 % и 1832 млн руб. соответственно.

Положительный экономический эффект от всех предлагаемых мероприятий для управления стоимостью ОАО «Гомельобои» свидетельствует о целесообразности их применения на практике.

Таким образом, подводя итог вышеизложенному, можно заключить, что основной проблемой высшего руководства предприятия в области управления стоимостью предприятия является неиспользование или недоиспользование имеющегося на предприятии потенциала относительно вопросов увеличения его стоимости.

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ НА КСУП «КОМБИНАТ «ВОСТОК»**

**Н. В. Вологовская, А. Г. Бендега**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Е. М. Карпенко, Н. П. Драгун

Актуальность исследования обусловлена тем, что в настоящее время необходимо комплексное изложение вопросов, связанных с совершенствованием плановой, учетной и аналитической работы на сельскохозяйственных предприятиях с точки

зрения улучшения управления затратами и денежными потоками. Функционирование предприятий АПК в современных условиях требует существенного изменения организации и методов управления. В данной работе в качестве одного из инструментов совершенствования управления на сельскохозяйственных предприятиях предлагается использование системы бюджетирования, генерируемой в рамках управленческого учета. Применение прогрессивного подхода, направленного, прежде всего, на внутренний потенциал предприятий, обеспечит разумное функционирование в условиях конкуренции и финансовой нестабильности. Бюджетирование является способом главным этапом разработки системы регулярного экономического управления, способствует оптимизации финансовых потоков и ресурсов предприятия, что позволяет значительно снизить их объем и потребность в них, себестоимость и повысить конкурентоспособность предприятия. Особо следует выделить бюджетирование как важнейшее связующее звено между стратегическим и оперативным управлением всеми хозяйственными операциями, направленное на координацию экономических процессов предприятия и, как следствие, на повышение его конкурентоспособности. В данной научной работе результатом внедрения системы бюджетирования на предприятии будет являться снижение затрат предприятия и, как следствие, улучшение финансовых результатов КСУП «Комбинат «Восток».

Таким образом, бюджетирование является универсальным инструментом управления, позволяющим реализовывать все функции управления, достичь наилучших результатов в установленные сроки, создающий прозрачность управленческой мысли, реализующий все функции управления.

В первую очередь необходимо определить сущность понятия «бюджетирования», а также основные этапы и эффекты от внедрения системы. Бюджетирование означает ориентацию всей деятельности предприятия на цели, имеющие стоимостное выражение. Бюджетирование - это непрерывный циклический процесс формирования бюджетов, направленный на приведение в соответствие возможностей организации с условиями рынка, и контроля за их выполнением. Оно позволяет получить конкурентные преимущества через создание эффективной системы управления ресурсами и благодаря использованию возможности соответствующим образом планировать будущие действия. Бюджет - это план, сформированный в стоимостных величинах, который с определенной степенью обязательности выполнения задается структурной единице с полномочиями принимать решения на определенный временной период.

Как и любая другая технология управления бизнесом, бюджетирование строится на ряде принципов, обязательных к применению в любой компании: принцип «финансовой структуры», принцип непрерывности или «скольжения», принцип обязательности исполнения бюджетов, принцип индикативного и директивного планирования, принцип единства, принцип детализации, принцип «прозрачности» информации.

Выявленные отклонения важно изучать и соотнести с центрами финансовой ответственности (это структурное подразделение организации, ответственно за достижение того или иного показателя).

На рис. 1 показана структура главного бюджета коммерческой организации.

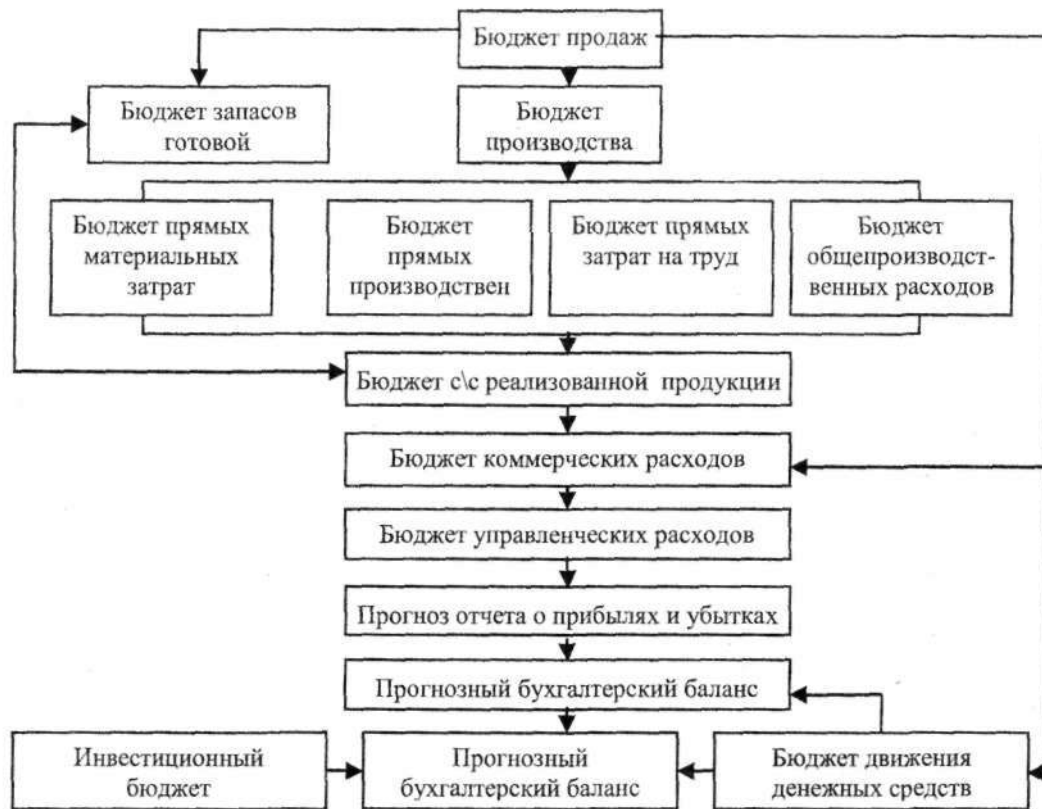


Рис. 1. Структура главного бюджета коммерческой организации

Применение бюджетирования эффективно во многих областях управления:

- в области финансового менеджмента этот метод является единственным средством, при помощи которого можно заранее сформировать достаточно ясное представление о структуре бизнеса предприятия, регулировать объем расходов;
- в области управления коммерческой деятельностью этот метод вынуждает руководителей систематически заниматься маркетингом для разработки более точных прогнозов, что способствует лучшему знанию ситуации на предприятии;
- в области организации общего управления этот метод четко определяет значение и место каждой функции и позволяет обеспечить должную координацию деятельности всех служб управления предприятием;
- в области управления затратами этот метод способствует более экономичному расходованию средств и обеспечивает контроль расходов;
- в области общей стратегии развития предприятия этот метод является средством количественной оценки деятельности.

Также внедрение системы бюджетирования позволяет практически полностью избавиться от избыточных производственных запасов. Также оно предоставляет возможность перейти на качественно иной уровень анализа условий поставок, предлагаемых различными контрагентами. Система бюджетного планирования позволяет получить информацию о состоянии конкретного материального ресурса в любом месте хранения в соответствии со всеми имеющимися внешними и внутренними документами по его перемещению.

Описанный выше метод совершенствования деятельности предприятия предлагается внедрить на КСУП «Комбинат «Восток». Анализ данного предприятия показал, что на КСУП «Комбинат «Восток» имеются все необходимые условия для вне-

дрения системы бюджетирования. Был проведен анализ факторов, влияющих на уровень рентабельности продаж предприятия по модели 1. На рис. 2 представлено ранжирование факторов по величине влияния на изменение общей величины рентабельности продаж, на котором видно, что на рентабельность большое влияние оказывает себестоимость реализованных товаров:

$$P_n = \frac{\Pi_p + \Pi_o + \Pi_v}{BP} = \frac{BP_{\text{бн}} - C + \Pi_o + \Pi_v}{BP},$$

где  $P_n$  - рентабельность продаж;  $BP$  - выручка (валовый доход) от реализации продукции, руб.;  $\Pi_p$  - прибыль от реализации товарной продукции, млн руб.;  $\Pi_o$  - прибыль от операционных доходов и расходов, млн руб.;  $\Pi_v$  - прибыль от внеоперационных доходов и расходов, млн руб.;  $BP_{\text{бн}}$  - выручка от реализации продукции (за минусом налогов), руб.;  $C$  - себестоимость реализованных товаров, млн руб.

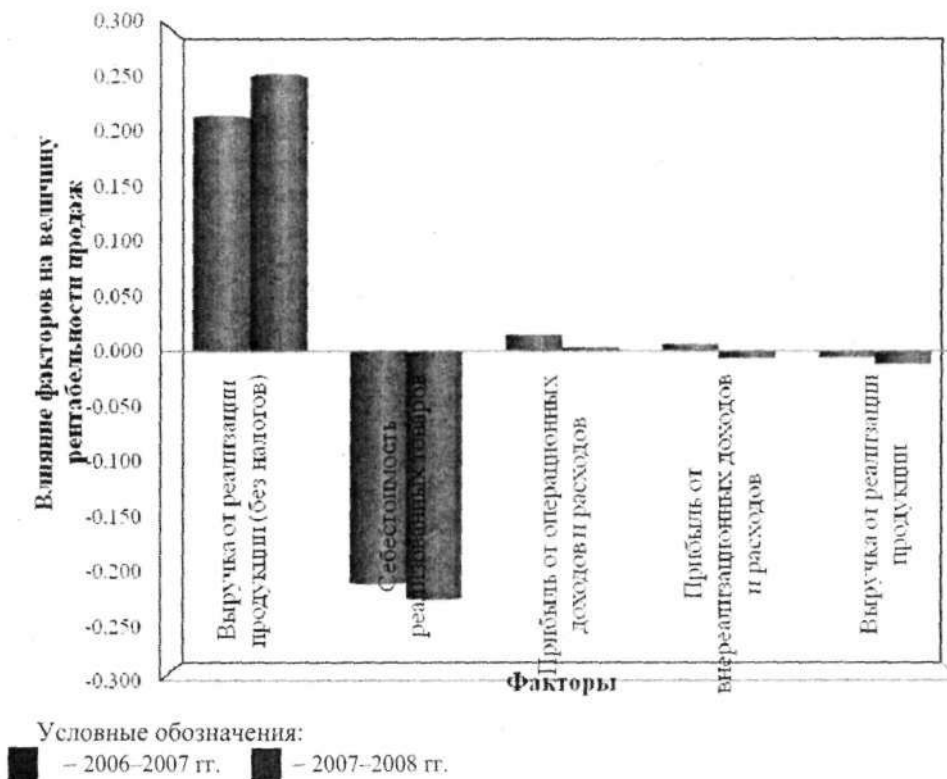


Рис. 2. Ранжирование факторов по величине влияния на изменение общей величины рентабельности продаж предприятия

Исходя из данного анализа были разработаны следующие бюджеты для КСУП «Комбинат «Восток»: бюджет продаж, производства и производственных запасов, бюджеты затрат (затрат на материалы, на оплату труда, управленческих расходов и т. п.), бюджет доходов и расходов. На основе перечисленных выше бюджетов разработан прогнозный баланс и отчет движения денежных средств. В результате предложенного мероприятия рентабельность продаж увеличилась с 0,061 до 0,395.

## **Секция VII**

# **ЭКОНОМИКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

### **УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

А. В. Колмыков

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки*

Научный руководитель А. М. Каган

В рыночных условиях хозяйствования одним из важнейших направлений повышения эффективности сельскохозяйственных организаций Беларуси является установление оптимальных размеров их производственных подразделений.

Выполненные нами исследования показали, что производственные подразделения, как структурные части сельскохозяйственного предприятия, специализируются на производстве определенных видов продукции, за которыми постоянно или временно закреплены земля, рабочая сила и техника. В условиях республики они представлены производственными участками, отделениями, комплексными и другими бригадами.

Нами установлено, что под оптимальным размером производственного подразделения сельскохозяйственного предприятия понимается такой размер его землепользования, который позволяет получить максимум сельскохозяйственной продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и материальных средств на ее высокорентабельное производство, обеспечить рациональное использование и охрану земель.

Обоснованием оптимальных размеров производственных подразделений с начала 60-х гг. занимались многие исследователи. При этом наиболее широко экономистами-аграрниками применялся метод статистических группировок. Каждая из рассмотренных работ авторов заслуживает определенного внимания. Особый интерес представляют использованные методические подходы к обоснованию оптимальных размеров производственных подразделений в различных условиях хозяйствования. Однако установленные ими оптимальные размеры производственных подразделений, в связи с развитием сельскохозяйственного производства, внедрением в него более совершенных технологий и техники, в настоящее время устарели и требуют корректировки.

В связи с этим важным является установление оптимальных размеров производственных подразделений сельскохозяйственных организаций для современных условий хозяйствования.

Поэтому целью наших исследований является установление оптимальных размеров производственных подразделений сельскохозяйственных организаций в рыночных условиях хозяйствования.

В ходе исследования использовались монографический, абстрактно-логический, экономико-статистический, социологический и другие методы.

Информационной базой послужили труды отечественных и зарубежных ученых, разработки научно-исследовательских и учебных учреждений, нормативные акты законодательных и исполнительных органов, годовые отчеты сельскохозяйственных предприятий, данные первичного учета, личные обследования, наблюдения и расчеты автора.

Исследование размеров производственных подразделений, выполнено нами по данным социологического опроса специалистов, занятых в сельском хозяйстве, материалов обследования внутривладельческой организации территории и показателей производственной деятельности 145 сельскохозяйственных предприятий с территориальной организационно-производственной структурой, специализирующихся на молочно-мясном скотоводстве.

Установлено, что в этих хозяйствах организовано 373 производственных подразделения со своими хозяйственными центрами. В 51 % хозяйств функционирует по 2; 23 % - 3; 12 % - 4; 6 % - 5 и 8 % - более 5 производственных подразделений.

Таким образом, среднее число производственных подразделений, приходящихся на хозяйство по данной выборке, равняется трем.

Для обоснования оптимальных размеров производственных подразделений статистическим методом выполнена их комбинированная группировка по площади пашни и количеству в хозяйстве (см. таблицу).

Результаты группировки свидетельствуют, что балл пашни в производственных подразделениях колеблется незначительно - от 29 баллов в 4-й до 33 в 1, 2 и 5-й группах. Фондооснащенность на 100 га пашни и фондовооруженность одного работника по группам подразделений изменяется от 427,5 и 49,9 млн руб. в 4-й и 1-й группах, до 573,6 и 61,2 млн руб. в 5-й группе, т. е. соответственно не более чем на 34 и 23 %. Энерговооруженность и энергообеспеченность варьируют от 2,4 л. с/чел. и 17,1 л. с/100 га в 1, 2 и 4-й группах подразделений до 3,3 л. с/чел. и 23,1 л. с/100 га в 5-й группе, или не более чем на 38 и 35 %. Данные примерно равные условия позволяют сравнивать группы производственных подразделений по эффективности сельскохозяйственного производства.

Так, производительность труда в час в подразделениях 5-й группы значительно выше, чем в 1, 2, 3, 4 и 6-й группах соответственно на 51, 26, 27, 28 и 7 %; валового дохода в расчете на 1 работника больше получено на 85, 26, 20, 31 и 4 %. Получено прибыли в расчете на 100 га пашни в 5-й группе подразделений больше на 9,5 млн руб., чем в 1-й группе, и на 4,3; 1,4; 5,2 и 3,3 млн руб. чем во 2, 3, 4 и 6-й группах. Уровень рентабельности в подразделениях 5-й группы составил 14 % против 7 % в 1-й группе и 11,2; 12,7; 12,1 и 11,1 % во 2, 3, 4 и 6-й группах. Следовательно, выше показатели эффективности производственной деятельности в 5-й группе подразделений от 2001-2500 га, со средним размером 2200 га пашни.

Из данного исследования видно, что показатели эффективности производства подразделений взаимосвязаны как с площадью, так с их количеством в хозяйстве. Так, в 5-й группе производственных подразделений подгруппа с тремя подразделениями в хозяйстве имеет производительность труда в час выше, чем в среднем по всей совокупности на 29 %, получено валового дохода на одного работника и прибыли на 100 га пашни в этой группе больше на 30 и 39 % соответственно. Рентабельность производства здесь выше на 2,8 %.

Таким образом, по данным группировки, лучше показатели производства имеет 5-я группа при 3-х подразделениях в хозяйстве, средний размер которых составляет 2200 га пашни.

Размеры и эффективность производственных подразделений по площади пашни и их количеству, га

Группы подразделений по площади пашни, га	Подгруппы по числу подразделений в хозяйстве	Число производственных подразделений	Средний размер подразделений по площади пашни, га	Распаханность с.-х. угодий, %	Валл пашни	Фондооснащенность, млн руб.	Фондовооруженность, млн руб.	Энерговооруженность, л. с./чел.	Энергообеспеченность, л. с./100 га	Произведено продукции на 1 чел.-час, млн руб.	Получено валового дохода на 1 работника, млн руб.	Получено прибыли на 100 га пашни, млн руб.	Рентабельность производства, %
1) До 500	2	12	359	56	34	663,4	53,3	2,8	22,4	10,7	4,6	2,5	2,4
	3	18	374	57	33	397,4	45,5	2,1	19,9	8,2	5,4	15,5	11,4
	4	16	414	58	29	338,5	54,0	2,2	19,0	10,9	7,5	7,6	7,6
	В среднем по группе с площадью пашни до 500 га	46	372	57	33	509,1	49,9	2,4	20,9	9,6	5,3	9,0	7,0
2) 501-1000	2	48	762	62	32	496,7	59,0	2,7	20,7	11,7	8,6	18,5	13,6
	3	36	766	63	33	367,5	62,3	2,2	12,3	10,3	6,6	6,4	7,4
	4	20	764	60	34	412,7	58,7	1,4	12,9	13,5	6,9	19,0	11,3
	В среднем по группе с площадью пашни 500-1000 га	104	763	62	33	446,7	60,0	2,4	17,2	11,5	7,8	14,8	11,2
3) 1001-1500	2	46	1 262	64	32	470,1	59,1	2,7	21,5	11,6	8,4	18,0	14,0
	3	15	1 153	60	31	394,4	70,1	3,8	21,8	10,5	8,0	15,6	10,2
	4	16	1 041	58	28	310,7	47,9	3,1	19,8	11,6	6,9	10,6	5,0
	В среднем по группе с площадью пашни 1001-1500 га	77	1 228	63	32	446,0	60,5	2,9	21,4	11,4	8,2	17,1	12,7
4) 1501-2000	2	22	1 753	59	29	353,0	48,4	2,2	16,0	10,1	6,7	11,8	12,2
	3	18	1 608	55	24	651,0	74,2	3,7	17,5	13,7	8,8	14,8	12,8
	4	20	1 510	56	34	427,9	57,4	3,0	22,6	13,3	10,0	18,8	10,0
	В среднем по группе с площадью пашни 1501-2000 га	60	1 694	58	29	427,5	55,1	2,6	17,1	11,3	7,5	13,3	12,1
5) 2001-2500	2	24	2 268	63	31	601,1	66,8	3,4	27,6	14,1	10,0	13,7	13,7
	3	18	2 103	56	36	585,4	50,7	3,0	17,7	15,1	10,3	21,1	14,4
	4	16	2 042	47	33	334,8	64,0	3,3	13,8	12,0	6,2	20,0	12,0
	В среднем по группе с площадью пашни 2001-2500 га	58	2 194	59	33	573,6	61,2	3,3	23,1	14,5	9,8	18,5	14,0
6) Более 2500	2	16	2 556	57	35	651,7	45,5	2,4	17,1	13,8	9,3	16,5	8,2
	3	12	2 534	58	30	406,6	64,7	3,5	21,1	13,3	9,5	14,9	14,0
В среднем по группе с площадью пашни более 2500 га	28	2 545	57	32	529,1	55,1	2,9	19,1	13,5	9,4	15,7	11,1	
В среднем по всей совокупности	373	1 241	60	32	462,5	58,3	2,7	19,2	11,7	7,9	15,2	11,6	

Обобщая результаты вышеприведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Производственные подразделения - структурные части сельскохозяйственного предприятия, специализирующиеся на производстве определенных видов продукции, за которыми постоянно или долговременно закреплены земля, рабочая сила и техника.

2. Под оптимальным размером производственного подразделения сельскохозяйственного предприятия понимается такой размер его землепользования, который позволяет получить максимум сельскохозяйственной продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и материальных средств на ее высокорентабельное производство, обеспечить рациональное использование и охрану земель.

3. Оптимальные размеры производственных подразделений по площади пашни сельскохозяйственных организаций молочно-мясной специализации для средних условий по республике находятся в пределах от 2000-2500 га пашни, со средним числом их в хозяйстве равным трем.

## РАЗВИТИЮ ЛЬНОВОДСТВА- НЕОСЛАБЛЕННОЕ ВНИМАНИЕ

Е. Н. Бобкова

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки*

Научный руководитель Э. А. Петрович

Возделыванием льна в республике занимаются 317 организаций, в том числе 259 хозяйств, 49 мехотрядов льнозаводов, 10 фермерских хозяйств и 9 льносемянниц.

Средняя урожайность льноволокна с 1990 г. в сельхозорганизациях не превышала 7,3 ц/га, хотя в передовых хозяйствах она составляет стабильно 10 ц/га и более. В этом случае производство рентабельное (25-30 %), хотя в целом по республике льноводство в последние годы убыточно (рис. 1,2).

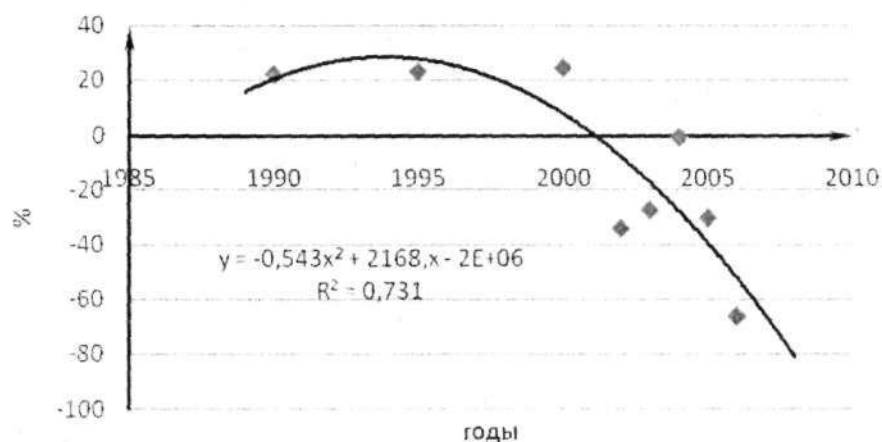


Рис. 1. Динамика рентабельности льнопродукции в Республике Беларусь



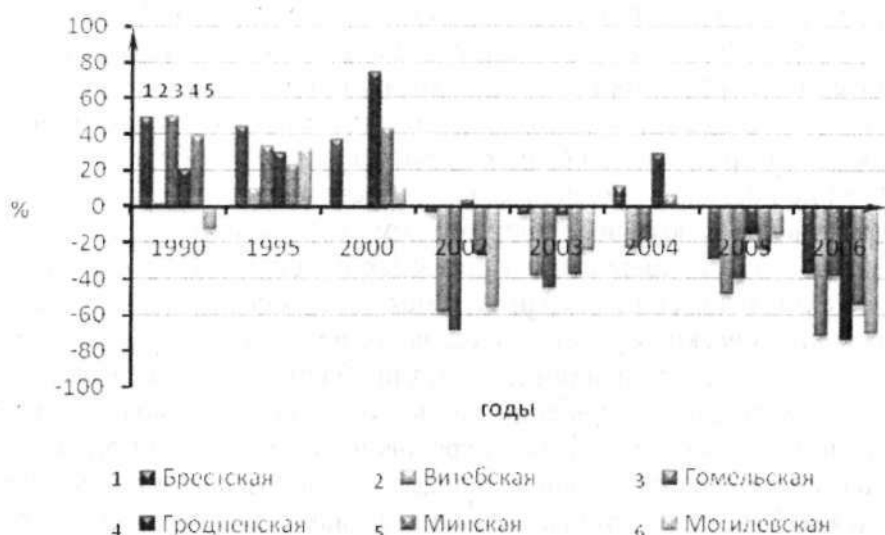


Рис. 2. Динамика рентабельности льнопродукции в разрезе областей Республики Беларусь

Как результат многолетней хронической убыточности, к 2008 г. рентабельность льнотресты достигла минус 60-70 %, а льноволокна на льнозаводах минус 50 %, долги льноперерабатывающей отрасли составили 200 млрд руб. [1].

Существенно сократились посевы льна: с 205,6 тыс. га в 1987 до 149,2 тыс. га в 1990 г. и до 80 тыс. га в 2008 г., в том числе в Витебской области - 30,0 тыс. га, Гродненской - 11,4, Могилевской - 10,5, Минский - 16,1, Брестской - 6,0 и Гомельский - 6,0 тыс. га.

Вместе с сокращением площадей в результате процессов специализации и концентрации возросла площадь посевов в расчете на хозяйство. Важно отметить, что в большинстве хозяйств, занятых производством льна-долгунца, «северный шелк» является второстепенной культурой, занимая в посевах немногим более 3 процентов, тогда как в хозяйствах, специализирующихся на возделывании льна, удельный вес этой культуры в составе товарной продукции в отдельные годы занимал 10 % и более. В настоящее время в структуре посевных площадей республики, посевы льна не превышают 1,8 % (рис. 1).

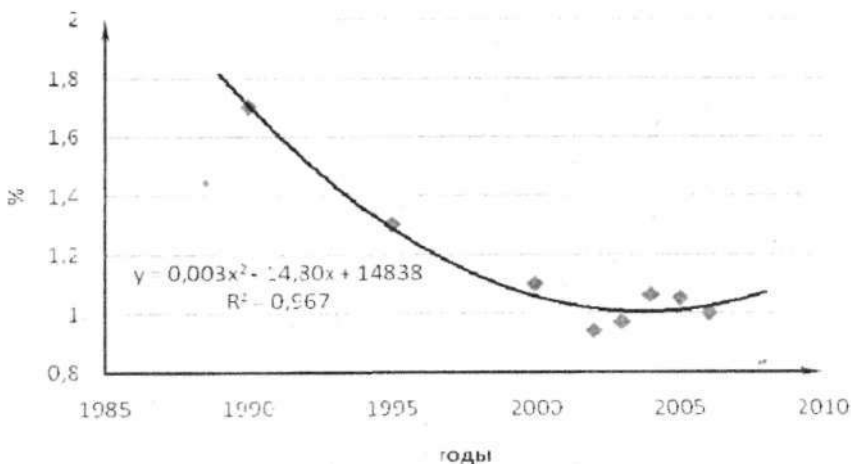


Рис. 1. Процент посевов льна в структуре посевных площадей Республики Беларусь

В соответствии с постановлением Совета Министров «О мерах по развитию льняной отрасли на 2006–2010 гг.» планируется углубить специализацию льноводства в направлении сокращения количества хозяйств с посевной площадью льна менее 100 га. При этом получаем экономию от масштаба производства за счет снижения себестоимости, материально-денежных затрат на единицу продукции.

Увеличение посевной площади льна в разрезе одного хозяйства позволяет обеспечить эффективную работу необходимого комплекса машин.

Однако вместе с концентрацией посевных площадей льна для своевременного проведения технологических операций необходимо обеспечить эти хозяйства полным набором технических средств. В условиях недостатка у льносеющих хозяйств денежных средств на сегодняшний день эта проблема частично решается путем передачи возделывания льна механизированным отрядам льнозаводов. Хотя эта форма считается рядом ученых и практиков передовой формой организации производства льна и использования техники, она не решает, на наш взгляд, в полной мере проблемы льноводства. Известно, что лен должен возвращаться на одно и то же поле через 5–6 лет, для чего необходимо иметь в рамках хозяйств специализированные льняные севообороты. Выделение же ежегодно высокобалльных, продуктивных земель в аренду льнозаводам хозяйствам невыгодно по причине отсутствия экономической компенсации. В итоге 80% хозяйств выделяют льнозаводам не лучшие земли, а с неблагоприятными предшественниками и агрохимическими показателями с кадастровой оценкой от 27 до 29 баллов.

Отсюда возникают проблемы урегулирования землепользования, проектирования и отвода льнозаводам земель со специализированным льняным севооборотом в ближайших хозяйствах сырьевой зоны. В сложившихся экономических условиях возделывание льна убыточно, что ведет к отказу сельхозорганизаций от возделывания льна. В результате за последние четыре года площади, возделываемые механизированными отрядами, к 2007 г. удвоились и составили 64 % от общей посевной площади по республике (см. таблицу).

### Эффективность работы льноводов республики

Годы		Посевная площадь, тыс. га	Уборочная площадь, % от общей	валовой сбор льноволокна, % от ИТОГО	Урожайность льноволокна, ц/га	Заготовлено льнопресты, тыс. т	Ср.№ заготовленной престы, №	Себестоимость 1 т льнопресты, тыс. руб.
2003	1	22,2	29,8	30,3	6,3	45,1	0,77	-
	2	48,2	70,2	43,2	6,2	101,4	0,82	172,1
2004	1	30,9	37,3	38,1	7,6	73,9	1,0	212,8
	2	48,1	62,7	61,9	7,4	116,9	0,98	191,1
2005	1	35,9	45,5	51,0	7,9	80,0	1,0	282,7
	2	42,6	54,5	49,0	6,9	78,1	0,95	245,1
2006	1	41,7	55,7	68,9	5,4	64,6	0,74	458,8
	2	33,5	44,3	31,1	4,4	37,8	0,71	361,4
2007*	1	43,5	64,8	70,2	6,5	86,3	0,87	-
	2	24,7	35,2	29,8	4,6	38,4	0,84	-

*Примечание.* 1 - эффективность работы механизированных отрядов; 2 - эффективность работы сельхозорганизаций; \* - по состоянию на 09.11.07 г.

Источник: рассчитано и составлено по данным РУП «Институт НАН льна Беларуси».

Таким образом, отсутствие материальной заинтересованности льносеющих хозяйств в возделывании льна, неотрегулированность ценового механизма в отрасли, отсутствие всего комплекса необходимой техники для его возделывания является основными причинами убыточности отрасли. Решение проблемы мы видим в создании условий для материального интереса сельхозорганизаций в возделывании льна и льноперерабатывающих предприятий в совершенствовании качества переработки продукции, формирование взаимоотношений всех субъектов льняной отрасли в рамках объединений в интеграционные структуры, обеспечивающие выращивание, переработку и сбыт, что отражало бы наилучшим образом интересы всего подкомплекса. Поэтому необходимо законодательное совершенствование в этом направлении и создание новой интеграционной структуры - льняной корпорации.

#### Литература

1. Шведов, О. Горемычный долгунец / О. Шведов // Белорус. Нива. - 2008. - 6 февр. - С. 2.
2. О мерах по развитию льняной отрасли на 2006-2010 гг. : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 7 сент. 2006 г., № 1156.

### **СОСТОЯНИЕ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Л. И. Кузьмич**

*Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь*

Научный руководитель Д. В. Руденко

В условиях Беларуси животноводство является ведущей отраслью сельского хозяйства, развитие которой рационально сочетается с производством зерна, сахарной свеклы, картофеля, овощей, плодов и ягод. В крупных товарных хозяйствах скотоводство развивается как интенсивная отрасль в форме комплексов или на специализированных фермах многоотраслевых хозяйств.

Производство молока имеет важное экономическое и социальное значение, так как именно успешное функционирование предприятий перерабатывающей промышленности зависит от потенциала молочного скотоводства.

Для его развития в стране имеется ряд благоприятных условий: наличие в составе сельхозугодий более трети сенокосов и пастбищ, достаточно высокий потенциал молочного стада, наличие современных технологий производства молока, большой опыт работы кадров животноводов.

В настоящее время молочный подкомплекс Беларуси является относительно стабильным. Наблюдается тенденция роста валового производства молока во всех областях республики. В 2007 г. было произведено 5,9 млн т молока. При этом продуктивность коров достигла значения 4115 кг, что на 2 % больше уровня 2006 г., а поголовье коров сократилось на 4 % и составило в 2007 г. 1506 тыс. гол. Росту объемов производства молока способствовали хорошая обеспеченность кормами и повышение их качества, внедрение интенсивных и энергосберегающих технологий, специализация хозяйств республики.

Рассмотрим эффективность производства молока на примере сельскохозяйственных организаций Гродненской области.

В хозяйствах Гродненской области в 2007 г. было произведено 906 тыс. т молока, что на 2 % ниже уровня 2006 г.

В качестве объекта исследования выступают сельскохозяйственные предприятия Гродненской области.

Основным методом исследования является статистическая группировка. Группировочный признак - уровень рентабельности молока.

Согласно информации об основных показателях производства молока в 176 хозяйствах 17 районов Гродненской области было выделено 17 групп хозяйств. Группировочный признак варьирует в пределах от -45,17 % в СПК «Морино» Ивьевского района до 46,83 % в СПК имени Баума Ивьевского района.

2007 г. с убытками окончили 30 хозяйств Гродненской области или 17 % от общего их количества. Уровень рентабельности молока свыше 20 % был характерен также для 30 хозяйств, но из них лишь в 4 хозяйствах рентабельность составила более 40 %.

Среднегодовой удой молока от одной коровы более 5000 кг был получен в 39 хозяйствах, из них показатель более 6000 кг наблюдался в 11 хозяйствах области.

По первой группе среднее значение группировочного признака составило -26,79 %. Сюда вошло 6 субъектов хозяйствования. В среднем по данной группе наблюдаются следующие показатели производства молока: среднегодовой удой молока от одной коровы - 2544 кг, себестоимость 1 ц молока - 62,63 тыс. руб., расход кормов - 170,69 к. ед., затраты труда на производство единицы продукции - 7,01 чел.-ч. А убытки на 1 ц произведенной продукции составили 16,78 тыс. руб. В связи с низким качеством произведенной продукции цена реализации 1 ц молока оказалась на достаточно низком уровне - 44,43 тыс. руб. Низкие значения данных показателей и обусловили высокий уровень убыточности.

В последнюю группу хозяйств Гродненской области вошли 4 хозяйствующих субъекта. Здесь наблюдается самый высокий уровень рентабельности производства единицы продукции +42,78 %, а следовательно, самая высокая прибыль в расчете на 1 ц молока в размере 15,15 тыс. руб. и самая низкая себестоимость 1 ц продукции - 35,41 тыс. руб. Также для данной группы характерны низкие значения показателей расхода кормов и затрат труда на 1 ц молока - соответственно 95,74 к. ед. и 2,33 чел.-ч. В среднем продуктивность коров молочного стада по группе составила 5815 кг. Особенностью является и высокие цены реализации молока (51 тыс. руб. за 1 ц молока), что говорит о повышении качества производимого молока (см. таблицу).

#### Средние показатели эффективности производства молока в хозяйствах Гродненской области

Значение группировочного признака	Кол-во хоз-в в группе	Средний удой, кг	Средняя прибыль на 1 ц, тыс. руб.	Средняя себ-сть 1 ц, тыс. руб.	Расход кормов на 1 ц, к. ед.	ЗТ на 1 ц молока, чел.-ч.	Цена реализации 1 ц, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Менее -20 %	6	2544	-16,78	62,63	170,69	7,01	44,43	-26,79
от -20 до -10 %	8	3418	-8,71	59,38	138,96	5,18	47,26	-14,67
от -10 до -5 %	6	3698	-4,83	53,00	129,97	4,56	47,83	-9,11
от -5 до 0 %	10	3516	-1,50	50,57	130,88	4,90	49,15	-2,97
от 0 до +1 %	16	4187	0,17	47,88	115,05	3,78	47,77	0,36
от +1 до +3 %	15	4256	0,93	45,50	115,79	3,81	47,04	2,05

Окончание

Значение группировочного признака	Кол-во хоз-в в группе	Средний удой, кг	Средняя прибыль на 1 ц, тыс. руб.	Средняя себ-сть 1 ц, тыс. руб.	Расход кормов на 1 ц, к. ед.	ЗТ на 1 ц молока, чел.-ч	Цена реализации 1 ц, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
от+3 до+5%	8	4321	1,79	46,57	120,25	4,51	49,04	3,85
от+5 до+7,5%	17	4155	2,96	45,54	118,01	4,17	49,61	6,50
от+7,5 до+10%	15	4121	3,90	44,20	111,00	4,08	48,89	8,82
от+10 до+12,5%	10	4356	4,99	43,32	104,11	4,43	48,98	11,53
от+12,5 до+15%	14	4445	5,72	41,13	105,53	4,44	47,87	13,92
от+15 до+17,5%	12	4764	6,95	42,13	103,03	2,95	50,68	16,51
от+17,5 до+20%	9	4944	8,00	41,37	103,21	2,77	51,02	19,34
от+20 до+25%	16	5212	9,32	39,45	97,24	2,75	49,75	23,62
от+25 до+35%	6	4658	11,86	37,64	108,38	3,12	51,20	31,51
от+35 до+40%	4	5863	14,21	36,62	90,69	2,49	51,06	38,81
более +40%	4	5815	15,15	35,41	95,74	2,33	51,00	42,78

Высокие значения показателей в последней группе свидетельствуют об интенсивном ведении молочного скотоводства, что определяется хорошей организацией производства молока в целом и отдельных технологических процессов. Высокая продуктивность животных связана, прежде всего, с наличием прочной кормовой базы в хозяйствах, высоким качеством заготавливаемых кормов, их сбалансированностью по основным питательным компонентам и оптимальной структуре рациона в зависимости от продуктивности коров, осуществлением качественной селекционной работы. В некоторых хозяйствах налажена также собственная переработка молока.

Самыми высокорентабельными и эффективными производителями молока в качестве сырья для перерабатывающей промышленности являются СПК «Обухово» Гродненского района, СПК «Раковичи» и СПК «Демброво» Щучинского района и СПК им. Баума Ивьевского района.

В среднем по Гродненской области в сельскохозяйственных предприятиях было произведено 656905 т молока. При этом среднегодовое поголовье составило 149724 голов, а средняя продуктивность коров молочного стада - 4392 кг.

Значения основных показателей, характеризующих эффективность производства молока, в 2007 г. в целом по хозяйствам Гродненской области находились на следующем уровне: прибыль в расчете на 1 ц молока.- 4,44 тыс. руб., себестоимость 1 ц молока - 44,01 тыс. р. Основными статьями затрат, имеющими наибольший удельный вес в структуре себестоимости 1 ц молока, являются затраты на оплату труда с отчислениями (до 20 % себестоимости) и затраты на корма (до 50 %). Поэтому важно оценить значения данных показателей. Расход кормов на производство 1 ц молока составил 111 к. ед. (в лучших хозяйствах не превышает 75-80 к. ед. на 1 ц), а затраты труда на 1 ц молока - 3,7 чел.-ч (в эффективно функционирующих хозяйствах - 1-2 чел.-ч).

Вышеперечисленные показатели обусловили уровень рентабельности молока на уровне 10,1 %.

Таким образом, рост уровня рентабельности молочного скотоводства достигается при увеличении продуктивности коров молочного стада, снижении показателей себестоимости, расхода кормов и затрат труда на производство 1 ц молока, увеличении цен реализации продукции.

Поэтому рост продуктивности коров, производительности труда и повышение качества молока являются важнейшими факторами интенсификации молочной отрасли не только на первичном уровне, т. е. уровне производства молока как сырья для последующей переработки, но и всего молочного подкомплекса.

На основании анализа было выявлено, что для обеспечения безубыточного производства необходимо, чтобы продуктивность коров была не ниже 4000 кг, а себестоимость 1 ц молока не превышала 47 тыс. р. Это позволит осуществлять простое воспроизводство.

Основными мероприятиями, способствующими повышению эффективности производства молока в хозяйствах, являются:

- создание прочной кормовой базы, улучшение качества заготавливаемых кормов;
- обеспечение животных полноценными кормами, сбалансированными по основным питательным компонентам, а также оптимальное соотношение между грубыми, сочными и концентрированными кормами;
- внедрение интенсивных технологий производства молока на основе беспривязного содержания коров;
- осуществление процессов реконструкции, расширения и технического перевооружения хозяйств;
- широкое и непрерывное внедрение ресурсосберегающих технологий;
- обеспечение комплексной механизации и автоматизации;
- широкое использование более прогрессивных технологий, систем организации производства и труда;
- агропромышленная интеграция и кооперация в производстве молочной продукции;
- совершенствование технологии производства молока, повышение качества сырья (увеличение жирности и содержания белка в молоке) и др.

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н. В. Сипайло**

*Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь*

Научный руководитель В. И. Высокомерный

Развитие зернового хозяйства является основополагающим в нашей республике. От его уровня во многом зависит развитие остальных сельскохозяйственных отраслей, удовлетворение потребности населения не только в хлебе, но и в мясе, молоке и других продуктах.

Зерно по своей видовой структуре - многоассортиментный продукт, который достаточно хорошо транспортируется и сохраняет свои качества при перевозках на большие расстояния. Поэтому зерно лучше всего пригодно для образования государственных резервов продовольствия и кормов. Его наличие определяет степень продовольственной безопасности страны, что немаловажно в условиях мирового кризиса.

Основу же зернового хозяйства республики составляют такие культуры, как ячмень, рожь, овес, пшеница озимая и яровая, тритикале, которые в структуре зернового клина занимают 88 %. По объемам его производства и на душу населения Беларусь сравнялась со многими европейскими государствами. Уровень производства зерна в расчете на душу населения - 500-720 кг.

На протяжении многих лет одним из ведущих регионов по производству зерна в Республике Беларусь является Гродненская область. Она расположена в западной части страны, что обуславливает более благоприятные природно-климатические условия, по сравнению с другими областями, а также наличие плодородных почв, пригодных для возделывания зерновых культур. Все это способствует получать высокую урожайность и валовые сборы зерна. На протяжении более шести лет в среднем урожайность по области составляет 34,4 ц/га. Самая высокая урожайность была отмечена в 2004 г. - свыше 40,1 ц/га. Наглядное отображение урожайности зерновых культур представлено на рис. 1.

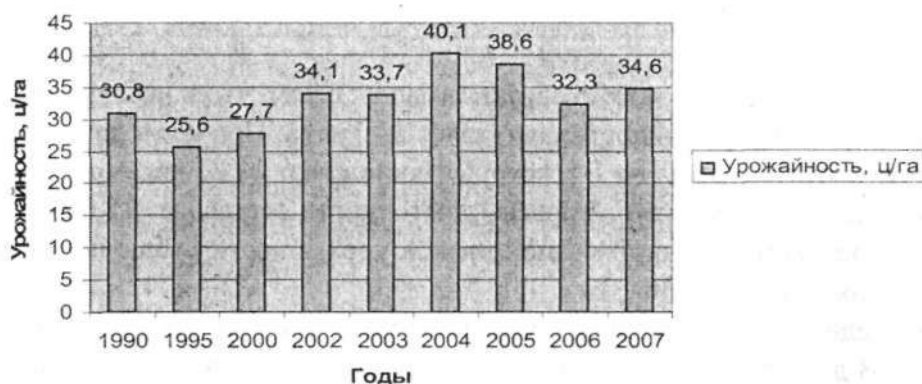


Рис. 1. Урожайность зерновых культур в сельскохозяйственных организациях

Потенциал зерновых культур в Республике Беларусь не исчерпан. Имеется возможность повышения валового сбора зерна и эффективности его производства за счет интенсивных факторов.

В 2007 г. валовой сбор зерна в Гродненской области составил 1208,3 тыс. т, при средней урожайности 34,6 ц/га. Уровень рентабельности составил 13,5 %. Однако в целом урожайность и показатель уровня рентабельности варьируют как по районам, так и по хозяйствам.

Были проанализированы данные 177 хозяйств Гродненской области и установлено, что самая низкая урожайность в Свислочском районе 22,3 ц/га, а самая высокая - в Гродненском и Берестовицком районах, 48,4 и 44 ц/га соответственно. Самая высокая урожайность зерна отмечена в СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района 66,3 ц/га.

С помощью метода группировки все данные были сгруппированы в сводную табл. 1, в которой четко прослеживается зависимость изменения уровня рентабельности (убыточности) от изменения урожайности зерна. За группировочный признак взята урожайность. Интервал группировки равен 5 ц/га. Было выделено 8 групп.

## Группировка хозяйств Гродненской области по урожайности зерна

№	Интервалы	Количество хозяйств	Урожайность, ц/га	Затраты труда на 1 т, чел.-ч	Себестоимость единицы продукции (за 1 т), тыс. руб.	Уровень рентабельности (убыточности), %
1	<20	9	17,10	11,22	317,33	-15,05
2	20-25	35	22,54	10,17	261,76	-1,08
3	25-30	53	27,17	9,18	234,51	8,64
4	30-35	31	32,55	8,52	237,52	12,64
5	35-40	17	36,89	8,59	247,41	15,82
6	40-45	13	42,65	5,33	241,77	23,99
7	45-50	11	47,06	5,92	256,27	21,37
8	>50	9	56,57	5,69	252,89	34,57

На основании табл. 1 можно сделать выводы о том, что в первую группу вошли 9 хозяйств, средняя урожайность составляет 17,1 ц/га. Причем в данной группе самые высокие затраты труда на 1 т, которые составляют 11,22 чел.-ч и себестоимость 1 т составляет 317,33 тыс. руб. Уровень убыточности составляет 15,05 %. Таким образом можно отметить, что при самой низкой урожайности наблюдается самый высокий уровень убыточности.

В последнюю группу вошли также 9 хозяйств, средняя урожайность составляет 56,57 ц/га. В данную группу вошли передовые и самые крупные по своим размерам хозяйства УО СПК «Путришки», СПК «Октябрь-Гродно», СПК «Обухово» СПК им. Денщикова, СПК «Прогресс-Вертелишки», СПК «Свислочь». Затраты труда составляют 5,69 чел.-ч на 1 т, а уровень рентабельности 34,57 %.

Наибольшее количество хозяйств сосредоточено в 3-й группе (около 30 %), т. е. большинство из хозяйств имеют среднюю урожайность 27 ц/га.

Следовательно, при повышении урожайности увеличивается доходность производства зерна, кроме этого значительно снижаются затраты труда на 1 т.

На основании анализа можно отметить, что безубыточного производства можно достигнуть при урожайности зерна не менее 22 ц/га, а себестоимость 1 т не должна превышать 254 тыс. руб.

В целом Гродненская область достигает высоких валовых сборов, однако Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 гг. предусмотрено довести к 2007 г. валовой сбор зерновых культур до 1435 тыс. т. Можно сказать, что данная программа за 2007 г. не выполнена, так как валовой сбор зерна в 2007 г. меньше запланированного на 226,7 тыс. т, в 2006 г. фактически сбор зерна также не соответствует запланированным показателям. Хотя уже в 2008 г. в соответствии с Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 гг., плановый показатель достигнут и перевыполнен на 223 тыс. т, однако во многом это достигнуто не за счет интенсивных показателей, а во многом получению высоко валового сбора способствовали хорошие погодные условия (табл. 2).



Таблица 2

## Выполнение Государственной программы возрождения и развития села

Годы	2005	2006	2007	2008	2009	2010
По программе	1300	1360	1435	1510	1600	1680
Фактически	1225,7	1037,8	1208,3	1732,5	-	-

Для достижения эффективного производства зерна необходимо снижать себестоимость продукции, поскольку закупочные цены не велики, а стоимость основных средств производства увеличивается значительными темпами.

Для повышения эффективности производства зерна необходимо:

- Оптимизировать структуру зернового производства.

Зерновые культуры необходимо размещать по наилучшим предшественникам, которые обеспечивают урожайность на уровне 38-45 ц/га даже без внесения удобрений. При этом рентабельность зерна будет минимум 30 %, а поэтому необходимо, чтобы в структуре посевных площадей зерновые занимали 42-48 % в зависимости от принятых севооборотов. Дальнейшее увеличение зерновых культур в структуре посевных площадей значительно снижает урожайность, увеличивает расход пестицидов на борьбу с болезнями и сорняками и повышается себестоимость зерна.

- Повышение урожайности всех видов зерновых и зернобобовых культур.

Повышение урожайности зерновых культур - основной путь увеличения производства зерна и его заготовок.

Существенным фактором, влияющим на урожайность, является внедрение высокоурожайных районированных сортов, устойчивых к болезням и полеганию, использование высококачественного семенного материала. Хозяйства должны периодически проводить сортообновление, т. е. получать с селекционных станций или из семеноводческих хозяйств семена элиты или первой репродукции.

- Снижение трудоемкости производства.
- Сокращение разницы между ценой производителя и конечной ценой.
- Широкое внедрение в производство ресурсосберегающих, безотходных и экологически чистых технологий возделывания и уборки зерна с минимальными потерями.
- Выбор наиболее выгодных каналов реализации.
- Сокращение потерь, имеющих место на всех стадиях производства зерна и его переработки.

Учитывая ключевое значение зерна в обеспечении продовольственной безопасности страны, зерновому хозяйству следует придать статус приоритетной отрасли в агропромышленном комплексе, а зерновой рынок должен получить приоритет в государственном регулировании по отношению к другим продуктовым рынкам.

Среди продуктовых рынков страны рынок зерна по своей стратегической, социально-экономической значимости и объемам товарооборота занимает одно из первых мест. Он во многом определяет решение целого спектра вопросов рыночных отношений не только внутреннего и отраслевого характера, но и продовольственного рынка в целом. Цены на зерно служат своеобразным индикатором и в значительной мере определяют уровень цен на продукцию сопряженных с зерновым хозяйством отраслей.

Увеличение производства зерна - одно из приоритетных направлений аграрного сектора экономики, обеспечения продовольственной безопасности и суверенитета страны, которое, прежде всего, должно происходить за счет интенсивных факторов, а именно увеличения урожайности и снижения трудоемкости и себестоимости продукции. Все это является важным условием повышения эффективности производства зерна.

#### Литература

1. Годовые отчеты хозяйств Гродненской области за 2007 г.
2. Алтухов, А. Пути повышения рентабельности производства зерна / А. Алтухов // АПК: экономика и управление. - 2008. - № 2. - С. 11-14.

### **МАРКЕТИНГ-СБЫТОВОЙ КООПЕРАТИВ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ: ПОНЯТИЯ, ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

**Е. В. Будович, Т. В. Будович**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Необходимость создания кооперативов фермерскими хозяйствами определяется преимуществами и возможностями кооперации. Кооперация направлена на решение следующих задач:

- объединить усилия субъектов хозяйствования на выполнение установленных функций, осуществить концентрацию средств на приоритетных направлениях производства, переработки и сбыта продукции;
- рационально и эффективно использовать земельные, трудовые и материально-технические ресурсы за счет оптимизации их расхода;
- расширить возможности внедрения достижений научно-технического прогресса, передовых технологий в сельском хозяйстве и перерабатывающих отраслях, применение высокопроизводительной техники и высококвалифицированного труда;
- мотивировать использование передовых методов организации производства, стимулирование труда;
- расширить возможности приобретения материально-технических ресурсов, переработки и сбыта произведенной продукции;
- обеспечить создание благоприятных производственных и социальных условий для работников, усиление заинтересованности в производительном труде и рост качества жизни [1].

С целью выявления проблем развития фермерских хозяйств и их отношения к кооперации нами в феврале 2009 г. был проведен опрос глав фермерских хозяйств, членов ОО «Ассоциация фермеров Гомельской области». Структура ответов на вопрос: «Основные проблемы Вашего фермерского хозяйства?» представлены на диаграмме (рис. 1).

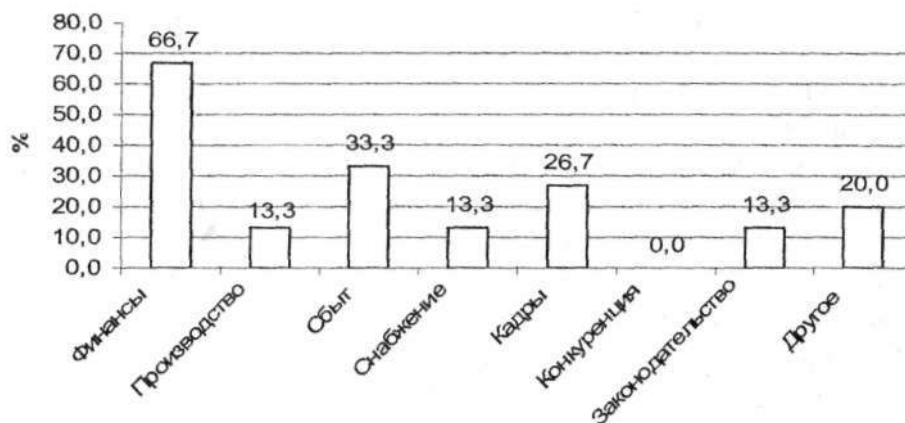


Рис. 1. Распределение ответов фермеров на вопрос о проблемах их хозяйств

Таким образом, основной проблемой фермерских хозяйств является недостаток финансовых средств, на втором месте - проблемы со сбытом продукции.

Опрос показал, что кооперацию рассматривают как перспективный путь развития или способ решения существующих проблем 60 % фермеров. Предпочтения фермеров относительно вида кооператива отражены на диаграмме (рис. 2).

Более половины опрошиваемых (53,3 %) выбрали маркетинго-сбытовой кооператив, 33,3 % - кооператив по сбору и обработке продукции, 13,3 % - производственный, т. е. в целом предпочтение было отдано потребительским кооперативам.

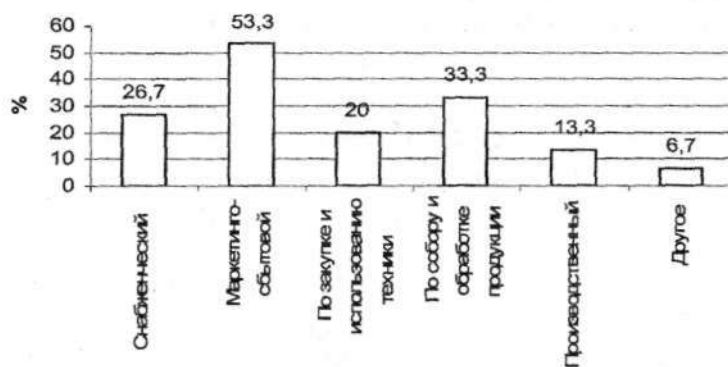


Рис. 2. Предпочтения фермеров в отношении вида кооператива

Проанализировав результаты проведенного опроса, мы пришли к выводу о целесообразности рассмотрения вопросов о сущности, функциях и возможностях создания в республике фермерскими хозяйствами маркетинго-сбытовых кооперативов. Сбыт произведенной продукции через кооператив выгоден каждому его члену. Так, сельскохозяйственным товаропроизводителям не надо создавать собственную сбытовую сеть и маркетинговые службы, вести переговоры со многими торговыми посредниками или непосредственными потребителями продукции. Кооперация позволяет товаропроизводителям своевременно реализовывать сельскохозяйственную продукцию, снизить потери на стадии перевозки и переработки, повысить доходность хозяйств и увеличить объемы производства.

Маркетинго-сбытовой кооператив является одним из видов потребительских кооперативов, которым по Гражданскому кодексу (ст. 116) признается добровольное объединение граждан либо граждан и юридических лиц на основе членства с целью удовлетворения материальных (имущественных) и иных потребностей участников, осуществляемое путем объединения его членами имущественных паевых взносов.

Данный потребительский кооператив может выполнять следующие функции:

- изучение рынка сбыта и реклама продукции;
- предоставление членам кооператива информации о рыночной конъюнктуре, а также потенциальных партнерах по сбыту;
- согласование реализационной цены на продукцию;
- предпродажная подготовка продукции;
- хранение и транспортировка продукции;
- продажа продукции;
- проведение взаиморасчетов за проданную продукцию.

В зарубежных странах среди фермерских кооперативных образований сбытовые кооперативы получили наиболее широкое распространение. Их основной функцией является обеспечение реализации фермерской продукции. Концентрируя предложение сырья, кооперативы могут обеспечить более высокий уровень цен реализации. В странах ЕС на долю сбытовых кооперативов приходится около 55 % реализуемой фермерами продукции. Значительный опыт эффективной работы фермерской сбытовой кооперации накоплен во Франции. В этой стране более 160 тыс. владельцев специализированных и многоотраслевых ферм по выращиванию скота и птицы являются членами 564 кооперативов, которые объединены в Национальную федерацию сельскохозяйственных кооперативов по мясному животноводству. В экспорте сельскохозяйственной продукции из Франции на долю кооперативов приходится до 40 % продаж живого скота и мяса [2].

В России правовой основой для создания и развития системы сельскохозяйственных кооперативов является Федеральный закон «О сельскохозяйственной кооперации», принятый в 1995 г. Закон определяет порядок образования кооперативов как производственных, так и потребительских, их реорганизации и ликвидации, основы деятельности.

В нашей республике не принят Закон «О сельскохозяйственной кооперации», но при создании потребительского кооператива фермерские хозяйства в праве действовать, руководствуясь положениями Гражданского кодекса и Закона «О потребительской кооперации (потребительских обществах, их союзах) в Республике Беларусь». Закон определяет правовые, организационные, экономические и социальные основы создания и деятельности потребительских обществ, их союзов в Республике Беларусь.

Потребительские общества и союзы потребительских обществ приобретают права юридического лица с момента их государственной регистрации. Для государственной регистрации потребительского общества в регистрирующий орган представляются (ст. 39):

- заявление, оформленное в установленном порядке;
- копия протокола общего собрания учредителей потребительского общества о создании потребительского общества, об утверждении его устава, о выборах органов управления и ревизионной комиссии, подписанного председателем и секретарем собрания;
- два экземпляра копии устава потребительского общества;
- документ о юридическом адресе (месте нахождения) потребительского общества;

- платежный документ, подтверждающий внесение платы за государственную регистрацию потребительского общества.

Сотрудничество фермеров путем создания потребительских кооперативов в нашей стране не развито. Так, в Гомельской области не существует ни одной такой организации. По-нашему мнению, предпосылкой создания фермерами потребительских кооперативов, в том числе и маркетинго- сбытовых, может стать развитие такой формы партнерства, как простое товарищество.

Деятельность простого товарищества регулируется положениями Гражданского кодекса. В соответствии со ст. 911 ГК по договору простого товарищества (договору о совместной деятельности) двое или несколько лиц (товарищей) обязуются соединить свои вклады и совместно действовать без образования юридического лица для извлечения прибыли или достижения иной, не противоречащей законодательству цели. Вкладом признается все то, что товарищи вносят в общее дело, в том числе деньги, иное имущество, профессиональные и иные знания, навыки и умения, а также деловая репутация и иные связи.

Так, фермеры для осуществления сбыта продукции могут заключить договор простого товарищества. В качестве вклада один фермер может внести арендуемое помещение и торговое оборудование, а другой - хранилище и денежные средства.

Проанализировав положения о простом товариществе, мы выделили следующие, которые могут привлечь фермеров:

1) для образования простого товарищества необходимо заключить договор, который устанавливает обязанности сторон друг перед другом, т. е. не нужно регистрировать свое объединение в порядке, предусмотренном законодательством о государственной регистрации юридических лиц, что значительно экономит время;

2) по договору простого товарищества участники действуют без образования юридического лица, т. е. фермерские хозяйства остаются самостоятельными организациями, при этом сотрудничают при решении общей проблемы (в нашем случае проблемы сбыта);

3) договор простого товарищества может быть заключен на срок, т. е. фермеры могут, заключив договор, совместно работать определенное время. Если к истечению срока договора фермеров не устраивают результаты общего дела, то они расторгают договор. А в противном случае они будут продолжать сотрудничать, что позволит устанавливать новые связи, расширить поиск новых идей, проектов, развивать отношения партнерства, и в дальнейшем приведет к их экономическому укреплению.

#### Литература

1. Гусаков, В. Г. Методологические основы развития кооперативной системы в АПК Беларуси / В. Г. Гусаков // Весці нац. акад. навук Беларусі Сер. аграр. навук. - 2004. - № 4. - С. 5-14.
2. Сушко, В. Механизм функционирования фермерских кооперативов в зарубежных странах / В. Сушко // Аграр. экономика. - 2008. - № 11. - С. 30-35.

## ОЦЕНКА УРОВНЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е. В. Паргач, О. П. Паргач

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Переход агропромышленного комплекса к рыночным отношениям требует новых подходов к решению проблем развития сельскохозяйственного производства.

При этом каждому уровню развития производительных сил и организации сельскохозяйственного производства должны соответствовать свои определенные производственные параметры предприятий и их подразделений. Поэтому проблема установления оптимального сочетания производственных параметров сельскохозяйственных предприятий сохраняет свою актуальность. Именно обоснование размеров сельскохозяйственных предприятий различных организационно-правовых форм с оптимальным сочетанием производственных отраслей должно способствовать повышению эффективности предприятий при постоянно меняющейся конъюнктуре рынка сельскохозяйственной продукции.

В сельском хозяйстве в связи со спецификой отрасли процесс концентрации производства носит более сложный характер, отличающийся специфическими особенностями в осуществлении концентрации.

Концентрация сельскохозяйственного производства осуществляется по двум направлениям: внутри предприятия и путем межхозяйственного кооперирования, создания узкоспециализированных хозяйств. В первом случае создаются благоприятные материально-технические условия для ведения в крупных размерах отдельных сельскохозяйственных отраслей благодаря сосредоточению их в производственных подразделениях, имеющих для данной отрасли наилучшие условия. Во втором случае процесс концентрации производства базируется на дальнейшем углублении разделения труда в сельском хозяйстве между отдельными предприятиями или при кооперации ряда хозяйств на производстве какого-либо сельскохозяйственного продукта или его части.

Основным преимуществом концентрации является снижение до определенного уровня издержек производства за счет экономии на условно постоянных затратах, которое объясняется эффектом масштаба производства.

Нами выполнено исследование, направленное на оценку уровня концентрации сельскохозяйственного производства, в процессе которого были использованы методы построения кривой Лоренца и расчет индекса Джини.

Следует отметить, что исторически кривая Лоренца устанавливает соотношение совокупного дохода отдельных групп населения к совокупному доходу всего населения страны, а указанное соотношение получило название индекса Джини. Однако в условиях сельского хозяйства они использованы впервые. С помощью кривой Лоренца можно отразить степень неравномерности в распределении доходов товаропроизводителей в агропромышленном комплексе, а индекс Джини, определяя степень отклонения фактически сложившегося распределения доходов по группам товаропроизводителей от линии их теоретически возможного равномерного распределения, отражает собственно концентрацию. Исследование проводилось на основе данных о выручке сельскохозяйственных организаций области за 2006 г. Полученная кривая Лоренца представлена на рис. 1.

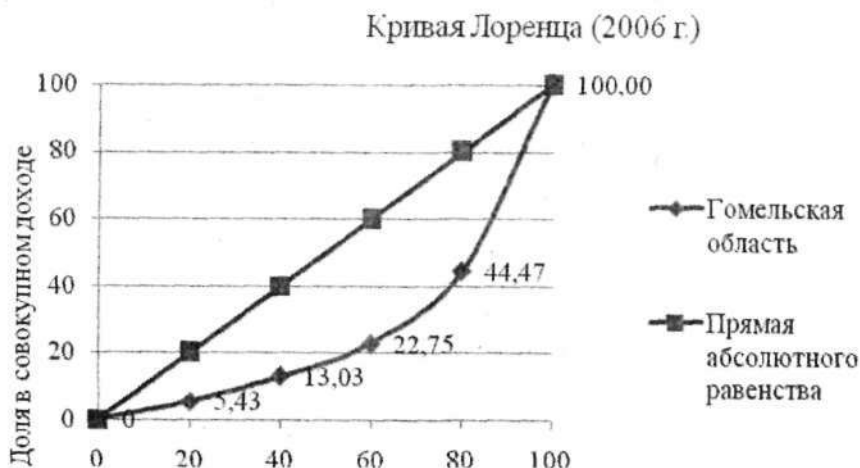


Рис. 1. Кривая Лоренца по Гомельской области за 2006 год

Индекс Джини составляет 0,46. Такое значение индекса свидетельствует об относительно высоком неравенстве в доходах хозяйств Гомельской области. В настоящее время не существует единого мнения относительно оптимального уровня неравенства в доходах. Но чрезмерное неравенство в доходах отрицательно влияет на экономическую деятельность субъектов хозяйствования. В то же время и слишком равномерное распределение доходов отрицательно влияет на эффективность экономики: снижает конкуренцию, тормозит научно-технический прогресс и, в конечном счете, снижает эффективность экономики.

Индекс Джини также говорит об уровне концентрации сельскохозяйственного производства в АПК Гомельской области. Его значение свидетельствует о довольно высоком уровне концентрации производства.

Далее проведем оценку уровня концентрации сельскохозяйственного производства по отдельным районам Гомельской области. Для оценки были выбраны 6 районов.

Построенные кривые Лоренца и соответствующие значения индексов Джини представлены на рис. 2.

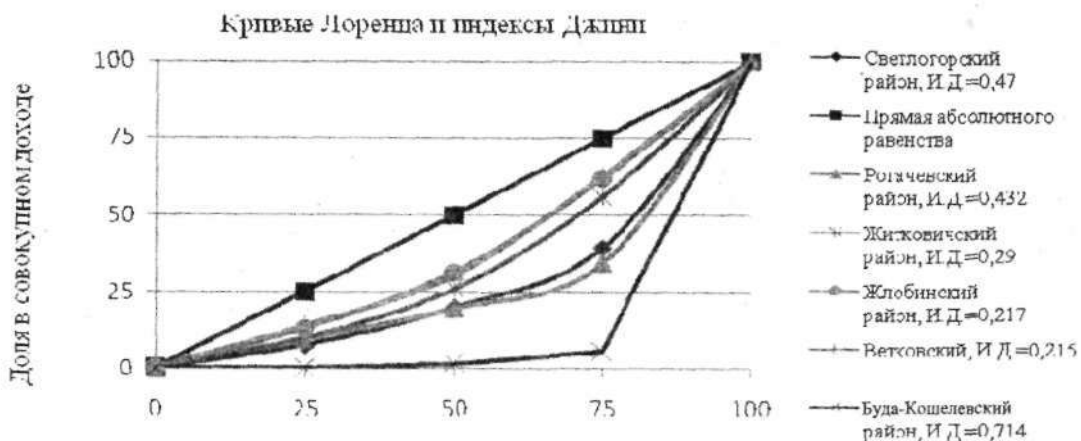


Рис. 2. Кривые Лоренца и индексы Джини по шести районам Гомельской области

По данным, представленным на рис. 2, можно сделать вывод, что наибольшее неравенство в распределении доходов хозяйств (а также наибольший уровень концентрации производства) наблюдается в Буда-Кошелевском районе (индекс Джини равен 0,714), а наименьшее в Ветковском (0,215) и Жлобинском (0,217) районах.

Таким образом, проведенное исследование показало, что по Гомельской области имеет место относительно высокое неравенство в распределении доходов между сельскохозяйственными организациями и высокая концентрация сельскохозяйственного производства.

В целях оценки влияния уровня концентрации производства на эффективность функционирования отдельных товаропроизводителей нами использован индексный метод, основанный на соотношении площади сельскохозяйственных угодий отдельного предприятия и средней площади сельскохозяйственных угодий в среднем по району.

На основании этого соотношения были сделаны выводы о размере сельскохозяйственных организаций. Определим, что предприятия со значением индекса сельскохозяйственных угодий от 0,32 до 0,84 относятся к малым, предприятия со значением от 0,85 до 1,37 - к средним, а предприятия со значением отклонения от 1,38 до 1,89 - к крупным предприятиям. Следует отметить, что при отнесении предприятия к числу малых, средних или крупных для каждого района были выбраны различные величины коэффициента.

Далее нами был проведен сравнительный анализ эффективности производства продукции растениеводства и животноводства малых, средних и крупных предприятий. Для этого были использованы такие показатели, как производство валовой продукции растениеводства на 100 балло-гектаров сельскохозяйственных угодий и производство валовой продукции животноводства на 100 балло-гектаров сельскохозяйственных угодий. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице.

#### Сравнительная характеристика эффективности деятельности предприятий Лоевского района в зависимости от их размеров

Индекс площади сельскохозяйственных угодий	Количество организаций в данном интервале	Производство валовой продукции растениеводства на 100 балло-га в среднем для данного интервала	Производство валовой продукции животноводства на 100 балло-га в среднем для данного интервала
0,32-0,84	4	0,967	0,934
0,85-1,37	4	1,618	1,400
1,37-1,89	2	1,360	1,058

Как видно из таблицы, наиболее эффективно работают предприятия, вошедшие в интервал с индексом сельскохозяйственных угодий 0,85-1,37, а затем с увеличением размеров организаций эффективность начинает снижаться, что объясняется снижением условно-постоянных издержек на единицу продукции. Однако когда размеры организации слишком велики, то из-за трудностей в управлении таким крупным предприятием уровень эффективности его деятельности начинает снижаться.



**РЕГИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
(НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**А. В. Якупова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Пархоменко

Реформирование аграрного сектора Республики Беларусь сопровождалось снижением объемов производства сельскохозяйственной продукции, усилением ценового диспаритета и разобщенности товаропроизводителей, увеличением дефицита сырьевых ресурсов для перерабатывающих предприятий АПК, разрушением производственной и социальной инфраструктуры сельских регионов. В этой связи важным направлением преодоления сложившихся негативных тенденций выступает обеспечение устойчивого развития национального агропромышленного производства.

Необходимо отметить, что к проблеме устойчивого развития социально-экономических систем обращаются в своих научных исследованиях многие специалисты, что отражается в публикациях отечественных и зарубежных ученых, при этом в литературе имеется более 60 различных определений термина «устойчивое развитие». Наиболее распространенным является определение, данное в докладе комиссии Брундтланд: «Устойчивое развитие - это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [1].

Актуальность данной проблемы в условиях нашего государства подтверждается разработкой Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г., один из разделов которой посвящен проблеме трансформационных процессов в развитии агропромышленного комплекса. При этом целью развития агропромышленного комплекса в долгосрочной перспективе является формирование эффективного, конкурентоспособного, устойчивого и экологически безопасного агропромышленного производства, которое соответствовало бы мировому уровню и обеспечивало бы продовольственную безопасность страны. По мнению И. Буздалова, из основных видов эффективности устойчивого развития (социальная, экологическая, экономическая) определяющей является последняя, поскольку от ее уровня зависят размеры финансовых источников для подъема самого производства, преобразования социальной сферы и сохранения окружающей среды [2, с. 159-161].

Нами разработан методический подход, позволяющий дать оценку устойчивости сельскохозяйственного производства в условиях АПК региона. В этой связи представляется важным более точное определение объекта исследования. В работах зарубежных и отечественных ученых дается достаточно большое количество определений региона (квазигосударство, квазикорпорация, рынок, социальная конструкция, территория), что позволяет выделить два основных подхода к трактовке данной категории: как к сугубо экономической системе и как социально-экономической.

Наиболее приемлемой, на наш взгляд, является трактовка, предложенная Н. С. Желтком: «Регион - территориальное образование, имеющее четко очерченные административные границы, в пределах которых воспроизводятся социально-экономические процессы обеспечения жизни населения, обусловленные местом региона в системе территориального и общественного разделения труда» [3, с. 74].

Следует отметить, что различные авторы по-разному подходят к решению проблемы определения уровня эффективности и устойчивого развития региональных АПК. К примеру, А. Н. Лубков считает производительность аграрного труда важнейшим критерием его эффективности [4, с. 47-50]. Однако если сравнивать удельный вес затрат на различные виды ресурсов (затраты труда, энергетические затраты, затраты на сырье и материалы) в структуре себестоимости, то можно заметить, что доля затрат труда имеет наименьшее значение. Поэтому данный подход, на наш взгляд, является недостаточно объективным с точки зрения достоверности.

Весьма интересной для нас является методика, предложенная А. Ш. Хуажевой [5, с. 146-151], основу которой составляет построение экспертно-аналитической процедуры, позволяющей оценивать устойчивость развития агропромышленной сферы в различных регионах России. Информационная база исследования включает 15 показателей, описывающих основные факторы функционирования АПК. На наш взгляд, данная методика применима и к агропромышленному комплексу Республики Беларусь. Опираясь на рассмотренную методику, а также с учетом собственных взглядов на проблему, нами предложено для оценки устойчивости сельскохозяйственного производства в пределах АПК региона использовать систему показателей, представленную двумя самостоятельными блоками - факторные и результативные, что позволяет изучить причинно-следственные отношения и характер взаимосвязи показателей.

Если показатель рассматривается как результат воздействия одной или нескольких причин, то для целей исследования он выступает как результативный. В свою очередь, индикаторы, определяющие уровень и динамику результативного показателя, названы нами факторными показателями.

К группе результативных показателей устойчивости сельскохозяйственного производства нами отнесены следующие обобщающие и единичные показатели:

- продуктивность, определяемая урожайностью основных видов сельскохозяйственных культур, удой молока на одну корову и среднесуточный привес животных;

- технико-экономическая эффективность производства, характеризующая стоимостную оценку объема произведенной сельскохозяйственной продукции в расчете на единицу отдельных ресурсов (земельных, трудовых) - валовая продукция в расчете на 100 гектаров сельскохозяйственных угодий и на одного работника, занятого в сельскохозяйственном производстве;

- уровень затрат на производство сельскохозяйственной продукции, который характеризуется показателями себестоимости основных видов продукции;

- финансовое состояние организаций, в наиболее общем виде определяемое как соотношение дебиторской и кредиторской задолженности.

Группа выделенных нами факторных показателей характеризует обеспеченность региона основными видами ресурсов, необходимых для производства сельскохозяйственной продукции, и включает следующие индикаторы: количество баллогектаров сельскохозяйственных угодий, плотность сельскохозяйственных животных (в переводе на взрослый КРС) в расчете на единицу площади, энергообеспеченность и трудообеспеченность (наличие соответственно энергетических мощностей трудовых ресурсов в расчете на единицу площади сельхозугодий).

Результаты ранжирования районов Гомельской области по уровню устойчивости и конкурентоспособности АПК представлены в таблице.

По результатам ранжирования можно сказать, что наиболее устойчивыми являются Речицкий, Гомельский, Ельский районы, наиболее проблемными - Петриковский, Наровлянский, Лоевский. Анализ показал, что в некоторых районах (Петриковский, Лоевский, Брагинский, Лельчицкий) отмечается весьма сильное различие

между результативными и факторными показателями. В данных районах наблюдается недостаточность факторов производства, необходимых для их устойчивого функционирования. Полученные нами результаты могут быть использованы как для экспертного анализа складывающихся тенденций, так и для выработки текущих управляющих воздействий и стратегических решений. В частности, полученные данные позволяют определить территории, где имеет смысл создание региональных и межрегиональных агропромышленных кластеров, перспективных для инвестиционной деятельности.

**Результаты ранжирования районов Гомельской области по уровню устойчивости и конкурентоспособности АПК**

Наименование района	Суммарная ранговая оценка по показателям			Общий ранг района
	результативным	факторным	итого	
Речицкий	33	22	55	<b>1</b>
Гомельский	56	16	72	<b>2</b>
Ельский	73	29	102	<b>3</b>
Калинковичский	79	30	109	<b>4</b>
Добрушский	74	38	112	<b>5</b>
Светлогорский	63	52	115	<b>6</b>
Ветковский	88	36	124	<b>7</b>
Мозырьский	99	27	126	<b>8</b>
Буда-Кошелевский	103	37	140	<b>9</b>
Рогачевский	116	29	145	10
Октябрьский	106	44	150	<b>И</b>
Кормянский	97	55	152	12
Хойникский	126	30	156	<b>13</b>
Жлобинский	124	33	157	14
Житковичский	108	56	164	15
Лельчицкий	122	46	168	16
Брагинский	116	53	169	<b>17</b>
Чечерский	103	68	171	<b>18</b>
Лоевский	113	61	174	<b>19</b>
Наровлянский	101	80	181	20
Петриковский	132	65	197	21

**Литература**

1. Боткилин, В. Е. Методологические подходы к формированию стратегии устойчивого социально-экологического развития АПК региона и инвестиционные механизмы ее обеспечения / В. Е. Боткилин, В. Г. Садков // Упр. обществ, и экон. системами. - 2006. - № 2.
2. Буздалов, И. Проблемы обеспечения устойчивого развития агропродовольственной системы / И. Буздалов // О-во и экономика. - 2006. - № 6. - С. 139-151.
3. Желток, Н. С. Регион как субъект устойчивого развития / Н. С. Желток, Г. Н. Плаксина // Вестн. Могилев, гос. техн. ун-та. - 2005. - № 1. - С. 74-77.

4. Лубков, А. Н. Производительность аграрного труда - важнейший критерий его эффективности / А. Н. Лубков, А. Г. Сулейманова // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. - 2007. - № 11. - С. 47-50.
5. Хуажева, А. Ш. Уровень устойчивости и конкурентоспособности региональных агропромышленных комплексов (методические подходы к ранжированию) / А. Ш. Хуажева ; Рос. акад. наук; Ин-т народнохоз. прогнозирования [Электронный ресурс] / Журн. «Проблемы прогнозирования». - Москва. - 2005. - Режим доступа: <http://www.ecfor.ru/index.php>. - Дата доступа: 21.12.2008.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОУЧЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**А. П. Иваненко, Д. П. Мазуров**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. А. Прокопчик

На сегодняшний день из-за многократного удорожания энергоресурсов их доля в себестоимости продукции для предприятий резко возросла и порой составляет 20-30 %, а для наиболее энергоемких производств достигает 40 и более процентов. Фактор высокой стоимости энергоресурсов обусловил в последние годы кардинальное изменение отношения к организации энергоучета в промышленности и других энергоемких отраслях (транспорт и жилищно-коммунальное хозяйство).

Поэтому современная цивилизованная торговля энергоресурсами основана на использовании автоматизированного современного приборного энергоучета, сводящего к минимуму участие человека на этапе измерения, сбора и обработки данных и обеспечивающего достоверный, точный, оперативный и гибкий, адаптируемый к различным тарифным системам учет, как со стороны поставщика энергоресурсов, так и со стороны потребителя. С этой целью как поставщики, так и потребители внедряют автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). При их наличии предприятие полностью контролирует весь свой процесс энергопотребления и имеет возможность по согласованию с поставщиками энергоресурсов гибко переходить к разным тарифным системам, минимизируя свои энергозатраты.

Наиболее надежной схемой построения АСКУЭ является трехуровневая. На нижнем уровне первичные измерительные приборы (ПИП) осуществляют непрерывно измерение параметров. На среднем уровне располагается контролер со встроенным программным обеспечением, осуществляющий круглосуточный сбор данных с территориально распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхний уровень. На верхнем уровне персональный компьютер со встроенным специальным программным обеспечением осуществляет сбор информации с контролера (или группы контролеров), и обеспечивает итоговую обработку этой информации как по точкам учета, так и по их группам - по подразделениям и объектам предприятия.

Однако такие АСКУЭ представляют собой сложные системы с кабельными каналами связи, порой достаточно длинными и подверженными механическим повреждениям. Такие АСКУЭ требуют большого количества квалифицированного обслуживающего персонала, при этом выходные интерфейсы передачи данных зачастую конфликтуют с приборами с других уровней из-за плохой совместимости протоколов. В дополнение ко всему, программное обеспечение по обслуживанию подобных систем выпускается персонально к каждой единице системы, что приводит к громоздкости выходных параметров и затрудняет дальнейшую обработку, систематиза-

цию и анализ данных. В связи с этим необходимы оперативные, инновационные решения, которые могли бы решить эти проблемы. Таким решением можно считать АСКУЭ, в которой все приборы работают согласованно по единому интерфейсу, используют единое интеграционное программное обеспечение, а для передачи данных используют беспроводные каналы мобильной связи.

Нижний уровень такой АСКУЭ укомплектован цифровыми приборами нового поколения и связан со средним уровнем цифровыми каналами до трансформаторов тока и напряжения, электросчетчика с, телеметрическим выходом. По беспроводной линии передачи данных бесплатных частот каналов мобильной связи (GSM, CDMA) в зоне их покрытия информация передается до контролера. Для уменьшения трафика периодичность сеансов связи «объекты-центр» можно задать с помощью пользовательского интерфейса программного обеспечения, при этом, при больших отклонениях усредненного значения по времени, передачу данных осуществляют незамедлительно.

Преимущества данных приборов в системе АСКУЭ перед остальными приборами и системами учета:

1. Возможность мгновенной передачи данных на расстояния до 10 км, или до ближайшего приемника сигнала (вышки), с последующим перенаправлением результатов в центр обработки. При этом для счетчиков, находящихся на значительном удалении от объекта, нет необходимости тратиться на двухпроводную линию связи длиной в несколько километров и ее обслуживание.

2. Полностью исключается вероятность механического повреждения канала связи, появление сбоев или неточностей вследствие некорректной передачи.

3. Возможность удаленной настройки программного обеспечения счетчика непосредственно из центра учета; возможность удаленного выключения, перезагрузки, бэкапа (возврата режима работы в предыдущие состояния до последнего изменения).

4. Возможность хранения в памяти счетчика всех отправленных и обработанных данных, с возможностью их восстановления даже в случае механической поломки счетчика.

5. Возможность отправки данных сразу на несколько уровней (отдел энергоснабжения предприятия, энергосбыт районной энергосистемы, управление по надзору и рациональному использованию ТЭР и др.) с различной устанавливаемой периодичностью для осуществления статистической отчетности, контроля и регулирования.

6. Высокая защищенность и безопасность передаваемых данных по аналогам военных протоколов передачи данных.

Основным же недостатком можно назвать необходимость оплаты объема переданного со счетчиков в центр трафика по тарифам мобильных операторов.

Система организации подобного мониторинга поможет в режиме реального времени среагировать на аварийные ситуации (например, согласно полученной с прибора информации, упало давление в трубе, что может быть следствием разрыва трубы).

Переданная с контролера через каналы беспроводной мобильной связи информация обрабатывается универсальным программным обеспечением на персональном компьютере в центре АСКУЭ или в другой точке, выбранной в качестве получателя данных. Информация может импортироваться в 1С:Предприятие, 1С бухгалтерия, в Microsoft Excel, после чего автоматически будут создаваться отчеты.

Таким образом, имеем полностью автоматизированную систему, ведущую комплексное управление потреблением энергоресурсов и статистику. В результате значительно сокращаются коммерческие потери энергоресурсов, возрастает рационали-

зация и надежность системы энергоснабжения, что положительно сказывается на стоимости всех затраченных энергоресурсов предприятия.

Однако внедрение и использование в Республике Беларусь таких АСКУЭ затруднено по ряду причин:

1. В республике существует обязательная Государственная сертификация и лицензирование как приборов, так и методов передачи данных, а также программного и технического оборудования для обработки полученных данных.

2. Невозможность использования государственными предприятиями собственных каналов связи. Таким образом, приходится пользоваться коммерческими операторами мобильной связи для создания каналов передачи данных.

3. Необходимость создания специализированного центра поддержки таких АСКУЭ, подбор и обучение персонала и закупки специализированной вычислительной техники.

Исходя из вышеперечисленного, автором предлагается следующее решение: приборы передают сведения внутри системы не по технологии GSM, а последовательно по технологии Bluetooth, которая активно используется в мобильных телефонах для передачи информации. При таком варианте отпадает необходимость сертифицировать частоты передачи данных и платить за передаваемый трафик. Плюс ко всему данная технология открыта для использования, программное и наладочное обеспечение является бесплатным и универсальным.

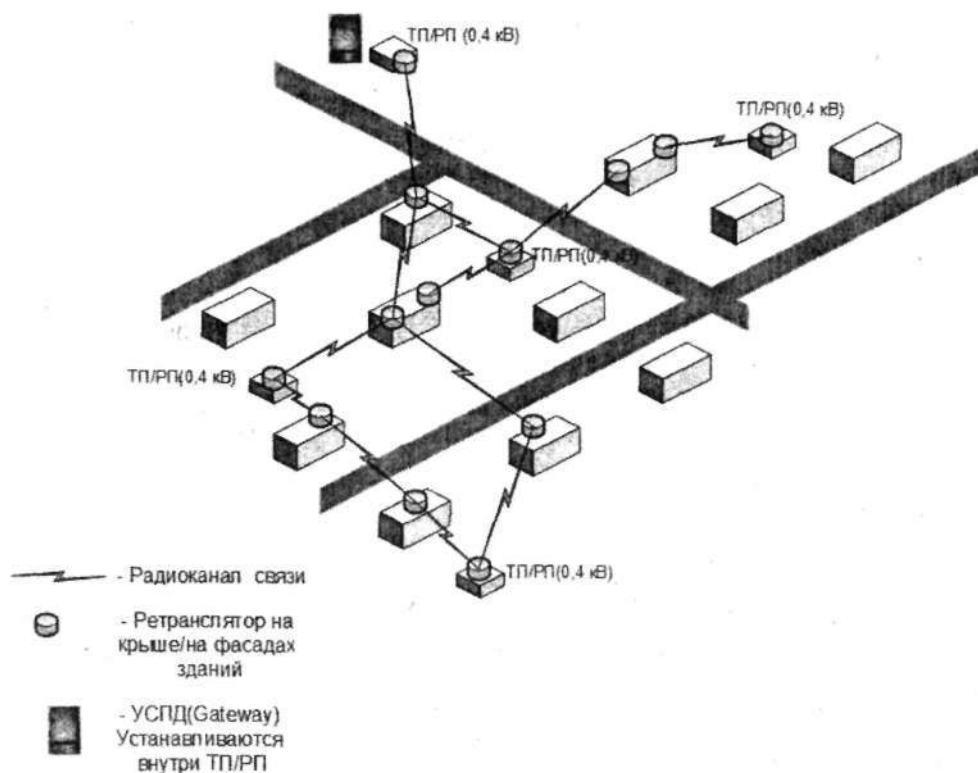


Рис. 1. Схема организации АСКУЭ по технологии Bluetooth

При этом для достаточно больших по территории АСКУЭ предлагается использовать один принимающий Bluetooth-адаптер в радиусе 300 м, а данные передавать непосредственно с него по GSM или CDMA, тем самым сократив количество передаваемого трафика и соответственно затраты.

Таким образом, при реализации описанной системы энергоучета предприятие выходит на принципиально новый уровень автоматизации, на котором будут сведены к минимуму все непроизводительные траты электроэнергии, а процесс энергопотребления будет в максимальной степени оперативен и точен. При этом полученные от такой системы данные будут удобны для дальнейшего универсального использования.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**П. С. Гуцев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: О. А. Полозова, Т. В. Алферова

Энергосбережение с каждым годом становится все более актуальной проблемой. Ограниченность энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, а также негативное влияние на окружающую среду, связанное с ее производством, - все эти факторы выдвигают энергосбережение в качестве первоочередной задачи в развитии экономики Республики Беларусь.

В 2006 г. потребление ТЭР в нашей республике составило 29,6 млн т у. т. (плюс 4,84 млн т у. т. светлых нефтепродуктов и 4,61 млн т у. т. сырья), а всего - свыше 39 млн т у. т. При этом следует отметить низкую эффективность использования энергоресурсов в Республике. При расходовании 1 кг у. т. у нас производится продукции на 1,07 дол. США, в то время как в Финляндии - на 4,76 дол., во Франции - на 6,67 дол., в Дании и Швейцарии - на 11,5 дол. Как говорят - есть над чем работать.

По показателю ВВП на душу населения республика отстает от Чехии в 2 раза (у нас 2,54 тыс. дол. на человека в год, у них - 5,1 тыс. дол.), от Финляндии - в 10 раз, от Швейцарии - в 18 раз. Низок в Беларуси и показатель потребления ТЭР на душу населения - 2,4 т у. т. на человека в год. Для сравнения: в Финляндии этот показатель составляет 6,46 т у. т., в России - 4,12 т у. т., в США - 8,32 т у. т.

Исходя из приведенных цифр, стратегической задачей нашей страны является сокращение объема потребления ТЭР и резкий рост ВВП на душу населения, вследствие чего основной задачей является наращивание ВВП без практического увеличения закупок ТЭР, т. е. в основном за счет энергосбережения. При этом стимулирующие факторы: наращивание 1 кВт мощности обходится в 800-1200 дол., а энергосбережение позволяет всего за 400-600 дол. снизить установленную мощность на 1 кВт. Снижение затрат ТЭР на единицу ВВП за счет мероприятий по энергосбережению и является, на наш взгляд, основным путем решения поставленной задачи.

Сохранение энергии - наиболее обещающий путь к решению в ближайшей перспективе проблемы ограниченности ископаемого топлива для производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Хотелось бы отметить, что в настоящее время сельское хозяйство не является крупным потребителем ископаемого топлива по сравнению с промышленностью и транспортом, но с увеличением производства продукции сельское хозяйство будет развиваться интенсивно, используя индустриальные технологии, а этот процесс неразрывно связан с возрастанием потребления энергии.

В нашем АПК в настоящее время потребляется около 3 млн т у. т. (10 % от потребления ТЭР в стране). Энергетическая составляющая в стоимости продукции сельского хозяйства равна 11,5 %. Структура потребления ТЭР в аграрном секторе

по видам энергоносителей складывается следующим образом: котельно-печное топливо - 25 %, тепловая энергия - 45 %, электрическая энергия - 30 %. Структура потребления ТЭР в агропромышленном комплексе по технологическому назначению показана на рис. 1.

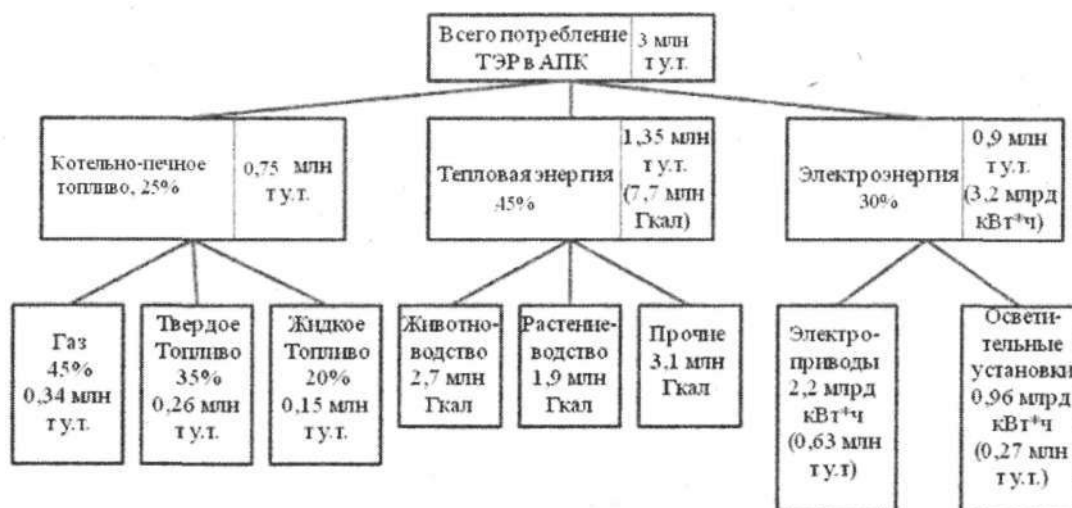


Рис. 1. Структура потребления ТЭР в АПК

Для экономии котельно-печного топлива особое внимание необходимо обратить на замену и модернизацию котельного оборудования, которое, как правило, выработало свой ресурс, морально и технически устарело и имеет низкий КПД. Режимно-наладочные испытания таких котельных агрегатов на практике мало влияют на повышение их КПД.

Почти половина всего потребления ТЭР в АПК приходится на выработку тепловой энергии (1,35 млн т. у. т., или 7,7 млн Гкал). Свои котельные вырабатывают около 4,3 млн Гкал и 3,4 млн Гкал получают от посторонних источников. Около 80 % всей тепловой энергии (6,2 млн Гкал) используется на нужды отопления и вентиляции зданий и лишь 1,5 млн Гкал расходуется на технологические нужды. Следовательно, основное внимание в вопросах экономии тепловой энергии необходимо сосредоточить на внедрении энергосберегающих технологий в отоплении и вентиляции, где можно сэкономить свыше 50 % теплоэнергии.

Из анализа рис. 1 следует, что 70 % электроэнергии расходуется на электроприводы и 30 % - на электроосвещение. Причем в жилом секторе АПК более 70 % электроэнергии идет на нужды электроосвещения, что свидетельствует о низком уровне электрификации быта сельского населения. Очевидно, что эта составляющая (оставшиеся 30 %) будет постоянно возрастать, и экономию электроэнергии необходимо искать в оптимизации электроприводов всех установок АПК.

Наибольшую эффективность использования электрической энергии дает внедрение частотно-регулируемых электроприводов на общепромышленных механизмах с вентиляторной нагрузочной характеристикой (компрессорах, вентиляторах, дымососах, воздуходувках, насосах), работающих с переменной производительностью в соответствии с технологическим регламентом. По обобщенным данным энергообследований, снижение расхода электроэнергии при внедрении частотно-регулируемого электропривода составляет 15-20 %, а срок окупаемости - менее 3 лет. Мероприятия по внедрению частотно-регулируемого электропривода могли



бы стать более приемлемыми при снижении стоимости и повышении потребительских качеств отечественных частотных преобразователей.

Значительные резервы по снижению расхода электроэнергии имеются в освещении производственных и административно-бытовых помещений. Но внедрение энергоэффективных мероприятий по замене светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами с электромагнитными и электронными пускорегулирующими устройствами (ЭПРА) пока не получило должного распространения. Основная причина - высокая стоимость электронных пускорегулирующих устройств, определяющая значительные сроки окупаемости мероприятий. Мероприятия по замене люминесцентных светильников с ПРА на люминесцентные с ЭПРА, снижающие расход электроэнергии на 20-25 %, окупаются не менее чем за 6-8 лет.

Существенная экономия электроэнергии может быть получена при использовании в молочном производстве современных охладителей молока (танков), охлаждение молока в которых осуществляется двумя способами:

- непосредственно кипящим хладагентом;
- посредством промежуточного хладоносителя (воды от холодиной установки).

В первом случае хладагент холодильной машины для своего кипения отнимает тепло непосредственно от молока, во втором - от воды, превращая ее в лед.

По энергетическим показателям второй способ охлаждения уступает первому и характеризуется пониженным коэффициентом полезного действия холодильного агрегата. Это объясняется тем, что для аккумуляции льда требуется более низкая температура кипения хладагента. Снижение температуры кипения хладагента на 1 °С уменьшает холодопроизводительность компрессоров в среднем на 3 %. На один литр охлажденного молока в танке с непосредственным охлаждением затрачивается примерно 12 Вт электроэнергии, в то время как для танков с промежуточным хладоносителем 30-35 Вт. Резервуары с непосредственным охлаждением молока выпускают как со встроенным охладителем (испарителем), так и с погружным. По исполнению резервуары со встроенным испарителем могут иметь автономную и встроенную холодильную установку.

Что касается мер по снижению расхода котельно-печного топлива, то это в первую очередь повышение эффективности работы котельных, перевод существующих котельных на местные виды топлива и строительство новых. Отметим, что перевод котельных на местное топливо особенно эффективен при наличии собственного или расположенного по соседству деревообрабатывающего производства. В котельных такого типа целесообразно применение газогенераторных дровяных котлов (например, VITOLIG-150, немецкой фирмы VITSSMANN), использующих в качестве топлива поленья, древесные брикеты и чурки и работающих по принципу сухого сжигания древесины. Что касается перевода существующих котельных на МВТ без наличия собственных отходов деревообработки, то в каждом конкретном случае необходимо технико-экономическое обоснование.

Перспективными направлениями экономии тепловой энергии в сельском хозяйстве являются:

- применение пластинчатых охладителей;
- использование установок по рекуперации тепла.

Пластинчатые охладители РК охлаждают фильтрованное молоко путем теплообмена молока с противотоком холодной воды (из артезианской скважины или водопровода, при этом подогретая вода может использоваться на фермах для различных целей (например, для поения животных). Установки по рекуперации тепла типа Superheater производства GEA Farm Technologies используют тепло молока для получения горячей воды. Водонакопитель вмещает более 450 литров воды и может

быть подключен к любой системе поилок. Он полностью изолирован и оснащен теплообменником с двойными стенками.

Установки по рекуперации тепла типа РС используют тепло, полученное при охлаждении молока для нагрева воды. Жестко встроенный прямо в накопитель теплообменник с ребристыми трубками значительно упрощает монтаж. Накопители имеют емкость от 100 до 500 литров.

## **ТРАНСАКЦИОННЫЕ ИЗДЕРЖКИ ОПОРТУНИСТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ**

**Н. А. Шикова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. Е. Астраханцев

Введение в экономический анализ в 30-е гг. XX в. категории трансакционных издержек явилось крупным теоретическим достижением. Признание «небесплатности» самого процесса взаимодействия между экономическими субъектами позволяет совершенно по-новому осветить природу экономической реальности. В основу теории трансакционных издержек положен акт экономического взаимодействия, сделка, трансакция. Категория трансакции в настоящее время понимается предельно широко и используется для обозначения обмена товарами, юридическими обязательствами, сделками краткосрочного и долговременного характера. Затраты и потери, которыми может сопровождаться такое взаимодействие, получили название трансакционных издержек, т. е. это ценность ресурсов, затрачиваемых на осуществление трансакций.

Признание заслуг нового направления выразилось в присуждении Нобелевской премии по экономике двум его виднейшим представителям - Рональду Коузу (1991) и Дугласу Норту (1993). Стандартная неоклассическая модель изображает человека как существо гиперрациональное и рассматривает рынок как совершенный механизм, где нет необходимости учитывать издержки по обслуживанию сделок. Неинституциональный подход отличается большей трезвостью, что находит выражение в двух его важнейших поведенческих предпосылках - ограниченной рациональности и оппортунистическом поведении.

Уильямсон делит трансакционные издержки на следующие категории:

- *предполагаемые* (ex-ante) издержки: расходы на сбор информации, переговоры, связанные с подписанием договора и другие издержки, возникающие до принятия договора.

- *фактические* (ex-post) издержки: расходы на контроль или достижение выполнения обязательств, возникающие после соглашения.

Также трансакционные издержки можно разделить на две большие группы:

- *внутренние* - издержки взаимодействия внутри компании;

- *внешние* - издержки взаимодействия компании с окружающей средой.

Единицей измерения трансакционных издержек могут выступать деньги, время, имидж, люди. Многие виды трансакционных издержек непосредственно не наблюдаемы и поэтому с трудом поддаются статистическому измерению.

Все трансакционные издержки можно разделить на две группы по степени возможности определения для фирмы их реальной стоимости, выраженной в денежном эквиваленте:

*-явные транзакционные издержки:* все транзакционные издержки, которые имеют определенную рыночную цену в денежном выражении и могут быть отражены в бухгалтерских документах, например, затраты на рекламу, услуги адвоката;

*-неявные транзакционные издержки:* не выраженные в денежной форме транзакционные издержки, которые не могут быть зафиксированы в бухгалтерских документах, например, затраты, складывающиеся от потерь свободного времени. Они могут быть покрыты за счет экономической прибыли от производства и реализации.

Современные экономисты предложили несколько классификаций транзакционных издержек:

1) *издержки поиска информации* - затраты времени и ресурсов на получение и обработку информации о ценах, об интересующих товарах и услугах, об имеющихся поставщиках и потребителях;

2) *издержки ведения переговоров* представлены разработкой условий контракта, согласованием их между сторонами;

3) *издержки измерения количества и качества* вступающих в обмен товаров и услуг - затраты на промеры, измерительную технику, потери от остающихся ошибок и неточностей. Фактически ни один товар, выносимый на продажу, не свободен от издержек измерения его свойств;

4) *издержки по спецификации и защите прав собственности* - расходы на содержание судов, арбитража, органов государственного управления, а также затраты времени и ресурсов, необходимые для восстановления нарушенных прав;

5) *издержки оппортунистического поведения.* В научный оборот это понятие ввел Уильямсон и определяет его как «преследования собственного интереса, достигающее до вероломства». Речь идет о любых формах нарушения взятых на себя обязательств, например, недобросовестное поведение, нарушающее условия сделки или нацеленное на получение односторонних выгод в ущерб партнеру. Индивиды, максимизирующие полезность, будут вести себя оппортунистически (скажем, предоставлять услуги меньшего объема и худшего качества), когда это сулит им прибыль. Издержки этого типа связаны с трудностями точной оценки постконтрактного поведения другого участника сделки.

Оппортунизм может предстать в активной и пассивной форме, а также проявляться *ex-ante* и *ex-poste*.

Представляется обоснованным деление оппортунистического поведения, по признаку соотнесения объекта с внутренней или внешней средой, на эндогенный и экзогенный оппортунизм.

Эндогенный оппортунизм объединяет оппортунистические отношения внутри предприятия, т. е. источник противоречий, приводящих к проявлениям оппортунизма и содержащих опасность гибели предприятия, находится внутри обособленной хозяйственной единицы.

Экзогенный оппортунизм включает в себя все проявления оппортунизма со стороны внешних по отношению к предприятию сил.

Из категории издержек оппортунистического поведения можно отдельно выделить издержки оппортунистического поведения покупателей. Это издержки, обусловленные невыполнением договорных обязательств (например, умышленная задержка или неосуществление платежей по контракту, т. е. дебиторская задолженность), расходы на обращения в хозяйственный суд, потери денежных средств в результате инфляции. Данный вид издержек относится к экзогенному оппортунизму и может проявляться *ex-ante* и *ex-poste*.

Ниже представлена оценка издержек оппортунистического поведения покупателей, проявляющихся *ex-poste*. Предложенная в работе методика расчета имеет уни-

версальный характер. Число и состав показателей может варьироваться в зависимости от целей исследования:

$$C = D + I + O + K + A + P + T,$$

где  $D$  - сумма безнадежной дебиторской задолженности;  $I$  - инфляционные потери;  $O$  - потери от снижения суммы оборотных средств;  $K$  - обслуживание части кредита, не превышающей сумму дебиторской задолженности, а также проценты по нему;  $A$  - судебные издержки, оплата услуг юристов;  $P$  - отражение повышения цен поставщиков;  $T$  - альтернативная стоимость времени, необходимого на выполнение регуляторных процедур, оформление кредита, судебный процесс, поиск новых поставщиков и т. д.

Говоря о транзакционных издержках, нужно учитывать, что в условиях рынка они являются обычным явлением. Вот почему речь идет не об исключении транзакционных издержек, а об их минимизации.

Для того чтобы снизить риск возникновения оппортунистического поведения, необходимо знать, какие условия способствуют его возникновению и, по возможности, снизить их влияние. Условия возникновения оппортунистического поведения: неполная или асимметричная информация о факторах, влияющих на поиск партнера и заключение контракта; нечеткая спецификация прав собственности; низкие стимулы к выполнению условий контракта; степень строгости санкций за невыполнение условий контракта.

Для минимизации издержек оппортунистического поведения покупателей недостаточно знать условия возникновения, также необходимо:

- 1) вести постоянный и полный контроль оплаты;
- 2) вести учет с использованием названия головной организации контрагентов;
- 3) предварительно оценивать кредитоспособность покупателей;
- 4) использовать специализированные программы по учету дебиторской задолженности;
- 5) анализировать структуру дебиторской задолженности в разрезе: покупателей, менеджеров по продажам, сбытовых отделов, структурных подразделений (филиалов) компании, в разрезе ассортимента, сроков дебиторской задолженности и периодов инкассации и т. д.;
- 6) стимулировать оплату товара - применять систему скидок за предварительную оплату товара и механизм увеличения цены в зависимости от срока оплаты;
- 7) внедрять системы оплаты труда работников сбытовых подразделений, стимулирующие их к эффективному управлению дебиторской задолженностью;
- 8) отказываться от клиентов, постоянно задерживающих оплату.

#### Литература

1. Королев, А. И. Тенденции оппортунистического поведения в условиях экономики неравномерности : автореф. ... дис. на соискание канд.- экон. наук / А. И. Королев. - Саратов, 2007.
2. Коуз, Р. Фирма, рынок и право / Р. Коуз. - Москва : Catallaxy, 1993.
3. Меркулова, Е. П. Условия возникновения оппортунистического поведения при заключении и исполнении контракта / Е. П. Меркулова, 2000.
4. Уильямсон, О. Экономические институты капитализма / О. Уильямсон. - Санкт-Петербург, 1996.
5. Чайковская, Ю. Транзакционные издержки в предпринимательском секторе экономики Беларуси / Ю. Чайковская, М. Шукан // Фондовый рынок. - № 11. - 2007.

## СЕКЦИЯ VIII МАРКЕТИНГ

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРОПАГАНДЫ, ПОВЫШАЮЩЕЙ ЭЛЕКТОРАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ МОЛОДЕЖИ

Я. В. Крат, Р. О. Нечипоренко

*Брянский государственный технический университет, Россия*

Научный руководитель Е. Н. Скляр

Цель работы заключается в разработке методических и практических рекомендаций по повышению электоральной активности молодежи при участии в выборах.

Теоретико-методологические основы исследования составили общенаучные и психологические подходы и методологические принципы (целостности и системности, обуславливающие системно-структурный и когнитивный подходы к феноменам, объектам, явлениям, процессам), а также системный междисциплинарный подход, позволяющий использовать теоретические положения организационной психологии, психологии управления, культурной психологии и т. д.

Политические манипуляции массами представляют собой средство достижения определенных целей неким политическим субъектом. Успех на выборах невозможен без значительной общественной поддержки молодежи.

Условия, влияющие на электоральную активность молодежи, можно разделить на внутренние и внешние (таблица).

#### Условия, влияющие на электоральную активность молодежи

Условия	Содержание
Внешние	Зависящие от внешних факторов развития и существования общества и государства
Внутренние	Не зависящие от внешних факторов развития и существования общества и государства

По данным отечественных социологических центров, максимально аполитичны молодые люди с наименьшими доходами. На рис. 1 представлена карта доходов населения в различных субъектах Российской Федерации.



Рис. 1. Денежные доходы в расчете на душу населения

В ходе проведения нашего исследования была выявлена закономерность того, что положительное воздействие на активность электората, в том числе молодежи, оказывают: увеличение доходов, повышение образовательного уровня, становление современной системы профессиональных ролей и структуры занятости. Рис. 2 показывает в некоторой степени зависимость электоральной активности от уровня доходов населения в различных субъектах Российской Федерации. То есть чем выше доход, тем выше явка.



Рис. 2. Явка избирателей на президентских выборах 2008 г.

Существующие в мировой практике технологии воздействия на электорат эффективно ложатся на поведение молодежи. При этом если традиционно личность политика оценивается самим электоратом по трем позициям (профессионализм, безопасность, динамизм), то молодежный электорат имеет свои специфические пристрастия. Взрослая часть электората, как известно, ориентирована, прежде всего, на безопасность, затем на профессионализм. Молодежная часть электората очаровывается динамизмом лидера, ориентируется на его уверенность, оптимизм, а также на профессионализм. В то же время, исходя из личностных особенностей возраста, молодежь имеет специфически выраженные особенности: стремление отстоять свою личность и ценностное отношение к своим личным правам, признание гласности и демократии.

Профессиональный психолог, включенный в работу с молодежью как электоратом, должен искать пути психологического сопровождения молодежи в условиях больших аудиторий, работая с массой, воздействовать на каждого индивидуально, концентрируя внимание на то, что каждый, будучи личностью, должен суметь сделать свой выбор.

Как отмечает ряд специалистов, привлечь к избирательному процессу молодежь не легко, однако, если использовать ряд принципов и приемов, можно не только добиться высокой активности молодежи, но и обратить ее в свою сторону.

Итак, что нужно предпринять и как желательно поступать во время избирательного процесса, чтобы он был интересен для молодежи.

1. Необходимо иметь четко зафиксированную стратегию. Стратегия - документ, в котором содержится вся информация о ваших предстоящих действиях: количество молодых избирателей, планируемых к привлечению на данном избирательном участке, грамотно сформулированные сообщения для них, а также способы донести эти сообщения.

2. Необходимо иметь четко сбалансированный, ограниченный определенной суммой бюджет, потому что большой и, возможно, неограниченный бюджет не должен рассматриваться как самоцель - это только средство ее достижения. В сущности, все пункты обозначенной стратегии избирательной кампании являются структурой бюджета, и если бюджет не имеет границ, он не только приводит к осуществлению совсем необязательных расходов, которые только утяжеляют кампанию, но и покушается на реализацию ранее четко обозначенной стратегии, что делает пропаганду среди молодежи менее эффективной.

3. Необходимо использовать четкое позиционирование кандидата. Для молодежи кандидат, представленный в виде «этакого супермена» с бесчисленным количеством положительных качеств, просто будет неинтересен и непонятен. Нужно фокусировать внимание молодого избирателя на главном, иначе все усилия по его пропаганде будут потрачены впустую.

4. Необходимо помнить, что во время избирательной кампании приходится работать не с реальными качествами кандидата, а с тем, как его воспринимает молодежь. Именно устойчивые во времени восприятие и оценка кандидата молодежью играет первостепенную роль в исходе результата на выборах. Она может значительно расходиться с действительностью, но при грамотном подходе, умении выставить кандидата с праведной стороны позволит закрыть глаза на возможные неблагоприятные поступки или качества подопечного.

5. Однако нельзя забывать, что молодой избиратель - не значит не умный избиратель. Да, в большинстве своем возможности молодежи в получении достоверной информации ограничены, но интуитивно молодой избиратель может заподозрить обман. Поэтому лучше говорить правду и на равных общаться с электоратом. А отсутствие той самой достоверной информации позволит сманеврировать в сложной ситуации - в конце концов, полуправда - лучшая ложь.

6. В связи с двумя предыдущими пунктами напрашивается и следующий - обманывать молодого избирателя, выдавая кандидата за другого, невозможно. Да, можно отвлечь их внимание от отдельных неприятных аспектов, немного изменить, что называется, отредактировать, но переделать кандидата под свою стратегию не получится. Иными словами: несмотря на молодость, люди чувствуют сопутствующий обману (подмене) психологический диссонанс.

7. Всегда нужно отвечать на удары конкурентов - это очень понравится молодому избирателю - слабые и безынициативные кандидаты никогда не станут молодежными кумирами. Отвечать конкурентам нужно без запозданий и адекватно их ударам.

8. Нельзя пытаться понравиться абсолютно всем группам избирателей. Если ставка делается на молодежь, то действия кандидата должны быть в первую очередь направлены на интересы молодого избирателя - здесь не должно быть противоречий (иногда кандидаты вообще забывают об данных молодежи обещаниях - и это полный провал).

9. Необходимо четко расставлять приоритеты в своих действиях, знать: когда и зачем выполнять именно намеченные мероприятия, пытаться постоянно предугадать, что требуется сделать дальше. Только постоянная умственная и физическая активность кандидата может подтолкнуть молодежь голосовать за него.

10. Нужно представлять кандидата в избирательной кампании как светлое будущее молодых избирателей - это особенно актуально именно для молодежи - поистине будущего нашей страны: перечисление былых заслуг, регалий и завоеваний вряд ли подвигнет к голосованию за такого выдвиженца.

11. Следует помнить, что избирательная кампания - системный процесс. Она будет успешна среди молодежи только тогда, когда каждый из команды кандидата будет работать на ее привлечение, а не замыкаться на выполнении своих отдельных функций.

12. Действовать четко и лаконично - молодежь не любит многоплановых действий, хитроумных сообщений и занудных программ. Чем проще и разумнее ход-тем выше итог. Работая на достижение результата, можно забыть разграничить действительность и предлагаемое восприятие кандидата, поэтому нельзя забывать, что если событие воспринимается как реальное, оно реально и по своим последствиям.

### **РАЗРАБОТКА КОММУНИКАТИВНОЙ ПОЛИТИКИ ДЛЯ ОАО «АЙС-ПРОДУКТ» НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ СВОИХ ТОВАРОВ**

**О. И. Сова, С. В. Калуга**

*Брянский государственный технический университет, Россия*

Научный руководитель Е. Н. Скляр

В научной работе рассмотрена деятельность предприятия ОАО «Айс-Продукт», а также разработан комплекс мероприятий по продвижению одного из своих товаров.

Одним из лидеров в г. Брянске и Брянской области по производству замороженных полуфабрикатов является ООО «Айс-Продукт», которое радует своих потребителей великолепным вкусом и качеством на протяжении десяти лет.

Предприятие расположено на территории ОАО «Брянский арсенал», находится по фактическому адресу: г. Брянск, ул. Калинина, д. 98.

В номенклатуре компании «Айс-Продукт» представлено 8 ассортиментных групп: пельмени, блинчики, вареники, овощные смеси, котлеты, сырники, пицца, зразы. Производимая продукция ООО «Айс-Продукт» реализуется в Москве через ЧП Ильину Т. М. «Продукты от Ильиной». Продукция поставляется в Санкт-Петербург, Тулу, Курск, Воронеж, Владимир, Краснодар, Тверь и другие российские города, а также в страны ближнего зарубежья.

При современном ритме жизни спрос на продукты быстрого приготовления растет высокими темпами. Замороженные полуфабрикаты, помогающие существенно сократить время, затрачиваемое на приготовление пищи, пользуются особой популярностью у российских потребителей.

Рост этого рынка будет обеспечиваться, главным образом, изменением стиля жизни потребителей, увеличением спроса на продукты быстрого приготовления, а также дальнейшим повышением качества предлагаемой продукции.

Производством блинчиков данное предприятие занимается с момента его образования. На сегодняшний день ООО «Айс-Продукт» выпускает блинчики по различным ассортиментным группам.

Производство данного продукта набирает свои обороты. В 2007 г. было выпущено 9,8 тыс. упаковок блинчиков на сумму 244,02 тыс. руб., а в 2008 г. выпуск данной продукции возрос на 4 % и составил 10,2 тыс. упаковок на сумму 270,3 тыс. руб. Средняя стоимость упаковки равна 34 руб. Вес упаковки составляет 420 г, в которой помещается шесть блинчиков.

Вся продукция фирмы имеет специальный штрих-код и экологический сертификат, выданный Брянской торгово-промышленной палатой, который соответствует торговой марки производителя. Продукция соответствует установленным ГОСТам.



Для правильного выбора средств коммуникаций в работе проведена сравнительная оценка основных качеств продукции ОАО «Айс-Продукт» и блинчиков фирм-конкурентов, в результате которой были сделаны следующие выводы:

- продукция обладает высоким качеством;
- наблюдается разнообразие ассортимента;
- блинчики продаются в упаковке по 6 штук, что очень удобно для потребителей;
- упаковка блинчиков неяркая.

Для проведения успешной коммуникативной политики необходимо правильно определить получателя информационного сообщения. В связи с этим в работе проведена сегментация рынка для выявления целевых потребителей. Было выделено пять уровней дифференциации, исходя из которых выбраны восемь целевых сегментов: потребители с высоким или средним уровнем доходов, живущие в семье в количестве одного человека, ведущие активный образ жизни или не любящие готовить, для которых причинами покупки является удобство в приготовлении и хороший вкус.

Выбор конкурентной стратегии во многом обуславливает мероприятия, проводимые компанией по продвижению продукции. На основе анализа основных конкурентов, производящих блинчики, ООО «Айс-Продукт» предлагается применить стратегию продуктовой дифференциации, т. е. улучшения качеств и свойства изготавливаемой продукции. В этом случае рекомендуется:

1. Добавлять в блинчики больше начинки, хотя бы 35 %.
2. Расширить ассортимент блинчиков, где глубина ассортимента должна повыситься как минимум с 11 до 17.
3. Улучшить дизайн упаковки.

При использовании стратегии дифференциации необходимо разработать комплекс мероприятий по дифференциации продукта «блинчики» от аналогичной продукции предприятий-конкурентов. К примеру, можно дифференцировать блинчики как единственный продукт, изготавливаемый ручным путем. Конечно же, это приведет к большим затратам. Но, тем не менее, это будет говорить о высоком качестве блинчиков, также такой подход сформирует особое мнение у потребителей - «домашний продукт». Еще можно дифференцировать блинчики по упаковке. Тем более что по результатам анкетирования большинство потребителей считают, что упаковка блинчиков ООО «Айс-Продукт» привлекает внимание только из-за известности бренда «Продукт от Ильиной». Остальная масса считает, что упаковка данного продукта не очень привлекательна и никак не отличается от упаковок аналогичной продукции.

В результате проведенных анализов в работе предложены и подробно рассмотрены следующие меры продвижения:

1. Реклама.
2. Стимулирование сбыта.
3. Ребрендинг.

Также в работе представлен примерный бюджет рекламной компании с июня 2009 г. по июнь 2010 г. При планировании расходов на рекламу учитывались следующие четыре фактора:

- ориентация на целевые рынки;
- жизненный цикл продукта;
- конкуренция и чрезмерное изобилие рекламы;
- удельный вес продукта на рынке.

С учетом вышеперечисленных факторов рекомендуется провести рекламу по телевидению, с целью напоминания потребителям о блинчиках ООО «Айс-Продукт».

Также необходимо организовать показ рекламных роликов на мониторах в супермаркетах и гипермаркетах. Заходя в магазин и выбирая товар для покупки, потребитель всегда обращает внимание как на музыкальное, так и на видеооформление магазина. Посмотрев на рекламный ролик нашей компании, покупатель может поменять свой выбор и приобрести блинчики предприятия «Айс-Продукт». Данное мероприятие дополнительно стимулирует сбыт в местах продаж.

Реклама на радио обеспечивает поддержание осведомленности покупателей о блинчиках нашего предприятия. Хотя этот метод не такой эффективный, как в случае с рекламой по телевидению, но зато название ООО «Айс-Продукт» у потребителей будет всегда «на слуху».

Возможна организация рекламы в специализированных журналах и газетах. Можно предложить написать статью о деятельности организации, о ее планах на будущее, о технологии производства своей продукции, о выпускаемом ассортименте и т. д. в журнале «Совет эксперта». Этот журнал распространяется бесплатно во многих розничных точках. Целью данного мероприятия является также поддержание существующего уровня спроса на продукт.

В настоящее время одним из эффективных методов является наружная реклама. В работе предложено арендовать несколько рекламных щитов в районах города с целью напоминания потребителям о своей продукции, а также разработан пример наружной рекламы.

При организации стимулирования сбыта можно предложить следующее:

- раздача листовок (цель - информирование потенциальных потребителей о продукте, а также напоминание постоянным покупателям о товаре);
- проведение дегустаций и раздача пробных образцов (в работе представлена модель специальных коробочек для раздачи);
- проведение акций (например, можно организовать акцию «Две пачки блинчиков по цене одной» и т. п. с целью дополнительного стимулирования сбыта своего товара).

Пример листовки изображен на рис. 1.



Рис. 1. Листовка для проведения промоакций

При сравнительном анализе блинчиков ООО «Айс-Продукт» с товарами фирм-конкурентов говорилось о блеклости упаковки. В связи с этим рекомендуется произвести частичный ребрендинг продукта - поменять дизайн упаковки и придумать слоган. В работе представлен дизайн новой упаковки, обоснована цветовая палитра, а также придуман слоган, гармонично сочетающийся с оформлением (рис. 2).



Рис. 2. Дизайн упаковки блинчиков ООО «Айс-Продукт»

Таким образом, был проведен анализ коммуникативной политики предприятия, в результате которого были предложены и разработаны меры по продвижению товара. В основном, они направлены на поддержание существующего спроса и увеличение объемов продаж, так как потребители уже хорошо осведомлены о данной продукции, необходимо только им напоминать о совершении покупки, а также о полезных качествах и свойствах товара.

### **ПРОБЛЕМЫ СБЫТА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ЗАРУБЕЖНЫХ РЫНКАХ**

**С. В. Шишло**

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

Научный руководитель С. И. Барановский

Экспорт продукции лесопромышленных предприятий в 2007 г. составил более 1,1 млрд дол. США. Знание об основных рынках потребления позволит предприятиям найти новые рынки сбыта продукции, оценить конкуренцию со стороны национальных производителей и т. д.

Основными мировыми процессами, влияющие на сбыт продукции лесопромышленных предприятий, являются:

1. Снижение спроса на лесные товары-полуфабрикаты в 2008 г. на рынке США и странах Западной Европы за счет резкого снижения темпов роста строительства.

2. Значительный рост цен на нефть в 2007-2008 гг. привел к тому, что отдельные страны начали создавать новые рынки «энергетической древесины». Этот процесс не остановился при значительном спаде цен на нефть, что способствует возникновению сезонных рынков «энергетической древесины» в странах Западной Европы и США.

3. Падение спроса и цен на пиломатериалы при росте цен на пиловочник.

4. Введение Россией налога на экспорт круглой древесины в 2007 г. привело к удорожанию лесных ресурсов и повысило риски для лесопромышленных предприятий.

5. Мировое сообщество перешло к практическим мерам по пресечению нелегальной вырубке лесов, включая введение обязательной сертификации лесов и производимой лесной продукции. К середине 2007 г. площадь сертифицированных в мире лесов достигла 292 млн га.

6. Укрепление позиций Китая в области переработки лесоматериалов. Китай занимает лидирующее положение по импорту круглых лесоматериалов и пиломатериалов лиственных пород.

7. Развитие мирового финансового кризиса привело к снижению объемов потребления продукции лесопромышленного комплекса. Это значительно сказывается

на белорусских лесопромышленных предприятиях (так как 65 % их продукции экспортируется): они будут вынуждены активизироваться в области совершенствования сбытовой политики, формирования новых каналов распределения. В то же самое время в период кризиса появится возможность более выгодно закупать новые технологии и оборудование для переработки лесного сырья.

Рентабельность реализованной продукции лесопромышленных предприятий представлена на рис. 1 [1].

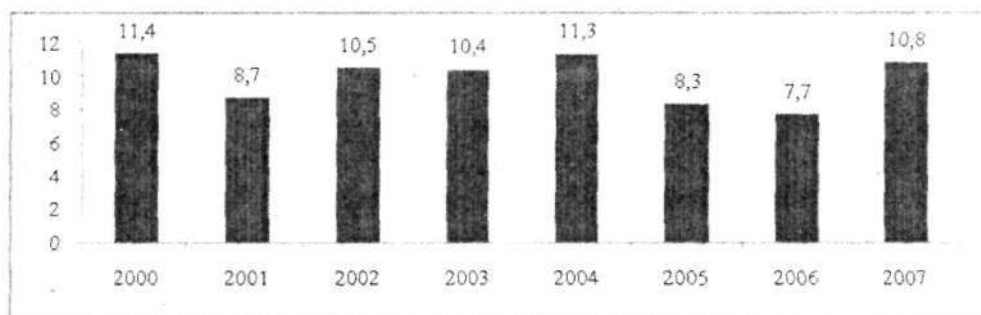


Рис. 1. Рентабельность реализованной продукции лесопромышленными предприятиями

Данные на этой диаграмме показывают снижение рентабельности реализованной продукции в период 2004-2006 гг. Причинами являются использование устаревших технологий и оборудования, низкое качество продукции, низкий уровень обслуживания потребителей, высокие закупочные цены на сырье и материалы и т. д.

К основным товарным группам продукции предприятий лесопромышленного комплекса можно отнести: топливная древесина, необработанная древесина; древесный уголь, пиломатериалы, древесностружечные плиты, древесноволокнистые плиты, фанера, тара из древесины, столярные изделия, масса из древесины, картон, бумага, мебель. Проанализируем рост экспорта по отдельным из групп и странам.

В группу «топливная древесина» входят следующие позиции: древесина топливная в виде бревен, поленьев, сучьев, вязанок хвороста, щепа, опилки, топливные гранулы и брикеты. Данные об экспорте этой товарной группы представлены на рис. 2.

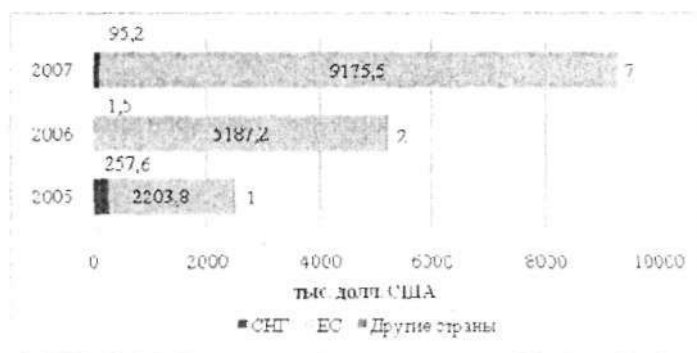


Рис. 2. Объем экспорта топливной древесины

В этом сегменте производства наблюдается увеличение объема экспорта за рубеж. Темп роста экспорта продукции за период с 2005 по 2007 г. равен 376,5 %, обусловленного темпом роста экспорта продукции в страны ЕС (416,3 %). Это связано с

тем, что правительства стран ЕС активно поощряли использование альтернативных источников энергии.

Данные об экспорте необработанной древесины представлены в таблице.

Страны	Год				
	2005	2006		2007	
	Товарная продукция, тыс. дол. США	Товарная продукция, тыс. дол. США	Темп роста к предыдущему году, %	Товарная продукция, тыс. дол. США	Темп роста к предыдущему году, %
Всего	61668	58645,7	95,1	124598,8	212,5
СНГ	15267,4	13375,8	87,6	17570,7	131,4
ЕС	–	45238,7	–	106970,8	236,5
Другие страны	46400,6*	31,2	–	57,3	183,7

\*Данные включают экспорт в страны, не входящие в СНГ.

Основными потребителями необработанной древесины являются Россия, Латвия, Литва, Польша. При этом наблюдается значительный рост потребления в таких странах, как Польша (темп роста в период с 2005 по 2007 г. равен 696,7 %), Литва (темп роста равен 502 %), Латвия (темп роста равен 344,8 %). Большая часть необработанной древесины перерабатывается на территории этих стран, а часть необработанных лесоматериалов экспортируется этими странами далее.

Динамика изменения экспорта фанеры, ДВП, ДСП представлена на рис. 3.

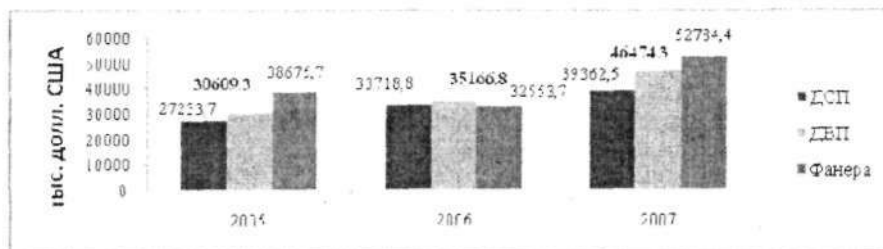


Рис. 3. Динамика экспорта ДВП, ДСП, фанеры

Из рисунка видно, что в период с 2005 по 2007 г. наблюдается тенденция увеличения экспорта этих групп продукции. Основными странами-потребителями ДВП и ДСП являются страны СНГ, фанеры - страны ЕС. При этом экспорт ДСП и ДВП в страны ЕС незначителен, что зависит от следующих факторов:

- низкое качество выпускаемой продукции;
- большой спрос на выпускаемую продукцию в странах СНГ (в частности Россия).

Следующей значительной товарной группой лесопромышленных предприятий является тара из древесины. По этой группе в период с 2005 по 2009 г. наблюдался рост объемов экспорта (162,6%). Основными потребителями продукции являются страны ЕС (в частности Германия и Нидерланды).

Значительную долю в экспорте лесопромышленных товаров занимают картон и бумага. Суммарно экспорт этих двух групп в 2007 г. составил около 267 млн дол. США.

Основными потребителями являются страны СНГ (Россия, Казахстан, Украина) и прибалтийские страны (Литва, Польша, Латвия). Темпы роста объемов экспорта в 2007 г. превышали 110 % (кроме Казахстана - 92 %), а в Польшу темп роста экспорта превысил 200 %.

Особое внимание стоит уделить экспорту мебельной продукции лесопромышленными предприятиями. Суммарный экспорт в 2007 г. составил 382,18 млн дол. США. Наиболее крупными потребителями продукции являются страны СНГ (317,25 млн дол. США). Из стран СНГ основными потребителями продукции являются Россия, Казахстан, Украина, темпы роста объемов экспорта в 2007 г. у них соответственно равны 130, 149 и 190 %. Наиболее крупными потребителями продукции в Западной Европе являются Германия (потребление 19,250 млн дол. США), Франция (потребление 16,485 млн дол. США), Венгрия и Бельгия.

Основными потребителями продукции лесопромышленных предприятий являются страны СНГ и ЕС. Среди стран СНГ крупнейшим потребителем продукции является Российская Федерация, Казахстан, Украина. В странах СНГ сегодня наблюдается недостаток средств у потребителей продукции лесопромышленных предприятий, при этом лесопромышленный комплекс России в период с 2007 по 2008 г. накопил производственные мощности по производству лесных полуфабрикатов. Исходя из этих факторов и слабой логистической системы доставки, хранения и распределения продукции лесопромышленных предприятий белорусские лесопромышленные предприятия вынуждены сократить экспорт в страны СНГ.

Основной экспортируемой продукцией лесопромышленных предприятий в страны ЕС являются сырье и товары-полуфабрикаты. При этом наблюдается снижение объемов переработки продукции лесного сырья, снижение объемов строительства в этих странах.

Все это приведет к значительному сокращению объемов экспорта 2009 г. в основные страны-потребители продукции лесопромышленных предприятий, что вынуждает их искать новые рынки сбыта на тех рынках, на которых они не присутствовали или объем сбыта был минимален.

#### Литература

1. Статистический ежегодный сборник Республики Беларусь 2008 г. / М-во статистики Респ. Беларусь ; сост.: В. И. Зиновский [и др.]. - Минск, 2004. - 600 с.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

В. П. Бутковская

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель С В. Глубокий

В настоящее время в сети Интернет сложилась напряженная ситуация между производителями и потребителями, которая связана с тем, что маркетинговые коммуникационные связи не налажены. Очень часто потребитель не находит интересующую его продукцию либо услугу, а продавец не может донести информацию до целевого потребителя. Решить эту, а также многие другие задачи и призван интернет-маркетинг, который посредством рекламы позволяет соединить потребности покупателей с предложениями продавцов воедино.

Следует отметить, что реклама в Интернете, как правило, имеет двухступенчатый характер (рис. 1).

Реклама в Интернет						
Пассивная реклама						Активная реклама
Баннерная реклама	Контекстная реклама	Реклама в блогах	Реклама в социальных сетях	Почтовая рассылка	Другие виды	Веб-сайт
36%	56,6%	2%	2,4%	2,5%	0,5%	

Рис. 1. Двухступенчатый характер рекламы

Первым звеном воздействия является внешняя реклама: баннерная реклама, контекстная реклама, реклама в блогах, реклама в социальных сетях, почтовая рассылка и другие виды рекламы, размещаемые на популярных и тематических сайтах. Все это воздействие принято называть пассивной рекламой, поскольку она не находится под контролем пользователя. Пользователь видит рекламу как следствие взаимодействия с сайтом, на котором она размещена.

Вторым звеном рекламы в Интернете является веб-сайт, на который пользователь попадает в результате непосредственного взаимодействия с рекламным объявлением. Переходя по рекламной ссылке, пользователь совершает обдуманное действие, поэтому подобную рекламу можно назвать активной. Если рассматривать веб-сайт как средство рекламы в Интернете, то он может выполнять как функции стимулирования сбыта, так и функции имидж-рекламы. Наряду с тем, что через сайт может непосредственно осуществляться сбыт товаров, он всегда является одним из средств осуществления контакта с потребителями продукции или услуг фирмы, поэтому качество его выполнения и уровень реализации всех его функций является одним из важнейших элементов коммуникативной политики в Интернете.

Классификацию средств интернет-маркетинга можно представить в виде таблицы.

### Классификация средств интернет-маркетинга

Средство	Задачи	Особенности	Применение
Баннерная реклама	Распространение или усиление имиджа товара и фирмы, усиление доверия к товару и фирме	Больше привлекает внимание пользователей, т. к. используется графическая анимация. Меньшее количество пользователей переходят на веб-сайт с такого вида рекламы. Дешевле, чем контекстная	Подойдет для новых компаний, которые хотят повысить узнаваемость своего продукта или торговой марки, а также для компаний со скромным рекламным бюджетом
Контекстная реклама	Увеличение объемов продаж, привлечение посетителей на веб-сайт компании	Показывается именно тем пользователям, которые заинтересованы в конкретной информации (например вместе с результатами поискового запроса или на тематических ресурсах). Требует больших финансовых затрат, чем баннерная	Для фирм, готовых потратить достаточно средств на рекламу, а также для компаний, осуществляющих продажи через Интернет

Средство	Задачи	Особенности	Применение
Сайт-визитка и презентационный сайт	Реклама продукции и услуг, создание имиджа компании	Содержат общую информацию о фирме, прайс-лист, реквизиты, план проезда и т. п. Не требуют больших капиталовложений, приносят ощутимый результат. Дизайн шаблонный или уникальный, сайт состоит из нескольких страниц в формате html, shtml, htm	Для фирм малого и среднего бизнеса, на начальном этапе выхода в Интернет
Представительский и корпоративный сайт	Полная автоматизация деятельности фирмы	Сложные по структуре и функциональным возможностям с большим количеством информации. Могут содержать различные коммуникационные сервисы (с возможностью персонализации) для общения с сотрудниками, клиентами и партнерами – электронный обмен документами EDI, быстрое формирование заказа с учетом истории переговоров с данным контрагентом, on-line переговоры и пр.	Для больших компаний с большой клиентской базой, разветвленной дилерской сетью и т. д. Для компаний, активно использующих Интернет для развития своего бизнеса
Интернет-магазин	Продажа товаров через Интернет; автоматизация бизнес-процессов	Позволяет заказать и получить товар, не выходя из дома. Дает возможность содержать небольшой штат сотрудников и при этом торговать и работать как полноценный магазин	Для компаний, продукция которых может быть реализована через Интернет
Информационный портал	Объединение большого объема информационных ресурсов; доступ к различным внутри-корпоративным приложениям	Сложное программное решение и модульность структуры, качественный дизайн, удобная навигация. Высокая посещаемость и предоставление хороших возможностей для организации продаж, проведения PR-акций, брэндинга и других маркетинговых мероприятий	Для компаний, которые предоставляют услуги, связанные со значительными информационными потоками (разнообразные СМИ, контент-проекты и т. д.)

Из представленной таблицы видно, что фирма может выбрать то или иное средство интернет-маркетинга в зависимости от поставленных целей и задач. От правильности выбора зависит экономическая эффективность проводимой рекламной компании в сети Интернет.



В зависимости от целей и задач рекламной кампании в качестве критериев ее эффективности могут выступать различные показатели (рис. 2).



Рис. 2. Классификация критериев эффективности рекламной компании в сети Интернет

После оценки экономической эффективности рекламной компании очень важно сделать правильные выводы и разработать комплекс мероприятий по устранению узких мест и недочетов, которые вызвали снижение результативного показателя.

## СОСТОЯНИЕ РЫНКА КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**И. А. Кожевникова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. Л. Соловьева

Рынок деловых услуг в последнее время является одним из самых быстро развивающихся в мире. Его рост составляет 15-20 % в год, что в 2-3 раза превосходит темпы развития рынков наукоемкой продукции и потребительских услуг.

Мировая практика показывает, что уровень зрелости рыночной инфраструктуры, в частности сегмента деловых услуг (бизнес-услуг, консалтинга), во многом определяет темпы развития экономики.

Особенно остро ощущается потребность в консалтинговых услугах в переходный период, в период новых реформ, а также на сегодняшний момент - в период преодоления последствий финансово-экономического кризиса.

С точки зрения маркетинга консалтинг представляет собой процесс взаимодействия субъектов рынка с целью создания дополнительной потребительской ценности посредством использования научно-технических и организационно-экономических инноваций.

Обращение за высококвалифицированной помощью консультанта позволяет клиенту не только сэкономить собственные средства, но и получить высокопрофессиональную качественную услугу в максимально короткий период.

Оценить перспективы развития белорусского рынка бизнес-услуг и услуг управленческого консалтинга (УК) можно путем сопоставления показателей роста

этого вида услуг в странах Европы, США, а также в России и Украине в 2007 г. Наиболее общими макроэкономическими показателями, характеризующими степень развитости управленческого консалтинга и уровень конкуренции в этой среде, являются консультантовооруженность и консультантоемкость.

Показатель консультантовооруженности экономики показывает численность населения страны (региона), приходящегося на одного консультанта. Чем меньше этот показатель, тем выше конкуренция в сфере консалтинга (табл.).

Под консультантоемкостью экономики понимается доля сферы консалтинга в общем объеме ВВП.

#### Характеристика рынка управленческого консалтинга в 2007 г.

Страна (регион)	Показатели рынка управленческого консалтинга		
	Консультантовооруженность, чел. на 1 консультанта	Численность консультантов, тыс. чел.	Консультантоемкость, %
США	4 500	66	1,12
Европа	1440	315	0,58
Россия	-	-	0,154
Украина	4 700	10	0,6
Беларусь	4 000	2,3	0,012

На основании данных таблицы можно констатировать, что такой показатель, как консультантовооруженность, в нашей стране является удовлетворительным, однако консультантоемкость крайне низка. Учитывая особенности состояния национальной экономики, необходимо повышать роль производства консалтинговых продуктов в формировании ВВП.

К сожалению, спрос на консалтинговые услуги в нашей республике растет крайне медленно. Причем обращаются в основном те предприятия, где дела идут неплохо (концерн «Белнефтехим», ГП «Белтрансгаз»). По данным социологического опроса, из 130 руководителей белорусских предприятий различных форм собственности только 17 % постоянно используют консалтинговые услуги.

Среди потенциальных клиентов консалтинговых фирм бытует такое мнение, что обращение к профессиональному консультанту - это нерациональная трата денежных средств, поскольку ни один консультант не может знать все особенности и подводные камни конкретного бизнеса лучше, чем сам руководитель данного бизнеса.

Следовательно, при продвижении консалтинговых услуг на рынке необходимо, преодолевая данный стереотип, развивать систему информирования о рыночных преимуществах привлечения квалифицированных консалтинговых компаний.

В европейской практике существует 84 вида консалтинговых услуг. У нас же востребованными являются пока только 20.

В настоящее время в Беларуси наиболее развиты следующие услуги: аудиторские (внешний финансовый аудит), бухгалтерские и образовательные, по оценке имущества и составлению бизнес-планов, юридические услуги, информационно-маркетинговые, по проектированию, созданию и внедрению информационных систем (ИТ-консалтинг), проектно-инвестиционное консультирование, кадровый консалтинг. Наиболее структурированными являются рынки страховых, банковских и финансовых услуг, оказываемых организациями банковского сектора и специализированными страховыми организациями.

В Беларуси едва ли наберется десяток компаний, оказывающих полный комплекс консалтинговых услуг. Доминируют специализированные компании.

Сегодня в нашей стране имеется шесть консалтинговых компаний-лидеров и ряд специализированных фирм. К этой «шестерке» относятся Deloitte&Touche и Ernst&Young, Mercuri International (белорусское представительство широко известной международной компании), Бизнес-школа Института приватизации и менеджмента (ИПМ), Центр «Конкордия», консалтинговая группа «Здесь и сейчас».

Бухгалтерский учет, аудит, налогообложение и сделки по приватизации - основная сфера деятельности компаний Deloitte&Touche и Ernst&Young в Беларуси, хотя они предлагают и управленческое консультирование.

Каждая из этих компаний имеет свою специализацию. Так, «Здесь и сейчас» - это кадровый консалтинг, а также юридические консультации по вопросам авторского права, коучинг и бизнес-тренинги. Бизнес-школа ИПМ - тренинги и консультации по вопросам стратегического менеджмента, сбыта и маркетинга, управления, а также программы профессиональной подготовки менеджеров и международные бизнес-образовательные программы. «Конкордия» специализируется, главным образом, на внутрикорпоративных тренингах и консалтинге по самому широкому спектру проблем, связанных с организацией и управлением на предприятии. Mercuri International - это бизнес-тренинги с ярко выраженным доминированием темы рыночных коммуникаций, ведения продаж, а также процессное консультирование, включающее вопросы руководства продажами и влияния на рынок.

На рынке консалтинговых услуг Гомельской области основными лидерами являются: базовый центр поддержки предпринимательства по Гомельской области ЗАО «Гомельский бизнес-инновационный центр», РУП «Центр научно-технической и деловой информации», «Региональный центр маркетинга и конъюнктуры цен», «Региональное агентство экономического развития». Однако основную конкуренцию для данных фирм составляют вышеупомянутые столичные компании. Минск является главным «бизнес-центром» страны и составляет наибольшую конкуренцию для региональных консалтинговых фирм. В регионах сосредоточено лишь порядка 9 % подобных организаций. Поэтому рынок консалтинговых услуг нельзя рассматривать обособленно от столичного рынка.

Столичные же компании, охватывающие рынок консалтинга не только г. Минска, но и претендующие на региональные рынки, максимально полно используют арсенал продвижения своих услуг. У всех крупных консалтинговых компаний в республике есть свои информационно насыщенные сайты, которые обеспечивают возможность дистанционного оказания консалтинговых услуг. Кроме того, данные компании практикуют регулярные публикации в СМИ, выступление на радио, телевидении, организацию конференций, выполнение госзаказов, спонсорство, в том числе информационное. В арсенале продвижения гомельских консалтинговых компаний на 100 % использован лишь такой источник, как бизнес-справочники, остальные инструменты продвижения задействованы не более чем на 10 %. Таким образом, потенциал маркетологов на данном рынке огромен. Однако, по своей природе консалтинговые услуги не являются услугами массового спроса, и поэтому они не нуждаются в массовой рекламе. Крупные консалтинговые компании практически не дают прямой рекламы, не проводят активные маркетинговые программы, не являются ньюс-мейкерами, не проводят промоакций. Лишь некоторые практикуют имиджевую рекламу.

При этом почти все сделки по продаже услуг заключаются консультантами и руководителями, а не маркетологами. Более того, большая часть клиентов приходит по рекомендациям удовлетворенных клиентов.

Следовательно, успех политики продвижения обеспечивает во многом качество оказания самой услуги. И при позиционировании и продвижении консалтинговой компании на рынке маркетологами должны быть четко сформулированы ключевые конкурентные преимущества данной компании.

Детерминирующие параметры, отвечающие потребительским предпочтениям и ожиданиям, формируют бренд консалтинговой компании, закрепленный в сознании целевой аудитории как один из лучших сервисных продуктов рынка.

В продвижении консалтинговых услуг важен комплексный подход, который предполагает реализацию следующих мероприятий: регулярная публикации «мнений эксперта» в СМИ, на сайтах и электронных рассылках (в частном случае - ведение своей рубрики); участие в работе различных совещательных органов (комиссий, консультативных советов, «круглых столов» и т. п.); спонсорство (различные формы, в том числе: информационное спонсорство, бесплатное обучение и т. п.); выполнение госзаказов; участие в выставках; общение на корпоративных мероприятиях; создание качественного Internet-форума, на котором обсуждается множество профессиональных задач; организация конференций, «круглых столов», мастер-классов; обучение вечерников и заочников в вузах, а также на факультетах повышения квалификации, где обучаются практикующие специалисты; издание собственных журналов, бюллетеней; создание информационно-насыщенного сайта.

Кроме того, возможно использование креативных методов «партизанского» маркетинга.

Таким образом, консалтинговые услуги не являются услугами массового спроса, основное их продвижение обеспечивают сами руководители, консультанты и удовлетворенные клиенты. Однако маркетинг данного вида услуг является не просто дополнительным центром затрат консалтинговой компании, а напротив, важным незаменимым звеном в цепочке образования прибыли. Для реализации продвижения консалтинговых услуг важно использовать комплексный подход, избегая стандартных методик и добавляя креативные идеи эффективного продвижения.

## ОТНОШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ К СОЦИАЛЬНОЙ РЕКЛАМЕ

А. О. Наумчик

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Р. А. Лизакова

В Республике Беларусь социальная ответственность организаций проявляется преимущественно в таких видах деятельности, как спонсорство и благотворительность. Однако в мировой практике широко используются более эффективные инструменты, позволяющие создать прекрасный новостной повод для работы со средствами массовой информации и осуществления PR-деятельности организации.

Широкое развитие получают различные программы в рамках социально ориентированного маркетинга. Они помогают создать «систему ценностей» организации или торговой марки, позволяют обеспечить вовлеченность конечных потребителей либо в процесс создания и продвижения товара, либо в общественно значимый проект: в итоге это значительно повышает позитивное отношение покупателей к организации и побуждает их совершать покупки.

Целью исследования является выявление особенностей социально ориентированных программ, а также отношения потребителей к социальной рекламе.

У программ социально ответственного маркетинга существует ряд особенностей, отличающих их от стандартных промоакций.

Во-первых, цели и задачи социально ориентированной программы долгосрочны, поэтому они больше подходят для формирования лояльности потребителей. Краткосрочная задача увеличения продаж «здесь и сейчас», как правило, не стоит.

Во-вторых, появляются особенности в разработке креативной стратегии:

1) разрабатывается не только концепция продвижения торговой марки в рамках программы, но и наиболее эффективный способ решения социальной проблемы;

2) информация о торговой марке должна быть очень мягко и ненавязчиво использована в коммуникации. В противном случае это может вызвать раздражение общественности эксплуатацией действительно важной проблемы в целях бизнеса;

3) креативная концепция социально ориентированной программы должна отражать идею, которую можно будет развивать в дальнейшем (через 2, 3 или 5 лет). Для обычных промоакций такое требование встречается крайне редко, в то время как для социально ответственной программы - это действительно очень важно, так как ее краткосрочность может вызвать скептическое отношение к ней потребителей;

4) существует отличие в акцентах и способах донесения информации. В рамках обычных акций акцент в креативной стратегии делается на рациональные и эмоциональные выгоды товара, а при разработке социально ориентированной программы - на возможность получения потребителем более высоких (духовных) выгод (удовлетворение потребности в самореализации).

Наиболее распространенная механика социально ориентированных программ такова: в рамках ограниченной во времени программы организация заявляет, что часть денег от продажи товара или услуги пойдет на социально значимое дело. С каждой сделанной в рамках программы покупки организация осуществляет отчисление в размере определенной доли от стоимости товара или услуги на решение выбранной проблемы. Этот вклад уже включен в стоимость товара или услуги. Цена товара для потребителя не увеличивается. Дополнительная прибыль достигается за счет увеличения объема продаж, однако это не самое главное. При проведении подобных программ потребитель, как член общества, удовлетворяет свою заинтересованность в повышении общего уровня жизни и сглаживании наиболее острых социальных проблем. Делая доброе дело, да еще без дополнительных затрат, человек чувствует себя лучше. Организация вознаграждается не только тем, что о ней создается благоприятное общественное мнение - растет уровень узнаваемости ее марки и лояльность клиентов и, как следствие, улучшаются финансовые показатели.

Еще одно отличие - в сроках их подготовки. В силу того, что в них задействованы государственные организации, процесс согласования и получения необходимых разрешений может затянуться. К тому же в такой программе принимает участие большее количество организаций, что также увеличивает время подготовки.

При разработке социально ориентированных программ необходимо более детально продумывать и планировать возможные риски и последствия, поскольку в их проведение вовлекается общество и это посягательство на его ценности.

В отличие от обычных акций социально ориентированные программы чаще проходят как самостоятельные, и для их проведения не требуется большого количества сотрудников.

В Республике Беларусь социально ориентированный маркетинг в основном проявляется в виде социальной рекламы в СМИ. Было проведено исследование

«Оценка населением г. Гомеля социальной рекламы и пути повышения ее влияния на общественное сознание жителей». Данное исследование показало, как гомельчане относятся к социальной рекламе в целом, какие ее сюжеты горожанам запомнились больше всего, как они оценивают качество социальной рекламы, по каким каналам информации, по их мнению, она должна распространяться, нужна ли она вдоль проезжей части дорог.

В опросе, который проходил в июне-декабре 2008 г. в Гомеле, приняли участие 100 человек различных половозрастных и образовательных групп из разных районов города. Как показали ответы, жители Гомеля в целом лояльны к социальной рекламе как способу передачи общественно значимой информации. 51,7% опрошенных сказали, что социальная реклама - это то, «над чем стоит задуматься и, возможно, принять как руководство к действию». 33,3 % полагают, что это «информация, которая может быть полезной и интересной».

В целом горожане склонны рассматривать социальную рекламу как реальный инструмент позитивного влияния на массовое сознание. 45,6 % опрошенных считают, что «главное в такой рекламе, чтобы она решала какую-то насущную проблему, соответствовала важной для общества теме». 33,9 % полагают, что важнейшая характеристика социальной рекламы - это «быть убедительной, чтобы человек захотел сделать что-то хорошее».

На вопрос «Где, по-вашему, прежде всего следует размещать социальную рекламу, чтобы от нее была реальная польза?» респонденты наибольшим количеством голосов выделили телевидение (79,9 %), общественный транспорт (65,9 %), СМИ (43,6 %) и билборды (37,1 %). На радио и Интернет пришлось только по 11 %.

Относительно рекламы в общественном транспорте. 44,3 % считают, что в рекламе встречается интересная либо полезная информация. 37,3 % отметили, что реклама в общественном транспорте «иногда нравится, иногда не очень: все зависит от настроения»; 12,3 % «практически не обращают внимания: главное - быстро доехать» и 6,1 % считают, что реклама «слишком бросается в глаза, «пестрит» и утомляет». Можно сделать вывод, что большинство жителей города в целом лояльно относятся к рекламе в общественном транспорте и не против, чтобы она присутствовала там и в дальнейшем.

Что касается размещения рекламы вблизи проезжей части, как коммерческой, так и социальной, то более половины респондентов относятся к этому отрицательно (51,4 %). В ее защиту отдали свои голоса только 28,1 % опрошенных, а 17,1 % ответили, что им безразлично.

Если делать анализ этой проблемы с учетом того, что не все респонденты водят автомобиль, то 83,9 % непосредственно автомобилистов из числа опрошенных отнеслись к размещению любой рекламы вблизи от проезжей части отрицательно, только 13,9 % - безразлично и 2,2 % - положительно.

Если же сравнивать оценки социальной и коммерческой рекламы, то последняя нравится больше социальной 22,1 % респондентов, в обратном соотношении - 19,5 %, оба вида нравятся примерно одинаково 18,8 % опрошенных, а 39,6 % - вообще никакая не нравится.

В ходе социологического исследования жителей просили припомнить социальную рекламу, которая им особенно понравилась. Тематическая группировка упомянутых респондентами социальных посланий и частота упоминаний содержательно сходных образцов определили рейтинговую позицию (таблица).

**Рейтинг и частота упоминания социальных посланий**

Рейтинговая позиция	Тематические блоки социальных рекламных посланий	Процент упоминаний
1	Дети-сироты (усыновление, поддержка)	32,4
2	Реклама против торговли людьми	31,9
3	Культура и история своего города, своей страны	29,0
4	Безопасное поведение на дороге (и водителей и пешеходов, фликеры в том числе)	28,5
5	Здоровый образ жизни, занятие физкультурой, отказ от вредных привычек	28,3
6	Реклама против СПИДа	27,0
7	Защита природы, экологически безопасное поведение	26,6
8	Профилактика квартирных и карманных краж	12,8
9	Культурное поведение в общественных местах (в том числе чистый город)	12,6
10	Тема «За Беларусь!» в различных вариациях	11,6
11	Бережное отношение к воде и электроэнергии	,1
12	Профилактика пожаров	9,8
13	Гармоничные отношения в семье (забота о родителях и детях)	7,5
14	Уважительное отношение к пожилым людям и инвалидам	4,2
15	Реклама социально значимых профессий: учителя, врачи, милиционеры, сотрудники МЧС	2,7

Социальная реклама представляет общественные и государственные интересы и направлена на достижение благотворительных целей. Социальная реклама, как и любая другая, живет и работает в трехмерном пространстве - пространстве формирования представлений, отношений и действий. Но, в отличие от иных образцов рекламной индустрии, формирует представление не о товаре, а о вполне конкретной общественной проблеме, о путях ее решения, о социально полезном и социально безопасном поведении. И, соответственно, способствует формированию вполне определенного отношения к этой проблеме, а также к вариантам и способам ее решения. И вполне закономерно содержит мотивацию к совершению нужного или желаемого действия, но не интровертивного, направленного на удовлетворение частных или индивидуальных потребностей человека, а действия социально полезного.

### **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ - ЗАЛОГ УСПЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ**

**А. А. Шустова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

В современных быстроменяющихся социально-политических и экономических условиях перед предприятием, действующим в условиях рынка, стоит задача обеспеченности не только выживаемости, но и непрерывного развития, реализации сво-

его потенциала. Предприятие вынуждено постоянно искать, интегрировать, применять, обновлять ресурсы, процессы и знания. И источником его успеха является как можно более быстрое распознавание изменений во внешнем окружении, их исследование и адаптация к ним.

Сегодня считается достижением, если руководитель предприятия умеет организовывать и проводить «мозговой штурм» горячей проблемы, выполнять SWOT-анализ, строить «дерево целей». Организация системы стратегического планирования на предприятии становится жизненной необходимостью. Внешняя среда меняется настолько быстро, что одних только оперативных мер по адаптации организации к новым реалиям уже недостаточно.

Однако большинство руководителей отечественных предприятий концентрируют свои усилия на решении текущих задач, оперативном уровне управления и, соответственно, на краткосрочном горизонте планирования. Вопросы перспективного развития нередко оказываются вне хозяйственной деятельности. Поэтому условием выживания предприятия в длительной перспективе является разработка и реализация модели стратегического развития, адекватной конъюнктуре рынка, конкуренции, собственным ресурсным возможностям.

Так, модель представляет собой объект или идею в форме, отличной от самой целостности. Главной характеристикой модели можно считать упрощение реальной жизненной ситуации, к которой она применяется. Поскольку форма модели менее сложна, она зачастую повышает способность руководителя к пониманию и разрешению встающих перед ним проблем.

Единой модели, используемой для стратегического планирования, нет. Можно выделить несколько из них, представленных основными школами, которые имеют свои достоинства и недостатки.

Основной базовой моделью разработки стратегического плана принято считать модель Гарвардской школы бизнеса, лидером которой считается К. Эндрюс. Согласно этой модели процесс стратегического планирования представляет собой некую точку пересечения выявленных возможностей и угроз внешней деловой окружающей среды и сильных и слабых сторон ресурсного потенциала предприятия.

Согласно модели формирования стратегического плана, предложенной И. Ансоффом, процесс стратегического планирования начинается с определения первоначальных целей развития предприятия, которые являются реакцией на внешние сегменты. В соответствии с этими целями проводится анализ и оценка ресурсного потенциала предприятия и внешней деловой окружающей среды.

Модель Г. Стейнера рассматривает стратегию развития предприятия как результат контролируемого, осознанного процесса формального планирования, разбиваемый на отдельные шаги, которые схематически изображаются в виде контрольных таблиц.

В модели М. Портера моделирование и планирование уступили место детальному анализу, особенно конкурентному и отраслевому. Задачей разработчика стратегии становится, используя анализ, выбрать лучшую из возможных для предприятия, чтобы менеджеры могли ее внедрить.

Так, разработка и реализация модели стратегического развития - чрезвычайно ответственная задача. Ее успешное решение возможно только при выстраивании четкой цепочки действий по проработке всего комплекса работ, предшествующих и сопутствующих разработке модели стратегического развития, ее реализации и актуализации для достижения необходимого результата.



На современном этапе развития экономики задача состоит в том, чтобы добиться значительного повышения эффективности производства, ускорения НТП и роста производительности труда, улучшению качества продукции, расширения ассортимента выпускаемых товаров. Поэтому при разработке стратегии предприятие по производству молочных продуктов должно ориентироваться, прежде всего, на:

- усиление маркетинговой работы по освоению новых видов молочной продукции и их выпуска, по развитию товарных рынков;
- исследование своей продукции с целью определения потребностей рынка;
- изучение потребителей, выявление покупательских предпочтений.

Молочная отрасль, как и все отрасли народного хозяйства Республики Беларусь, входит в рынок, принимая атрибуты рыночной экономики. Однако стратегии предприятий молочной отрасли обладают специфическими чертами, что вытекает из особенностей рынков и особенностей спроса и предложения, а также цен на продукцию. Эти черты влияют на рыночную ситуацию, поведение товаропроизводителей, функционирование рынка молочной продукции и смежных отраслей и, соответственно, на выбор стратегии.

В настоящее время перед производителями молочной продукции стоит проблема разработки стратегии их дальнейшего развития. Предприятия должны ориентироваться на стратегии, которые повлияют на законы конкуренции в отрасли в выгодном для них направлении и обеспечат сильную надежную позицию, гарантирующую успех в конкурентной борьбе.

Таким образом, предприятие без ясной и эффективной стратегии развития - это не бизнес, а набор активов, отягощенных обязательствами. Для того чтобы не только выжить, но и усилить свои конкурентные позиции на рынке, необходимо заниматься разработкой стратегии развития предприятия на профессиональном уровне.

Поэтому весь комплекс работ по разработке и внедрению стратегии развития предприятия можно условно разбить на следующие этапы:

- анализ привлекательности молочной отрасли;
- оценка конкурентной позиции предприятия в отрасли;
- финансовая оценка стратегических альтернатив;
- формирование образа будущего предприятия, разработка стратегических целей и задач и мероприятия по внедрению стратегии.

Ключевое место в анализе привлекательности молочной отрасли отводится изучению конкурентной борьбы, определению ее источников и оценке конкурентных сил. Для этих целей можно использовать модель движущих сил конкуренции М. Портера. Оценка влияния каждой движущей силы на общий уровень интенсивности конкуренции в отрасли проводится на основе балльно-экспертной шкалы.

Следующим направлением анализа привлекательности молочной отрасли является определение стадии ее развития. К числу основных критериев при этом относятся показатели, характеризующие темпы роста, потенциал отрасли, эволюцию [продуктов и технологии.

На базе сопоставления полученных результатов можно оценить уровень инвестиционной привлекательности отрасли.

На следующем этапе оценивается конкурентная позиция предприятия в молочной отрасли. Часто для этих целей используется инструментарий SWOT-анализа, результатом проведения которого является развернутая классификация факторов внешней и внутренней среды.

SWOT-анализ позволяет сформулировать перечень стратегических действий, направленных на усиление конкурентных позиций предприятия и его развитие. Для оценки конкурентной позиции предприятия также используется бенчмаркинг, позволяющий дать сравнительный анализ ключевых факторов успеха анализируемого предприятия с его основными конкурентами. Как правило, сравнительный анализ проводится по таким параметрам, как рыночная доля, качество продукции, цена продукции, технология производства, себестоимость и рентабельность выпускаемой продукции, объем продаж, каналы сбыта продукции и др.

Результаты проведенных SWOT-анализа и бенчмаркинга позволяют провести полномасштабную и достаточно объективную оценку конкурентной позиции предприятия в отрасли.

Важным этапом комплекса работ по разработке стратегии развития предприятия является оценка стратегических альтернатив его развития. Крайне важно хотя бы укрупненно оценить последствия, в том числе финансовые, наиболее вероятных направлений своего развития.

Обычно финансовая оценка стратегических альтернатив проводится на основе специально разработанной компьютерной модели, построенной с учетом специфики бизнеса предприятия, сложившихся тенденций развития отрасли, существующих угроз, возможностей и ограничений.

Финансовая модель позволяет проводить многовариантные расчеты различных сценариев развития предприятия и реализации отдельных проектов, оценивать их финансовую эффективность, экономическую целесообразность, а также анализировать влияние различных параметров внешней и внутренней среды на финансовую устойчивость предприятия и результаты его деятельности.

При проектировании образа будущего развития предприятия необходимо учитывать тенденции развития отрасли, изменения конъюнктуры спроса и предложения, сильные и слабые стороны предприятия, имеющие возможности и угрозы и множество других факторов, воздействующих на внутреннюю и внешнюю среду.

Следующим этапом комплекса работ по разработке стратегии развития предприятия является этап стратегического целеполагания. На этом этапе происходит качественная конкретизация образа будущего и формируется перечень долгосрочных ориентиров развития предприятия, которые могут включать в себя такие направления, как долгосрочные ориентиры по снижению издержек производства, увеличение доли на внутреннем и внешнем рынках, снижение давления поставщиков сырья и материалов, стратегические ориентиры организационного развития и т. д.

Очень много времени отводится непосредственно на мероприятия, связанные с внедрением стратегии.

Таким образом, чтобы выжить в условиях рыночной конкуренции, предприятие вынуждено прорабатывать перспективы развития, т. е. заниматься разработкой модели стратегического развития. Разработка стратегии - это длительный и трудоемкий процесс. Он требует от руководителей предприятий знания теоретических основ построения научно обоснованной стратегии, владения методами разработки конкретных практических действий, выбора оптимальных стратегических альтернатив, разработки и принятия верных стратегических решений, умения спрогнозировать их результаты и вовремя внести их коррективы в разработанную стратегию.

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
(НА МАТЕРИАЛАХ ОАО «ЭЛЕКТРОАППАРАТУРА»)**

**М. А. Трубенко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

Одной из основных задач маркетинга является поддержание конкурентоспособности.

Конкурентоспособность фирмы в первую очередь определяется конкурентоспособностью товаров, производимых предприятием.

Конкурентоспособность - это способность выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичными объектами в условиях конкретного рынка.

Конкурентоспособность предприятия - это относительная характеристика, которая выражает отличия развития данной фирмы от развития конкурентных фирм по степени удовлетворения своими товарами потребности людей и по эффективности производственной деятельности.

Конкурентоспособность продукции и конкурентоспособность предприятия-производителя продукции соотносятся между собой как часть и целое. Возможность компании конкурировать на определенном товарном рынке непосредственно зависит от конкурентоспособности товара. Поскольку конкуренция предприятий на рынке принимает вид конкуренции самой продукции, возрастает значение свойств, сообщаемых продукции предприятия, изготовившего и продающего ее на рынке.

Выпуская конкурентоспособные товары, производитель обеспечивает для себя прочное место на рынке.

Основной целью повышения конкурентоспособности товара является повышение его качества. С проблемой повышения качества своей продукции столкнулось ОАО «Электроаппаратура». Одним из основных видов изделий, выпускаемых на предприятии, являются электромагнитные пускатели.

Электромагнитные пускатели предназначены для применения в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами, главным образом для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, подключения и реверсирования. Данный вид продукции относится к технически сложным и наукоемким изделиям. Для потребителей данных изделий важным показателем является качество продукции. Предпочтение будет отдано тому предприятию-производителю, пускатели которых будут обладать наилучшим качеством, надежностью и высокими показателями износостойкости. Цена в данном случае является второстепенной.

ОАО «Электроаппаратура» во многом уступает по качеству пускателей своим основным конкурентам: ОАО «НПО «Этап» и ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры». Также на предприятии существует очень высокий показатель брака (около 50 %) готовых электромагнитных пускателей.

Существующую проблему усугубляет также тот факт, что большое количество постоянных предприятий-покупателей перестали сотрудничать с ОАО «Электроаппаратура» и стали приобретать пускатели у основных конкурентов. Но большинство из них готовы возобновить сотрудничество с заводом, если качество пускателей будет соответствовать их требованиям и установленным нормам.

Для расчета уровня конкурентоспособности электромагнитных пускателей производства ОАО «Электроаппаратура» воспользуемся интегральным методом, который наиболее точно определяет уровень конкурентоспособности сложнотехнической продукции.

Сводный показатель конкурентоспособности рассчитывается по формуле

$$I_{\text{конк}} = I_{\text{конк.тех}} \cdot I_{\text{конк.эк}}$$

Расчету сводного показателя предшествует расчет двух частных параметрических индексов: индекса конкурентоспособности по техническим параметрам и индекса конкурентоспособности по экономическим параметрам.

$$I_{\text{конк.тех}} = \sum A_{i\text{изд}} \cdot d_i / \sum A_{i\text{этал}} \cdot d_i;$$

$$I_{\text{конк.эк}} = (\Pi_{\text{изд}} \cdot d_i + P_{\text{эк.изд}} \cdot d_i) / (\Pi_{\text{этал}} \cdot d_i + P_{\text{эк.этал}} \cdot d_i),$$

где  $A_i$  – значения технических параметров рассматриваемого изделия;  $A_{i\text{этал}}$  – значения технических параметров товара-эталона;  $d_i$  – удельный вес параметра;  $\Pi_{\text{изд}}$  – цена рассматриваемого изделия;  $P_{\text{эк.изд}}$  – расходы по эксплуатации рассматриваемого изделия.

В качестве товаров-эталонов рассмотрим электромагнитные пускатели производства ОАО «НПО «Этал» и ОАО «Кашинский завод электроаппаратуры».

В связи с тем, что расходов по эксплуатации магнитных пускателей не предусмотрено, данный показатель в расчетах использован не будет.

Для определения технического индекса конкурентоспособности были выбраны семь основных технических характеристик пускателей на основании технического паспорта.

В результате опроса основных потребителей данного вида продукции были получены показатели значимости по каждой характеристике.

Значения основных количественных параметров были взяты из технического паспорта. Оценки качественных параметров были получены в результате опроса, на основании которого в дальнейшем были проставлены ранги.

Расчет коэффициентов конкордации показал, что мнения опрашиваемых согласованы. Таким образом, их можно использовать в дальнейший расчетах.

Показатель «время включения пускателя» был переведен в балловую шкалу, исходя из того, что он является обратным, т. е. чем меньше время включения пускателя, тем он более конкурентоспособен.

Оценка проводилась по 5-балльной шкале, где ранг 5 означает наивысший балл, а ранг 1 – наименьший.

Показатели и расчет всех необходимых данных приведем в таблице.

#### Исходные данные для расчета индекса конкурентоспособности

Показатель	Значимость	ОАО «Электро- аппаратура»	Конкуренты	
			ОАО «НПО «Этал»	ОАО «Кашинский завод электро- аппаратуры»
Количество контактов, шт.	0,06	2	4	6
Время включения пускателя	0,14	3,83	4,25	5

Окончание

Показатель	Значимость	ОАО «Электро- аппаратура»	Конкуренты	
			ОАО «НПО «Этал»	ОАО «Кашинский завод электро- аппаратуры»
Частота включений в час, шт.	0,13	2500	3000	4000
Механическая износостойкость, млн циклов	0,20	5	10	10
Коммутационная износостойкость, млн циклов	0,11	0,3	1,0	2,0
Проба серебра	0,17	645	999	999
Неравномерность намотки катушки	0,19	1,4	2,8	4,6
Цена, руб.	-	43040	55360	65260

Рассчитанные индексы конкурентоспособности по отношению к обоим конкурентам оказались меньше единицы, что говорит о том, что электромагнитные пускатели ОАО «Электроаппаратура» менее конкурентоспособны.

Основная проблема состоит в износе оборудования. В результате пускатели, как технически точная продукция, получают с дефектами. Поэтому требуется замена машин, на которых осуществляются такие операции, как намотка катушки, производство сердечника, якоря и заливка камеры. В результате приобретения нового оборудования произойдет улучшение показателей механической и коммутационной износостойкости. Новая машина по намотке катушки снизит количество браков, связанных с неравномерностью ее намотки.

Также происходит отставание пускателей предприятия по количеству контактов в единице изделия, что экономически не рационально. В этом случае требуется увеличить количество контактов от двух единиц в одном пускателе до шести.

Основным в электромагнитных пускателях является серебряное напыление, которое должно иметь наивысшую пробу. ОАО «Электроаппаратура» пытается сэкономить, используя наименьшую пробу. От пробы серебра зависит работоспособность пускателя. Необходимо использовать наивысшую пробу серебра, чтобы увеличить частоту включений в час и снизить время включения пускателя.

В результате устранения всех существенных недостатков основные показатели ОАО «Электроаппаратура» будут иметь следующие оценки:

- количество контактов - 6;
- время включения пускателя - 5;
- частота включений в час - 4000;
- механическая износостойкость - 10;
- коммутационная износостойкость - 1,5;
- проба серебра - 999;
- неравномерность намотки катушки - 5.

В результате исправления всех недостатков произошло изменение цены одного электромагнитного пускателя. После составления калькуляции затрат, цена нового

изделия увеличилась примерно на 30 % , т. е. составила 55952 руб. Увеличение цены произошло за счет увеличения амортизационных отчислений и увеличения затрат на сырье, материалы и комплектующие.

При расчете новых индексов конкурентоспособности они составили 1,22 и 1,17 по отношению к первому и второму конкуренту соответственно. Это говорит о том, что предприятие, устранив все недостатки, будет иметь конкурентоспособную продукцию высокого качества. И при этом конкурентное преимущество электромагнитных пускателей ОАО «Электроаппаратура» будет достигнуто не только за счет повышения качества изделий, но и за счет наименьшей по сравнению с конкурентами цены.

### УПРАВЛЕНИЕ АССОРТИМЕНТОМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО ОПТИМИЗАЦИЯ ПО ЦЕНОВОМУ ФАКТОРУ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГОМЕЛЬСТРОЙМАТЕРИАЛЫ»)

Е. А. Пархоменко

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

Целью исследования является оптимизация ассортимента реализуемой продукции с точки зрения соотношения цен, получаемой прибыли и текущих затрат в разрезе отдельных видов продукции.

При неоптимальной структуре ассортимента происходит снижение как потенциального, так и реального уровня прибыли, потеря конкурентных позиций на перспективных потребительских и товарных рынках и, как следствие этого, - снижение экономической устойчивости предприятия. Поэтому формирование оптимального ассортимента с учетом ценовых факторов, способствующего оптимизации прибыли, сохранению желаемой прибыли на длительный период времени, очень актуально для предприятий, стремящихся быть конкурентными.

Моделирование позволяет решать сложные задачи оптимизации при наличии определенных ограничений. Рассмотрим модель оптимизации общей суммы прибыли ОАО «Гомельстройматериалы» при реализации продукции на различных рынках с дифференциацией цен на продукцию. Критерий оптимизации структуры ассортимента в виде уравнения целевой функции модели  $F(X)$  можно представить следующим образом:

$$F(\bar{X}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (p_{ij} - c_{ij} - k_{ij}) \times x_{ij} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $p_{i,j}$  – цена  $i$ -го вида продукции на  $j$ -м рынке;  $c_{i,j}$  – производственная себестоимость единицы  $i$ -го вида продукции;  $k_{i,j}$  – коммерческие расходы при поставке  $i$ -го вида продукции на указанный рынок;  $x_{i,j}$  – количество единиц  $i$ -го вида продукции, поставляемой на  $j$ -й рынок, в натуральных единицах.

Целевая функция задает требования достижения максимизации прибыли от реализации всех рассматриваемых видов продукции.

Ограничения выглядят следующим образом:

1) по материально-сырьевым ресурсам:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_i^k x_{ij} \leq b_k, \quad (2)$$

где  $a_i^k$  – норма расхода материального ресурса  $k$ -го вида на производство  $i$ -й продукции;  $b_k$  – общий объем материальных ресурсов  $k$ -го вида, который предприятие может использовать в течение исследуемого периода;

2) по трудовым ресурсам:

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i \leq T \cdot F, \quad (3)$$

где  $t_i$  – трудоемкость  $i$ -го вида продукции, н.-ч;  $x_i$  – общий объем реализации продукции  $i$ -го вида;  $T$  – численность рабочих, занятых в производстве продукции всех видов;  $F$  – эффективный фонд времени одного работника;

3) по производственной мощности:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq M, \quad (4)$$

где  $M$  – производственная мощность;

4) по поставкам продукции с учетом договорных обязательств и потенциальной емкости рынка:

$$D_{ij} \leq x_{ij} \leq E_{ij}, \quad (5)$$

где  $D_{ij}$  – договоры, заключенные на поставку (госзаказ);  $E_{ij}$  – емкость рынка.

Данное ограничение задает верхнюю и нижнюю границы объема поставки  $i$ -го вида продукции на  $j$ -й сегмент рынка, соответствующий емкости рынка этого сегмента и объему заключенных договоров на поставку продукции на данный сегмент в течение анализируемого периода.

Рассмотрим применение данной модели на примере отечественного предприятия, производящего широкий ассортимент изделий.

Оптимальное решение находится симплекс-методом.

С помощью исходных данных для модели, формул ограничений и пределов по ним, целевой функции, а также опции «Поиск решения» (Microsoft Excel) определим оптимальный ассортимент плит теплоизоляционных из минеральной ваты «БЕЛТЕП», производимых ОАО «Гомельстройматериалы» (рис. 1).

Рис. 1. Результаты расчетов

На рис. 1 цветом отмечены поля, заполненные в результате оптимизации.

Оптимальный ассортимент реализуемой продукции (итоговый ассортимент) расположен в зарезервированной области свободных ячеек С4:16.

Прибыль же оптимизированного ассортимента реализуемой продукции предприятия отражена в ячейке В1.

С целью интерпретации результатов оптимизации сопоставим фактический и оптимальный по величине прибыли ассортименты продукции (таблица).

**Сравнение ассортиментов**

Рынки сбыта	Марки теплоизоляционных плит из минеральной ваты «БЕЛТЕП»						
	ПЛ 50	ПЛ 75	ПП 100	ПП 125	ПЖ 150	ПЖ 175	ПС 200
Сложившийся на предприятии ассортимент (м <sup>3</sup> )							
РБ	780,1	1232,7	1314,2	3826,2	2765,3	1425,3	1652,4
РФ	54,6	64,2	1785,2	1760,5	135,1	94,3	104,5
Украина	274,4	980	912	1125,6	137,3	263,8	92,6
Итого	1109,1	2276,9	4011,4	6712,3	3037,7	1783,4	1849,5
Прибыль, тыс. руб.	983881,5						



Окончание

Рынки сбыта	Марки теплоизоляционных плит из минеральной ваты «БЕЛТЕП»						
	ПЛ 50	ПЛ 75	ПП 100	ПП 125	ПЖ 150	ПЖ 175	ПС 200
Оптимальный ассортимент (м <sup>3</sup> )							
РБ	780,1	1511,3	1314,2	3937,1	2894,3	1674,6	1832,3
РФ	107,5	0	1752,1	1725,3	0	0	0
Украина	308,2	1062,4	915,3	1072,5	98,2	450,6	0
Итого	1195,8	2573,7	3981,6	6734,9	2992,5	2125,2	1832,2
Прибыль, тыс. руб.	1001331,61						

Выгода очевидна, так как в результате оптимизации ассортимента реализуемой продукции прибыль предприятия возросла более чем на 17450 тыс. руб.

Приведенная методика позволяет реагировать на изменение цен по сегментам рынка, гибко меняя направления реализации товара в зависимости от того, где ценовая ситуация более благоприятна, обеспечивая при этом предприятию получение максимально возможной прибыли.

При сложившемся уровне цен на товары по сегментам рынка ОАО «Гомельстройматериалы» наиболее выгодно обеспечивать максимальные поставки теплоизоляционных плит из минеральной ваты почти всех марок на рынок Республики Беларусь (за исключением марок ПЛ 50 и ПП 100).

На рынок Российской Федерации необходимо увеличить поставки теплоизоляционных плит марки ПЛ 50, а на рынок Украины - таких марок плит, как ПЛ 50, ПЛ 75, ПП 100 и ПЖ 175.

Из всего вышеизложенного следует, что эффективность функционирования субъекта хозяйствования, его конкурентоспособность на рынке зависят не только от масштаба деятельности и эффективности использования отдельных ресурсов, но и в значительной степени от ассортимента реализуемой продукции, степени его оптимальности с точки зрения текущих затрат и получаемой прибыли по отдельным видам продукции.

В целом же оптимизация ассортимента представляет собой принятие компромиссного решения, которое наиболее полно учитывает финансовые ожидания, производственные и логистические возможности и ограничения, а также сложившуюся на рынке ситуацию.

**МЕТОДИКА ВЫБОРА МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ  
РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ  
СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК  
КАК СПОСОБ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ К ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ**

**Р. А. Выровский**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Р. А. Лизакова

Глобализация экономики, рост числа предприятий по выпуску однотипной продукции, необходимость завоевания собственной ниши на мировых и внутренних рынках в условиях жесткой конкуренции, быстрое изменение факторов среды функ-

ционирования предприятий и мировой финансовый кризис требуют от предприятий безошибочной, четкой работы в направлении достижения желаемых целей, следуя правильно выбранной маркетинговой стратегии. Выбор стратегии должен осуществляться из числа возможных альтернатив в соответствии с методикой, позволяющей без труда адаптировать их, приводя в соответствие с конкретной ситуацией, сложившейся у предприятия на конкретном рынке.

Одним из основных этапов разработки стратегической маркетинговой программы является формирование стратегических альтернатив развития предприятия и выбор наиболее эффективной маркетинговой стратегии. Общие маркетинговые стратегии детализируют стратегии развития предприятия в целом. Исходя из выбранной общей МГ-стратегии, с учетом конкретной ситуации на данном рынке, уровня конкурентной борьбы, выбирается стратегия по отношению к продукту.

Учитывая это, интересна методика выбора стратегических альтернатив (адаптации маркетинговой стратегии к факторам среды окружения предприятия), основанная на экспертных оценках важности основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на эффективность маркетинговой стратегии.

Объектом исследования в данной работе является РУП «Гомсельмаш» на предмет выработки альтернативных вариантов маркетинговых стратегий его функционирования и адаптации на этой основе эффективности работы самого предприятия к комплексу факторов среды функционирования его путем последующего варьирования предлагаемых стратегий в конкретных вариантах изменения параметров среды и значимости различных факторов.

Блок-схема выбора маркетинговой стратегии развития предприятия в общем виде представляет собой следующую последовательность шагов:

1. Выбор основных факторов и критериев внешней и внутренней среды предприятия, определяющих эффективность маркетинговых стратегий  $E; I; C; I_{nv}$ .

2. Оценка важности критериев методом анализа иерархий МАИ.

Параллельно с этим проводится оценка веса факторов методом сравнительного шкалирования.

3. Балльная оценка факторов внешней и внутренней среды предприятия для каждой альтернативной стратегии.

4. Оценка факторов.

*Оценка факторов внешней среды.* Формула учета влияния комплекса групп факторов внешней среды для предприятия РУП «Гомсельмаш».

Согласно оценок экспертов выведенное математическое уравнение имеет вид:

$$E = 0,169 \cdot E_{\text{ПП}} - 0,178 \cdot E_C - 0,174 \cdot E_T + 0,199 \cdot E_3 + 0,280 \cdot E_M.$$

*Оценка факторов внутренней среды.* Результаты оценки экспертов и формула учета их влияния на выбор стратегии:

$$I = 0,280 \cdot I_{\text{ОП}} + 0,281 \cdot I_K + 0,223 \cdot I_M + 0,216 \cdot I_{\text{ОК}}.$$

*Оценка конкурентоспособности предприятия.* Результаты оценки экспертов и вывод формулы учета их значимости на выбор стратегического решения описываются уравнением

$$C = 0,244 \cdot C_{\text{ПП}} + 0,268 \cdot C_{\text{Ф}} + 0,248 \cdot C_{\text{СПР}} + 0,240 \cdot C_T.$$

Оценка фактора риска инвестиций в нашем исследовании представлена уравнением

$$I_{nv} = 0,22 \cdot I_1 + 0,11 \cdot I_2 + 0,21 \cdot I_3 + 0,22 \cdot I_4 + 0,25 \cdot I_5.$$

5. Формирование модели альтернативных стратегий развития предприятия. Для РУП «Гомсельмаш» уравнение модели представлено в виде

$$A_i = V_{ij} \cdot E_i - V_{ij} \cdot I_i + V_{ij} \cdot C_i - V_{ij} \cdot I_{nvi}.$$

6. Обоснование модели расчета интегрированного показателя оценки альтернативных стратегий развития предприятия на основе экспертной оценки коэффициентов важности факторов с учетом специфики конкретного рынка.

$$A_i = 0,3302 \cdot E_i + 0,308 \cdot I_i + 0,260 \cdot C_i + 0,210 \cdot I_{nvi}.$$

7. Выбор наиболее подходящего (адаптирующего) варианта маркетинговой стратегии развития предприятия.

Успех реализации этой методики определяется полнотой выбора характерных факторов для описания реальной ситуации на рынке и профессионализмом экспертов, точностью выставления ими каждому фактору баллов в аспекте той роли, которую он играет в каждой из рекомендуемых специалистами стратегий.

Для предприятия, специализирующегося на выпуске сельскохозяйственных машин и техники, необходимо рассматривать практически классический набор факторов (говоря об укрупненной их градации на группы). Новыми тенденциями здесь можно назвать укрупнение подгруппы внешних факторов за счет предпочтительного учета медийных факторов. Рассматривая детализацию аспектов внутри той же подгруппы внешних факторов, возникает понимание того, что социальные факторы сами по себе несколько специфичны для адекватного описания рынка покупателей и клиентов, приобретающих конечную продукцию такого предприятия. Справедливости ради подчеркнем, что предлагаемая к рассмотрению методика выбора альтернативных стратегий вполне осуществима без детализации подгрупп факторов. Другое дело, что при уже сделанном выборе рекомендуемой стратегии на основе этой методики, например, стратегии модернизации товара или стратегии создания совсем нового товара, необходима как можно более мелкая детализация, главным образом именно подгруппы социальных факторов.

И поскольку в этой работе не ставится целью обоснование разработки вышеупомянутых стратегий, оставим их на будущее рассмотрение в нашей следующей статье или тезисах.

Здесь же более подробно остановимся на этапах выбора стратегических альтернатив.

Основные этапы выбора стратегических альтернатив следующие:

1 этап. Определяется перечень основных факторов ( $E$ ;  $I$ ;  $C$ ;  $I_m$ ) и критериев внешней и внутренней среды предприятия, определяющих эффективность маркетинговых стратегий. Они сгруппированы по 4-м типам на факторы внешней среды предприятия (в количестве 21), на факторы его внутренней среды (16), на факторы конкурентоспособности предприятия (16) и на факторы риска инвестиций соответственно (9).

2 этап. Для оценки важности факторов внутренней и внешней среды предприятия формируется экспертная группа из числа опытных и ведущих специалистов завода.

3 этап. Производится оценка важности критерия методом анализа иерархий (МАИ) с использованием шкалы отношений МАИ. На основе сравнительной экспертной оценки факторов строятся матрицы парных сравнений для определения весовых коэффициентов факторов.

4 этап. Производится оценка важности каждого фактора методом сравнительного шкалирования с использованием шкалы с постоянной суммой баллов. С учетом текущей маркетинговой ситуации, факторов окружения, специфики самого предприятия и отрасли эксперты определяют весовые коэффициенты факторов.

5 этап. В области маркетинговых стратегий по отношению к конкретному продукту можно выделить следующие стратегии:

Лидерство в области затрат - конкурентная стратегия, которая обеспечивает предприятию достижение наименьших издержек производства, благодаря чему оно устанавливает по сравнению с конкурентами более низкие цены.

- Дифференциация - конкурентная стратегия, следуя которой предприятие концентрирует свои усилия на создании продуктов, по своим характеристикам отличающихся в лучшую сторону от конкурентов, придание продукту особых качеств, повышающих ее конкурентоспособность.

- Специализация (фокусирование) - конкурентная стратегия, следуя которой предприятие концентрирует свои усилия на производстве продуктов, ориентированных на узкий круг потребителя.

- Диверсификация - это вид стратегии маркетинга, направленный на выпуск новых продуктов, не связанных с производством главных видов продуктов предприятия, и с выходом на нетрадиционные для нее рынки.

- Расширение областей использования товара.

Рассматриваемая методика гарантирует выбор перспективного направления развития предприятия по одной из предложенных стратегий, а именно  $A_1$  - снижения цены;  $A_2$  - модификации существующих продуктов;  $A_3$  - разработки нового продукта;  $A_4$  - поиска новых рынков сбыта.

Для оценки стратегических альтернатив в качестве критериев отбора используются факторы, оцениваемые специалистами предприятия и экспертами по 10-балльной шкале.

Процедура выбора стратегических альтернатив применительно к конкретному рынку и предприятию осуществляется на основе учета наиболее значимых факторов, весовой коэффициент которых, а также балл и значение являются наибольшими в подгруппе внутри одной классификационной группы.

Выводы:

1. При большом числе факторов и невозможности определения самого значимого (главного) из них, а также при невозможности установления функциональной взаимозависимости между факторами среды и параметрами функционирования предприятия целесообразно применение экспертных методов анализа и оценки.

2. Найденные уравнения функционирования предприятия с учетом применения возможных маркетинговых стратегий позволяют определить вариант с наиболее эффективными показателями работы объекта в условиях быстрого изменения значений факторов среды, то есть позволяют каждый раз адаптировать стратегии под изменение состояния окружения предприятия-объекта. Опытность эксперта определяет выбор.

3. Рассмотренная методика позволяет определить главные факторы среды, которые, с одной стороны, определяют выбор варианта маркетинговой стратегии из числа возможных, а с другой - также могут впоследствии быть выбранными для проведения по ним более точного, научного анализа, например методами статистического факторного анализа. Важна гибкость варьирования стратегиями.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ТУРИСТСКОГО КОМПЛЕКСА

**Е. А. Карамелева**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Туризм уже давно рассматривается как одна из наиболее доходных и интенсивно развивающихся отраслей мирового хозяйства. Однако в Беларуси доходы от туризма составляют всего одну десятую процента валового внутреннего продукта. С каждым годом в мире путешествует все большее количество людей и, несмотря на то, что количество прибывших в Республику Беларусь туристов возрастает, можно утверждать, что данные темпы роста намного ниже темпов роста мировых выездных потоков. Это означает, что все большее количество людей предпочитает для посещений другие страны.

Следовательно, другие страны обладают некоторыми конкурентными преимуществами по отношению к Республике Беларусь. Их наличие является сдерживающим фактором для выхода белорусского туризма на мировой рынок.

В целях увеличения доли въездных туристских потоков Республики Беларусь в общемировой статистике туризма в работе выявлены конкурентные преимущества по различным видам туризма и предложены мероприятия по повышению уровня конкурентоспособности туристской отрасли Республики Беларусь посредством определения перспективных направлений развития туризма для страны, выявления географических рынков по каждому определенному виду туризма, выявления факторов, являющихся определяющими для туристов при выборе страны назначения, оценки данных факторов применительно к Республике Беларусь и конкурирующему рынку, определения наиболее значимых факторов, исследования способов повышения конкурентоспособности туристской отрасли путем устранения сдерживающих развитие туризма факторов и оценки уровня конкурентоспособности туристской отрасли Республики Беларусь после введения мероприятий.

В ходе написания работы было установлено, что приоритетными направлениями для развития туризма в республике являются автомобильный, культурно-познавательный, молодежный, паломнический и экологический туризм.

По каждому указанному выше виду туризма на основе статистической информации были выделены страны-конкуренты, т. е. те страны, в которых данный вид туризма развит на высоком уровне и которую предпочитают туристы в качестве места назначения. Такими странами являются Германия, Италия, Франция, Израиль и Финляндия.

Для каждого отдельного вида туризма выделены факторы, являющиеся определяющими для туристов при выборе страны назначения.

Для автомобильного туризма такими факторами являются состояние дорог, охват автомобильными дорогами достопримечательностей, наличие бюджетных отелей вблизи дорог, наличие и доступность карт и владение работниками туристской инфраструктуры иностранными языками.

Для культурно-познавательного туризма - наличие культурно-исторических памятников, инсценировка исторических событий, проведение карнавалов, возможность ознакомления с национальным бытом и возможность попробовать национальную пищу.

Для молодежного туризма - наличие бюджетных отелей, возможность покупки национальной пищи в городе, проведение фестивалей и карнавалов, наличие культурно-исторических памятников и достопримечательностей и уровень индустрии развлечений.

Для паломнического туризма - наличие мест паломничества, уникальность таких мест, наличие бюджетных средств размещения, наличие в свободном доступе карт на иностранных языках и владение работниками инфраструктуры иностранными языками.

Для экологического туризма - наличие экологически чистых территорий, национальных парков, заповедников и заказников, наличие уникальных природных объектов, возможность ознакомления с национальным бытом, возможность попробовать национальную пищу и наличие недорогих средств размещения.

Данные показатели были оценены экспертным методом и по ним были построены модели конкурентоспособности каждого отдельного вида туризма при помощи метода оценки конкурентоспособности - многоугольника конкурентоспособности.

Для оценки коэффициента конкурентоспособности каждого отдельного вида туризма были также использованы понижающие коэффициенты для каждой отдельной страны. Данный коэффициент формировался на основании политической ситуации, экологической обстановки, эпидемиологической ситуации, менталитета граждан, наличия и условий визового режима, количества несчастных случаев, произошедших с туристами во время путешествия и природных катастроф в стране назначения, путем выставления значения каждого показателя, их суммирования и отношения к общему количеству показателей. Каждому показателю присваивается значение 0 (в случае, если состояние фактора отрицательно влияет на возможность развития туризма в регионе) или 1 (в случае, если состояние фактора положительно влияет на возможность развития туризма в регионе). Значение 0,5 присвоено фактору «наличие и условия визового режима», так как его наличие снижает привлекательность страны с точки зрения туризма, однако получение визы для въезда в страну является обычным для развитых стран, а следовательно, не может существенно повлиять на количество въезжающих в страну туристов.

На основании данных факторов были установлены следующие понижающие коэффициенты: Республика Беларусь - 0,634, Германия - 0,5, Италия - 0,5, Франция - 0,357, Израиль - 0,5, Финляндия - 0,929. На основании этого были определены коэффициенты конкурентоспособности туристской отрасли Республики Беларусь: автомобильный туризм - 0,12, культурно-познавательный туризм - 0,18, молодежный туризм - 0,08, паломнический туризм - 0,08, экологический туризм - 0,7, по которым был определен уровень конкурентоспособности туристской отрасли Республики Беларусь.

На основе факторов, влияющих на привлекательность туристского региона, были определены основные факторы, сдерживающие развитие туристской отрасли: отсутствие бюджетных гостиниц, отсутствие в наличии и свободном доступе туристских карт Республики Беларусь на иностранных языках, отсутствие организации международных фестивалей и карнавалов, отсутствие достаточного предложения национальной пищи в местах общественного питания и отсутствие знаний иностранных языков у работников туристской инфраструктуры.

Для устранения данных сдерживающих факторов были предложены 3 мероприятия: выпуск туристских автомобильных карт, строительство бюджетных гостиниц и проведение ежегодного международного карнавала.

Экономический эффект от реализации максимального объема карт (105 410 шт.) составит 210 414 030 бел. руб. Для покрытия всех затрат по производству карт (составление, перевод, печать) необходима реализация 867 карт. Также необходимо учитывать, что при печати на качественной бумаге и профессиональном художественном оформлении возможна реализация большего количества карт (возможно приобретение карт в качестве сувениров и подарков). При выпуске некоторого объема туристских карт необходимо соблюдать языковую пропорцию: на русском языке - 39 %, английском - 32,17 %, немецком - 9,8 %, литовском - 9,45 %, турецком - 5,34 % и итальянском - 4,24 %.

На территории Республики Беларусь целесообразно строительство 8 бюджетных гостиниц в Бресте, Витебске, Гродно, Гомеле, Занарочи, Минске, Могилеве и Слониме. Для строительства рекомендуется сдача земли в аренду на длительный срок международным крупным организациям по строительству бюджетных гостиниц. При средней площади гостиницы 2000 м<sup>2</sup> прибыль государства от сдачи земли в аренду составит 443 022 800 бел. руб.

При организации карнавала для полного погашения все затрат необходимо привлечение 15 397 чел. Исходя из мировой статистики, посещаемость карнавала составляет около 1 200 000 чел, что может позволить Республике Беларусь получить экономический эффект в размере 418 562 000 000 бел. руб.

При внедрении данных мероприятий следует принимать во внимание и факт получения экономикой Республики Беларусь социального эффекта от внедрения последних 2-х мероприятий: создание дополнительных рабочих мест, развитие инфраструктуры региона, дополнительные заказы на строительные материалы, продукты питания, улучшение экономического состояния различных отраслей хозяйствования (пищевая, гостиничная, ателье, театральная и др.). Все это также способствует повышению туристского имиджа Республики Беларусь.

Внедрение данных мероприятий поможет увеличить конкурентоспособность туристской отрасли Республики Беларусь в 3,53 раза.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕГМЕНТАЦИИ РЫНКА ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «КОМПАНИЯ «АГИС»)**

**Н. А. Самарина**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

В настоящее время становится весьма актуальным рассмотрение возможности использования клиентоориентированного подхода в работе с потребителями. Клиентоориентированную стратегию можно упрощенно определить как систему долгосрочных взаимоотношений с потребителем, при котором фирма более глубоко понимает его требования и за счет этого способна извлекать дополнительную прибыль. При крупных размерах компаний сделать данный процесс индивидуальным становится весьма сложным. Выходом из такой ситуации является проведение сегментирования.

Главная цель сегментации - обеспечить адресность разрабатываемому, выпускаемому и реализуемому товару, так как он не может отвечать запросам сразу всех групп потребителей. Одинаковых, типовых подходов к сегментации покупателей не существует.

вует. Каждое предприятие, в зависимости от товара, особенностей его потребления и т. п., в состоянии разработать собственные правила сегментации. Успешно проведенная сегментация позволит получать хорошие коммерческие результаты.

В связи с этим существует вариант проведения сегментации на основе клиенто-ориентированного подхода. В качестве сегментационных переменных могут быть выделены три категории, дающие возможность измерить клиентский капитал предприятия: уровень удовлетворенности, уровень лояльности и прибыльность клиентов.

Лояльность клиентов в общем смысле отражает приверженность, преданность определенному продавцу. Использование лояльности в качестве признака сегментирования является весьма важным, поскольку она дает возможность оценить отношение клиентов к компании и, следовательно, принять соответствующие меры, чтобы его сохранить либо улучшить. Уровень удовлетворенности от работы с предприятием можно считать базой для создания высокой лояльности, без которой начать строить долгосрочное сотрудничество невозможно. Если в этой сфере имеются определенные проблемы, прежде всего необходимо решать именно их. Учет прибыльности каждого из клиентов фирмы и создание на ее основе особой стратегии работы является первоочередной задачей компании, поскольку для нее важно выделить ту часть клиентов, которая приносит максимальную прибыль. Необходимо прикладывать все усилия, чтобы установить с данной группой длительный контакт и обеспечить стопроцентную лояльность. Менее прибыльные сегменты также нельзя оставлять без внимания, поскольку необходимо учесть возможность будущего повышения доходности от сделок с ними.

Процесс анализа имеющегося клиентского капитала ООО «Компания «АГИС» начался с определения наиболее важных для данного предприятия сегментационных переменных. В их качестве выступили уровень лояльности - абсолютная, промежуточная или нулевая, а также внутри выделенных подгрупп - количество видов приобретаемой продукции и стоимость заказа (выше или ниже среднего уровня). Чтобы распределить клиентов предприятия по группам, были разработаны две анкеты. По первой был проведен опрос среди клиентов компании, которые обращались к ее услугам в течение трех последних лет. Вторая необходима была для того, чтобы провести оценку возможности обращения в компанию клиентов, ни разу у нее не приобретавших товары.

В результате распределения клиентов по сегментам было установлено, что абсолютно лояльные клиенты составляют 996 заказчиков, потребители с промежуточной лояльностью - 891 заказчик. Увеличение клиентского капитала предприятия за счет расширения состава клиентов первой группы обусловлено тем фактом, что основная ее часть заказывает только наиболее популярную продукцию, в большей части по стоимости ниже среднего уровня. Следовательно, это вызывает необходимость применения особых мер по отношению к клиентам первой группы с целью повышения уровня прибыли, получаемого от ее заказчика.

Промежуточно-лояльные клиенты тратят часть своих средств не только у компании, но и ее конкурентов. Для выяснения причин такого поведения проведена оценка удовлетворенности данной группы работой фирмы по параметрам: качество продукции, соблюдение сроков, скорость выполнения заказа, качество работы клиентской службы, удовлетворенность системой скидок. Выяснено, что первые два параметра имеют высокие оценки (в среднем 8 и 7,8 балла), однако являются базисными, без наличия которых работа фирмы будет оценена негативно, но и улучшить отношение к ней без улучшения остальных параметров будет невозможно. В результате построено уравнение регрессии  $y = -595496 + 60262,33x_1 + 29802,32x_2 + 42939,13x_3$ , отражающее



зависимость между прибылью, получаемой от каждого клиента и тремя последними параметрами, имеющими средние оценки соответственно 5,9; 3,9 и 5,5 балла. Оно позволило установить, какую прибыль могла бы получить компания при повышении оценок до среднего уровня оценок абсолютно лояльных клиентов. Так, этот размер составил 60,7 млн руб.

В ходе исследования также было выяснено, что существуют клиенты, которые перестали пользоваться услугами предприятия ввиду некачественно проведенной работы, и заказчики, которым было отказано в удовлетворении их потребности из-за высокой загрузки сотрудников предприятия. Данный факт требует восстановления репутации компании в глазах конкретных потребителей. Опрос потенциальных клиентов позволил сделать выводы о том, что существует вероятность их привлечения в случае доведения до них информации о компании и акценте в сообщении на тех фактах, которые данные потребители считают наиболее важными - качество, цену, скорость, выполнение работы в срок и т. п.

Нулевая лояльность потребителей в отношении ООО «Компания «АГИС» на 64,8 % опрошенных представлена теми, кто к фирме вообще не обращался. Остальная часть - 7,4 % - пользовалась ее услугами, но перестала и 27,8 % - не пользовалась ими, поскольку ей было отказано ввиду высокой загрузки персонала. Данный факт негативен для компании и требует его устранения.

В результате информации, полученной в ходе анализа, были предложены следующие мероприятия. С целью повышения прибыльности 1 клиента сегмента с абсолютной лояльностью, а также сохранения существующей, необходимо для клиентов, заказывающих 1-2 вида продукции реже 1 раза в год, напоминание о компании и возможности обратиться к ней, вызвать дополнительный стимул обращения. Это возможно за счет прямой почтовой рассылки, которая поможет предотвратить упущенную прибыль ежегодно в размере 2,6 млн руб.

С помощью категории клиентов, заказывающих 1-2 вида продукции примерно 1 раз в год и чаще, можно сгладить сезонные колебания путем перемещения заказов данных клиентов на летний период времени на основе предложения скидки. Данное мероприятие позволит получить дополнительную прибыль в размере 11,8 млн руб.

Повышение эффективности работы с категорией клиентов, заказывающих 3-4 вида продукции по высокой стоимости, предусматривает расширение количества видов товаров, приобретаемых ими, а в перспективе, - постоянное потребление заказчиками значительной части ассортимента. Чтобы вызвать у клиентов желание заказывать те товары, которые ими не потребляются, предлагается дать возможность им бесплатно попользоваться новой продукцией. При реализации мероприятия наилучшим вариантом будет недополучение прибыли от клиентов в текущем году, но при удачном варианте развития событий существует возможность ежегодно дополнительно получать прибыль в размере примерно 21,9 млн руб.

Взаимодействие с клиентами, заказывающими наибольшее количество видов продукции - от 5 и выше - предполагается проводить за счет внедрения дисконтной системы. Для группы клиентов с низкой стоимостью заказа дается возможность получить дисконтную карту. И если все клиенты согласятся на такое предложение, можно добиться повышения уровня прибыли от реализации данным заказчикам на 198,4 %. Группу с высокой стоимостью заказа можно стимулировать к большему потреблению, сразу выдав им дисконтные карты и предложив скидки при больших объемах заказов в размере 7 и 10 % (при этом дополнительная прибыль может быть получена в размере 0,8 млн руб.)

Повышение клиентского капитала за счет увеличения удовлетворенности в сегменте с промежуточной лояльностью выразится в 53,7 млн руб. дополнительной прибыли при улучшении качества работы сотрудников клиентского отдела путем проведения для них семинаров-тренингов, предоставлении скидок клиентам, для которых они имеют высокое значение, повышении скорости выполнения заказа за счет увеличения количества дизайнеров.

Проведение почтовой рассылки позволит повысить численность клиентов предприятия путем восстановления утраченных клиентов и привлечения новых. При этом затраты на нее будут полностью покрыты дополнительной прибылью.

Таким образом, проведенные сегментация, анализ и предложенные мероприятия должны позволить укрепить и развить долгосрочные партнерские отношения со всеми клиентами. Как следствие, это положительным образом отразится на деятельности компании, сделает ее работу устойчивой и прибыльной в долгосрочном периоде.

## **УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**Е. С. Мишуткина**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Л. М. Короткевич

В настоящее время эффективность предпринимательской деятельности зависит от многих факторов, таких как правильное позиционирование предприятия на том или ином рынке, от эффективности проведения ценовой, коммуникационной, товарной и распределительной политики. Однако, при условии точного построения вышеупомянутых факторов, репутация предприятия может пострадать ввиду наличия в элементах логистической цепи недочетов, которые могут привести к порче товара, сбоям в его доставке до потребителя и др. Многие руководители предпочитают рисковать, руководствуясь тем, что устранение вышеупомянутых недостатков затратное мероприятие при незначительных потерях в случае наступления срывов в логистической цепи. А это, в свою очередь, приводит к недовольству потребителей и распространению недоброжелательной молвы среди населения, вследствие чего теряются имеющиеся и потенциальные клиенты, а следовательно, и прибыль фирмы.

В ходе выполненных исследований был проведен анализ рисков в логистической цепи полиграфического предприятия ООО «Компания «АГИС» на основании предложенной Бродецким Г. Л. [1] методики, адаптированной автором к условиям хозяйствования изучаемого объекта. В рамках данной методики предлагается представить все логистические процессы в виде схемы, где отображаются не только возможные пути наступления событий, но и варианты их решения, а также потери при их наступлении. Графическая интерпретация логистических процессов дает возможность быстро принимать управленческие решения при наступлении той или иной ситуации, а также показывает убыток при неблагоприятном развитии событий, или прибыль - при внедрении эффективного мероприятия, позволяющего ликвидировать влияние факторов внешней и внутренней среды на данные процессы.

С целью построения вышеуказанной схемы были изучены такие элементы товародвижения, как прием и обработка заказов, управление товарно-

материальными ценностями, упаковка и транспортировка товара, выполнен экспертный опрос, который позволил выявить рисковые события, по которым наблюдались сбои в логистической цепи, выполнен анализ документации предприятия. В результате были собраны данные для расчета вероятности наступления рисковых событий.

В ходе изучения построения системы товародвижения на предприятии были определены наименее подготовленные к наступлению рисковых событий элементы: упаковка, которая теряет свои функциональные свойства под воздействием климатических условий, что приводит к повреждению товара; сбои при приеме заказа, вследствие неточного истолкования потребности заказчика; отсутствие системы доставки товара. На основании выявленных рисков, рассчитанной вероятности наступления рисковых событий было построено «дерево альтернатив», состоящее из четырех главных вершин – элементов логистической цепи. Для каждого элемента построены траектории наступления событий под влиянием факторов внешней и внутренней среды. Каждая траектория представляет собой пути усиления менее адаптированных к условиям риска элементов товародвижения. Для выбора наиболее оптимальной траектории был произведен расчет экономического результата для конечных вершин дерева альтернатив с помощью матрицы полезности. А для расчета экономического эффекта от внедрения мероприятия от конечных вершин выполнены процедуры свертки и блокировки. Из полученных результатов выбрано максимально оптимальное решение. В результате получены практические рекомендации по совершенствованию логистической цепи предприятия:

1. На основе соотношения параметров цены и стойкости к внешним воздействиям с учетом их вероятности предложен оптимальный тип упаковки, позволяющий получить экономический эффект в размере 150827 руб. за счет сокращения издержек, вызванных повреждением товара при транспортировке.

2. Предложена оптимальная схема приема и обработки заказов, которая позволяет повысить эффективность деятельности организации с 10,3 до 13,8 % за счет сокращения издержек, вызванных неточностями описания требований потребителем и их интерпретации диспетчером и дизайнером-макетером.

3. Предложен оптимальный вариант схемы доставки товара, позволяющий повысить потребительскую ценность товара, лояльность потребителей и получить дополнительное конкурентное преимущество, что в условиях внешней среды полиграфической отрасли, отличающейся высоким уровнем конкуренции и требований потребителей, является очень важным эффектом.

Таким образом, анализ цепочки товародвижения ООО «Компания «АГИС» с использованием модели «Дерево альтернатив» позволил разработать комплекс мероприятий, направленных на снижение риска в логистической цепи, способствующих увеличению эффективности работы предприятия, снижению вероятности наступления неблагоприятных событий и повышающих лояльность потребителя к компании.

#### Литература

1. Бродецкий, Г. Л. Методы принятия решений в условиях риска и неопределенности для цепей поставок / Г. Л. Бродецкий // Логистика. - 2004. - № 4. - С. 32-42.

## НЕГАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ

О. А. Прудникова

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Овсянникова

В современных условиях предприятия пищевой промышленности с целью более эффективного продвижения своей продукции стали уделять большое внимание такому рекламному средству, как наружная реклама. Однако при реализации данной цели сотрудники отдела маркетинга гомельского комбината ОАО «Молочные продукты» столкнулись с ощутимыми трудностями.

Прежде чем приступить непосредственно к рассмотрению темы исследования, в первую очередь отметим основные особенности рынка наружной рекламы в г. Гомеле:

1. Наличие ограниченного количества собственников конструкций (таблица):

### Основные операторы наружной рекламы в различных форматах\*

Формат	Обслуживание и продажи	Владелец	Цвет щита	Количество рекламных поверхностей
6 x 3 м	«Стритнетворск»	«Бигборд»	красный	94
	«Скимен»	«Скимен»	синий	8
	«Проспектпресс»	«Проспектпресс»	желтый	28
	Итого:			130
1,2 x 1,8 м	«Стритнетворск»	«Бигборд»	–	14
		«Ситилайт»	–	10
	Итого:			24

\*Источник: собственная разработка.

Далее на рис. 1 представим рейтинг минских операторов в формате 6 x 3 м по количеству рекламных поверхностей в 2008 г.

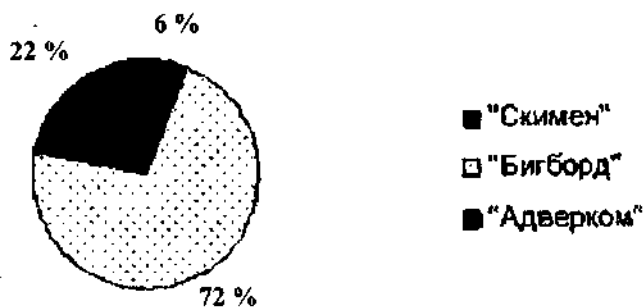


Рис. 1. Доли рынка в г. Гомеле минских операторов формата 6 x 3 м по количеству сторон

Из представленного рисунка видно, что наибольшая доля рынка (72 %) в г. Гомеле принадлежит компании «Бигборд».

2. Среди собственников конструкций - операторов наружной рекламы - в г. Гомеле только один государственный оператор, осуществляющий рекламную деятельность - КУП «Гомельторгреклама». Однако такое положение не совсем характерно для рекламного рынка Беларуси, где очень сильна доля государственной собственности, например, телевидение, пресса.

3. Рекламные агентства, предоставляющие услуги в области наружной рекламы: «Спейс-График», «Регион», «Континенталь», «Гомельоблреклама», «3D формат», «Профиль», «Рекламное дело», «Корпорация М8», «Центр Интерьер», «Триада», «Либерти», «Спайдер».

4. На первом месте в городе по присутствию в наружной рекламе, как и в соседних странах, занимают операторы сотовой связи, которые, кстати, активно стимулируют развитие данного вида рекламы в регионах (Life, «МТС», Velcom).

Однако следует заметить, что первоочередное внимание уделяется поддержке товаров и услуг именно отечественных производителей, которые наиболее полно Представлены на рекламных конструкциях.

Особое место в наружной рекламе также занимает социальная тематика, которая размещается на щитах на безвозмездной основе. Наиболее полно при помощи билбордов отражаются темы безопасности дорожного движения, профилактики ВИЧ-инфекции, охраны окружающей среды, государственных праздников Беларуси и др.

Далее проанализируем основные проблемы развития рынка наружной рекламы в г. Гомеле.

Затрагивая тему законодательного регулирования наружной рекламы, необходимо отметить такую проблему, возникающую у потенциального наружного рекламодателя, как всевозможные согласования своего рекламного желания с органами государственной власти при условии не обращения к специализированным рекламным агентствам, оказывающим услуги аналогичного характера. Этапы данного продолжительного и трудоемкого процесса приведены на рис. 2.

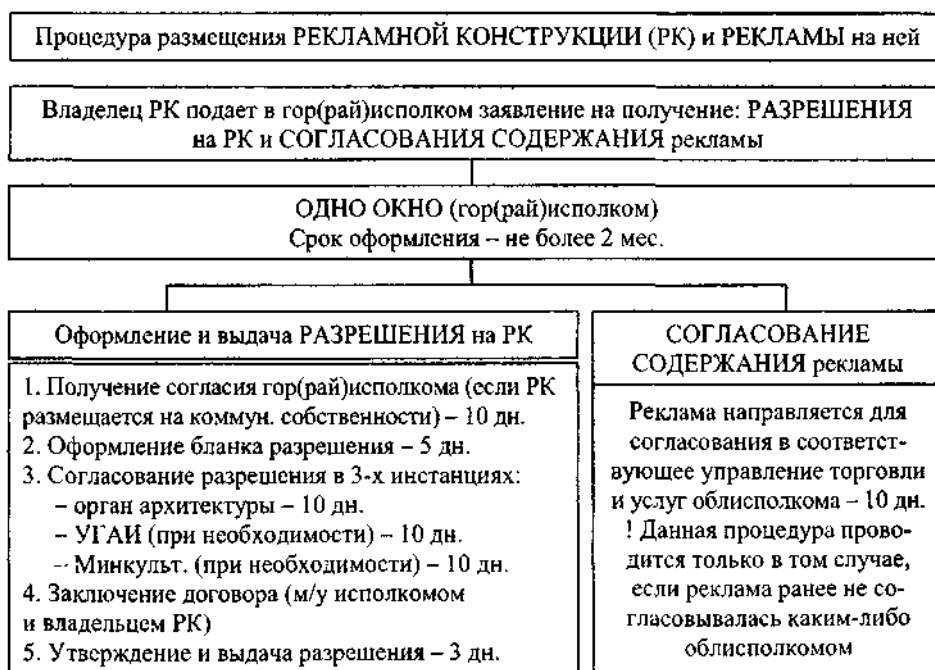


Рис. 2. Размещение наружной рекламы

Данная ситуация обусловлена тем, что, согласно белорусскому законодательству, объекты наружной рекламы считаются активными элементами, формирующими технические и эстетические качества среды обитания, воздействующими на психологию населения, поведенческие тенденции, образ жизни. Кроме того, наружная реклама определяет приоритетные направления экономического развития, в том числе развития местного производства товаров и сферы услуг. В связи с этим требования для получения разрешений и согласований на размещение наружной рекламы в Беларуси жестче, чем в большинстве соседних стран. Вследствие этого реализация данного рекламного средства потребует от специалиста по маркетингу и рекламе не только пройти многоступенчатую процедуру согласования с многочисленными организациями, затратив при этом большое количество времени, но и успеть выполнить все в нужный срок, что достаточно трудновыполнимо и трудоемко.

Реклама и наружная реклама в нашей стране - достаточно молодой бизнес и недостаток профессиональных знаний и опыта является еще одной причиной негативных аспектов в этой сфере. А отсюда следующий отрицательный момент - сложности в получении достоверной, полной информации качественного и количественного характера, касающейся наружной рекламы, так как количество белорусских специализированных источников, охватывающих данную область деятельности и рассматривающих ее аспекты по Гомелю и Гомельской области, а также Республике Беларусь в целом, очень мало. Следовательно, необходимо создание таких журналов, газет, сайтов в Интернете и т. п., которые бы более активно и профессионально занимались освещением тенденций и вопросов, возникающих на белорусском рынке рекламы.

Также при осуществлении размещения наружной рекламы в г. Гомеле возникают трудности следующего характера:

- недостаточное качество и количество рекламных конструкций. Несмотря на тот факт, что в последнее время в г. Гомеле наблюдается положительная количественная динамика в плане размещения новых рекламных щитов, вывесок, перетяжек, лайт-боксов и других рекламных носителей на улицах города, фасадах домов, над крупными автомобильными магистралями, по-прежнему существуют трудности с их приобретением и, соответственно, размещением на них рекламы. Очевидно и то, что Гомель, как минимум, не перегружен наружной рекламой, внешний облик города не «испорчен» бордами и тем более светодиодными экранами;

- недобросовестная конкуренция. Нужно делать соревнование экономическим, соревнованием качества и в этом пытаться быть самым сильным;

- зарегулированность деятельности также является отрицательным аспектом деятельности, т. к. невозможно в бизнесе описать все процессы. Потому, что, когда есть попытка детализировано все зарегламентировать, возникает огромное количество казуистических препятствий, которое препятствует цивилизованному осуществлению деятельности.

В качестве предложений, способствующих решению определенных проблем в области наружной рекламы, выступают следующие:

- совершенствование правовой базы и усиление роли государства и органов исполнительной власти;

- переход на инновационный, инвестиционный и интенсивный путь развития;
- повышение соревновательности и конкуренции;
- важность наличия четких целей и понимание путей их достижения;
- стандартизация и оптимизация предлагаемых услуг;
- расширение клиентской базы предлагаемых продуктов;

- комплексное или концептуальное оформление городских территорий, а не установка отдельных конструкций по отдельным местам.

И, несмотря на те трудности, которые могут возникнуть у рекламодателей при размещении наружной рекламы, все же данное рекламное средство является одним из наиболее распространенных и самых эффективных способов донесения информации о товарах и услугах широким слоям населения.

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИМИДЖЕВОЙ РЕКЛАМЫ**

**Е. В. Лаханская**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Карчевская

Туризм - это широкое социально-экономическое явление, в процессе которого экономические выгоды проявляются в смежных с туризмом отраслях хозяйства (перевозки, размещение, питание, аттракции, торговля, банковские, финансовые, страховые и иные сопутствующие услуги и работы). Будучи экспортоориентированной сферой, туризм проявляет большую стабильность по сравнению с другими отраслями в условиях неустойчивой ситуации на мировых рынках.

Рекламные приемы существуют в течение многих веков. Однако в современном понимании реклама появилась совсем недавно. Постмодернизм - преобладающий тип мировоззрения нашей эпохи. Это определенный исторический период в развитии культуры. Постмодернизм своим возникновением во многом обязан развитию новейших технических средств массовых коммуникаций: телевидению, видеотехнике, информатике, компьютерной технике.

Если ранее доминантой в рекламе туризма было слово, то теперь, благодаря развитию науки и техники, она стала ориентироваться на изображение. В XX в. стало возможно сочетать языковую и визуальную коммуникацию. Телевидение и Internet позволяют донести до масс не только картинку, но и видеофильмы и анимацию. Это добавляет реализма в изобразительную культуру. Доминанту визуальной стороны можно объяснить тем, что образ, картинка более понятны, чем слово, их не надо переводить на другой язык. Реклама является частью современной изобразительной культуры, она редко обходится без изобразительных средств. Специфика туристских услуг предполагает необходимость использования зрительных, наглядных средств, более полно отражающих объекты туристского интереса. Поэтому туристская реклама, как никакая другая, часто использует кино- и фотоматериалы, красочную изопroduкцию.

В современном мире крупные туроператоры делают упор на имиджевую рекламу с целью повышения узнаваемости бренда, лояльности потребителей, представления выгодных отличий от конкурентов. Оператор должен заниматься имиджем. Реклама продукта, товарная реклама - дело агентств. Наиболее распространенной формой имиджевой рекламы является реклама в Интернете. Рекламодатель, проводя имиджевую рекламную кампанию, ставит своей целью не только привлечение посетителей на свой сайт, но и создание, улучшение имиджа своих товаров и своей компании в глазах пользователей Интернета. Вообще в определение «имиджевая реклама» каждый вкладывает свое понимание, но есть одно общее свойство у всех определений: в отличие от «продающих» рекламных кампаний, рассчитанных на сиюсекундный эффект, все имиджевые кампании подразумевают некий отложенный эф-

фект. То есть в сильно упрощенном варианте продающая реклама рассчитана на «человек увидел сейчас рекламу -> сейчас купил», а имиджевая реклама рассчитана на «человек увидел сейчас рекламу —> запомнил -> потом купил».

Конкретными задачами имиджевой рекламной кампании чаще всего являются:

- 1) создание у пользователей благоприятного мнения о компании;
- 2) формирование у пользователей ассоциации какого-то типа продукции с именем компании рекламодателя;
- 3) создание у пользователей устойчивого мнения о преимуществах продукции компании рекламодателя.

Основные параметры проведения имиджевой рекламной кампании следующие:

- 1) целевая аудитория, на которую ориентирована имидж-реклама;
- 2) слоганы для рекламных носителей и креативные идеи для баннеров;
- 3) рекламные площадки для размещения баннеров.

Доминирующими объектами в рекламном объявлении являются рекламный девиз (слоган) и рекламный образ, которые связываются с туристскими услугами, названием, логотипом и фирменным знаком рекламодателя и служат для продвижения услуг фирмы на основе запоминаемости рекламного девиза и образа.

Имиджевая реклама - необходимый атрибут брендинга. Это планомерный процесс создания имиджа торговой марки, придание ей конкурентных преимуществ, поиска подходящих сегментов покупателей, продвижение услуг и модификация услуг на основе сформировавшегося имиджа марки.

Широкая рекламная кампания туристских возможностей страны способствует росту количества иностранных и отечественных туристов, а также росту поступлений в экономику страны. При этом следует учитывать значительный мультипликативный эффект туризма, развитие сопутствующих ему сфер экономической деятельности и рост занятости населения (косвенно 3-4 иностранных туриста обеспечивают 1 рабочее место в экономике страны). Однако необходимо отметить, что одним из главных законов имидж-рекламы является значительный объем, регулярность и продолжительность воздействия. Опыт стран, продолжительное время вкладывающих значительные средства в государственную рекламу своего туристского продукта, показывает, что необходимо вкладывать средства не только на увеличение туристского потока, но и на поддержание стабильности существующего.

Туристские фирмы г. Гомеля используют различные средства рекламы. Проведение рекламной кампании любой туристской фирмы можно разделить на несколько составляющих:

- публикация справочной информации. Для этого используют специализированные разделы в газетах, телефонных справочниках, справочных службах;
- размещение в средствах массовой информации имиджевой рекламы: радио- или телевизионных роликов, статей в газетах, рассказывающих о маршрутах и странах;
- участие в конкурсах, выставках, получение наград и дипломов, которые позволят в дальнейшем убедить потребителей в необходимости приобретения туристских услуг.

Фирменный стиль является одним из инструментов формирования имиджа турфирмы и одновременно - элементом брендинга. Он является самой важной частью имиджевой рекламы туристских фирм. Фирменный стиль - это набор цветовых, графических, словесных, типографических и дизайнерских постоянных элементов, обеспечивающих визуальное и смысловое единство товаров или услуг, а также всей исходящей от фирмы информации, ее внутреннего и внешнего оформления.



Фирменный стиль включает в себя фирменный логотип, лозунг, фирменный цвет и шрифт, корпоративного героя и т. д.

В основном, это реклама по созданию благоприятного образа (имиджа) вашей фирмы и товара. Ее основная роль - ознакомить потенциальных потребителей с туристскими услугами, их характеристиками, а также с теми преимуществами, которые получает покупатель, обращаясь в данную фирму.

Вторая роль имидж-рекламы - создать благоприятное впечатление именно о данной услуге или фирме. В целом, основное назначение имидж-рекламы - закрепить в сознании широкого круга людей положительный образ услуги или фирмы.

Имидж-реклама, как правило, действует шире других видов рекламы. Это реклама «впрок». Она направлена не только на непосредственных покупателей.

В рамках имиджевой рекламы выделяют следующие тенденции:

- доминирование и бурный рост телерекламы;
- зачаточное состояние наружной рекламы;
- начало специализации печатных изданий по направленности рекламной тематики и формам подачи сообщений, уровню престижности рекламы;
- становление и развитие специализированных рекламных печатных изданий;
- начало адаптации рекламы к особенностям рынка и целевым группам населения;
- снижение уровня агрессивности рекламы;
- активное использование элементов юмора;
- акцент на решении задач информирования и завоевания рынка.

В настоящее время наиболее эффективными инструментами имидж-рекламы являются: рекламные ролики на телевидении; наружная реклама; реклама в популярных газетах и журналах; участие в благотворительных акциях с освещением участия фирмы в СМИ.

Однако в связи с возрастающей ролью Интернета и распространением интерактивного маркетинга в ближайшем будущем, а в некоторых высокоразвитых странах уже сейчас, начинают использоваться новые инструменты и средства имиджевой рекламы.

К нестандартным формам интерактивного маркетинга, применяемого туристскими фирмами для повышения эффективности имиджевой рекламы, можно отнести:

- 1) мультимедиа-диски - для имиджевых акций и решения образовательных задач при продвижении услуг;
- 2) мультимедиа-открытки - для представительских задач, праздников;
- 3) стилевая интеграция - оформление сайта таким образом, чтобы привлечь внимание туристов;
- 4) онлайн-видео - пока видео используется для повышения солидности имиджевых акций и рекламировании туристских услуг;
- 5) активное использование мобильного маркетинга, так как мобильные телефоны становятся все более мощными, оснащенные все более крупным экраном. Качественные изменения здесь начнутся, когда операторы сотовой связи начнут снижение тарифов на мобильный интернет-доступ;
- 6) все более активное использование баннерной рекламы, влияющей на создание благоприятного имиджа туристской компании: более сфокусирован на избранную целевую аудиторию; более информативен; более мультимедийный, интерактивный и динамический; более композиционно и сюжетно сложен; более привлекательно-завлекателен для пользователя.

- 7) организацию единой национальной белорусской экспозиции на крупнейших международных туристских выставках;
- 8) проведение некоммерческой рекламы туристских возможностей региона и страны;
- 9) изготовление рекламно-информационной имиджевой продукции;
- 10) проведение международных событийных мероприятий.

**Секция IX**  
**ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**  
**ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕРРОРИЗМА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ:  
СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ**

**Р. Н. Брайчук**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. С. Ищенко

Словом *terror* древние римляне обозначали страх. Прошли века, а ужас перед терроризмом остался. Вот уже год после американской трагедии бабушки вскрывают конверты в резиновых перчатках, опасаясь спор сибирской язвы, в каждом брошенном на улице свертке проходим мерещится бомба, а низко летящий самолет способен довести до истерики. Однако все эти страхи где-то очень далеко. Беларусь остается одной из самых спокойных стран, которая видит последствия терактов лишь по телевизору.

Для Республики Беларусь, являющейся молодым независимым государством, проблема обеспечения национальной безопасности имеет первостепенное, жизненно важное значение. Национальные институты и механизмы осуществления безопасности находятся в стадии становления, а меняющийся характер угроз внутренней и международной безопасности делает традиционные подходы и методы недостаточными и устаревшими.

Эффективное противодействие международному терроризму и связанной с ним преступной деятельности, прежде всего транснациональной организованной преступности, незаконному обороту наркотиков, отмыванию денег, нелегальной миграции и незаконному обороту оружия, нелегальным перевозкам и продаже ядерных, химических, биологических и иных смертоносных материалов представляет из себя задачу для всех ветвей власти, от успешного решения которой зависит дальнейшее благосостояние белорусского государства.

До сих пор Беларуси удавалось избегать масштабных проявлений терроризма на своей территории. История терроризма по-белорусски - это четыре уголовных дела и десяток происшествий, расцененных следствием как хулиганские выходки.

К наиболее шумевшим террористическим актам относятся неудачная попытка угона самолета представителями религиозной секты из аэропорта Минск-2 в Непал, а также взрыв на магистральном газопроводе, так и оставшийся нераскрытым, хотя отдельные незарегистрированные политические движения делали попытки взять на себя ответственность за данную акцию. Взрыв ручной гранаты РГД5 на территории посольства Российской Федерации наделал много шума в СМИ, однако реальный ущерб оказался мизерным, а следственные мероприятия показали, что данное преступление являлось не продуманной акцией, а спонтанными действиями двух подростков. Убийство председателя комитета госконтроля по Могилевской области Евгения Миколуцкого поначалу обставлялось как политическое, но в ходе следствия

### **356 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности**

было установлено, что устранение чиновника было вызвано конфликтом с местным предпринимателем. Наконец, получившее широкий резонанс в конце 2002 г. так называемое «Витебское дело» о фактах проявления расовой нетерпимости по отношению к иностранным студентам сводится не к политическим мотивам, а к банальному рэкету.

Самый простой в исполнении терроризм - телефонный - до некоторых пор гарантировал белорусам определенную анонимность и безопасность. Этим широко пользовались, «минируя» школы, заводы, мосты и поезда дальнего следования. Работники спецслужб так и не вспомнили звонка, который бы подтвердился: все они содержали ложную информацию.

Тем не менее, интернационализация многих аспектов международной жизни и расположение Беларуси на перекрестке основных международных транспортных и торговых путей приводит к тому, что проблематика борьбы с терроризмом приобретает каждодневное практическое измерение.

Тесная интеграция с Россией, отсутствие пограничных сооружений ведет к проникновению на территорию республики тысяч нелегальных мигрантов. Некоторые из них, запятнав себя преступлениями, рассматривают территорию Беларуси как убежище. Отсутствие террористических актов на территории страны это не повод почивать на лаврах. Необходимо проведение целенаправленной политики по недопущению подобных актов в будущем. Наконец, белорусские граждане, находясь за рубежом, могут стать невольными жертвами терактов. Дипломатические представительства за рубежом не всегда охраняются в полной мере. Так, даже в такой неблагоприятной с точки зрения безопасности стране как Израиль местные власти не обеспечивают охрану белорусского посольства.

Еще до событий 11 сентября 2001 г. белорусские власти правильно оценили всю серьезность террористической угрозы, ее универсальный характер и то обстоятельство, что в современных условиях успешно противостоять терроризму можно лишь сообща. После обретения независимости самыми близкими партнерами на международной арене для нашей страны стали прежние участники СССР, государства-члены СНГ. Именно в рамках данной организации Республика Беларусь начала свое международное сотрудничество по противодействию терроризму.

Первое соглашение в данной области было подписано 24 апреля 1992 г. Более поздний, совершенный в Минске 4 июня 1999 г. Договор о борьбе с терроризмом между государствами-членами Содружества Независимых Государств, стал первым соглашением сугубо в области борьбы с терроризмом между членами СНГ и седьмым региональным соглашением в данной сфере.

Развивая тему международного сотрудничества в области борьбы с терроризмом, нельзя не отметить то обстоятельство, что наша страна оформила свое участие в большинстве универсальных конвенций в данной сфере. На сегодняшний день насчитывается 12 подобных конвенций и протоколов. Наиболее ранняя - Токийская Конвенция от 1963 г. о преступлениях на борту воздушных судов, наиболее поздняя - Международная Конвенция о борьбе с финансированием терроризма от 1999 г.

Кроме того, помимо участия в универсальных договорах, Беларусь осуществляет взаимодействие своих правоохранительных органов с правоохранительными органами иностранных государств в борьбе с терроризмом на основании двусторонних договоров, подписанных с Болгарией, Вьетнамом, Китаем, Литвой, Польшей, Румынией, Великобританией и Турцией.

Необходимо отметить, что в силу принятых мер Республике Беларусь удалось:  
- избежать активного проявления терроризма на своей территории;

- создания террористических группировок;
- предпосылок, вызывающих эти явления.

Активные внутренние мероприятия с учетом мирового опыта подкрепляются плодотворным международным сотрудничеством. Белорусское руководство заняло верную позицию, предполагающую, что справиться с террористической угрозой можно лишь сообща.

Вместе с тем, представляется целесообразным высказать ряд предложений. На международной арене следует интенсифицировать процесс заключения двусторонних договоров о взаимопомощи в борьбе с терроризмом, наладить рабочие отношения с антитеррористическими структурами ОБСЕ, отбросив прочь былые разногласия, как не имеющие решающего значения.

Представляется, что для Республики Беларусь приоритетными направлениями в ее международной антитеррористической деятельности на ближайшую перспективу должны являться:

- проработка вопроса о привлечении помощи для реализации проектов по противодействию незаконной миграции, терроризму, контрабанде наркотиков, оружия и товаров двойного назначения со стороны международных организаций;
- повышение оперативного уровня взаимодействия в этой области с зарубежными странами.

Внутри страны следует интенсифицировать научную работу в данной области, начать теоретическое осмысление проблемы. Представляется целесообразным проведение республиканской конференции с привлечением специалистов-практиков и ведущих ученых с целью налаживания рабочих связей и выработки магистральных направлений для научно-исследовательской работы. Было бы весьма полезно и продуктивно в профильных учебных заведениях организовать обучение по ряду спецкурсов, предполагающих введение студентов в суть проблемы. Упомянутая нехватка специалистов наблюдается и в Министерстве иностранных дел. Несмотря на то, что проблема противодействия международному терроризму официально признана одной из главных задач мирового сообщества, в МИД Беларуси проблематикой терроризма занимается лишь один специалист, да и то не на постоянной основе. Наконец, необходимо найти какие-то базовые формы работы с населением, ведь террористическая угроза касается всех и каждого. Примером может служить кампания «Будь готов», проводимая Министерством внутренней безопасности в США.

В заключении необходимо сказать, что никакие меры не будут чрезмерными, когда дело касается предотвращения террористической угрозы. Мировой опыт наглядно свидетельствует, что не допустить террористической угрозы проще, чем бороться с ее последствиями.

## **АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ И АДМИНИСТРАТИВНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В СФЕРЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**А. Н. Пипченко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Кравчук

С 1 марта 2007 г. введены в действие Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях и Процессуально-исполнительный кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях. Данными актами впервые в исто-

## **358 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности**

рии законодательства Республики Беларусь кодифицированно установлена возможность привлечения к административной ответственности не только физических, но и юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, а также определена мера ответственности последних за совершенные административные правонарушения. Введение административной ответственности для субъектов предпринимательской деятельности заменило прежнее применение экономических санкций за совершение экономических правонарушений.

Согласно КоАП Республики Беларусь к административной ответственности за совершенные административные правонарушения может быть привлечен круг субъектов, включающий юридических лиц, их должностных лиц, индивидуальных предпринимателей и физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями. Отдельно закреплено, что из числа административных взысканий, указанных в статье 6.2 КоАП Республики Беларусь, в отношении юридических лиц применяются административные взыскания в виде административного штрафа, лишения права заниматься определенной деятельностью, конфискации, взыскания стоимости предмета административного правонарушения [1].

Основной перечень составов административных правонарушений, которые могут быть совершены при осуществлении хозяйственной деятельности, определен в главе 12 «Административные правонарушения в области предпринимательской деятельности». Однако значительное количество составов административных правонарушений определено и в главе 11 «Административные правонарушения в области финансов, рынка ценных бумаг и банковской деятельности», главе 13 «Административные правонарушения против порядка налогообложения», главе 14 «Административные правонарушения против порядка таможенного регулирования» и другими нормами КоАП Республики Беларусь.

Одним из самых распространенных административных правонарушений в области предпринимательской деятельности в настоящее время остается осуществление предпринимательской деятельности без государственной регистрации или без специального разрешения (лицензии), когда такое специальное разрешение (лицензия) обязательно, либо с нарушением правил и условий осуществления видов деятельности, предусмотренных в специальных разрешениях (лицензиях). Данные правонарушения квалифицируются по статье 12.7 «Незаконная предпринимательская деятельность» КоАП Республики Беларусь и влекут наложение на физическое лицо штрафа в размере от десяти до пятидесяти базовых величин с конфискацией дохода, полученного в результате такой деятельности. На индивидуального предпринимателя за указанные административные правонарушения налагается штраф в размере от десяти до двухсот базовых величин с конфискацией дохода, полученного в результате такой деятельности, или взыскание в виде лишения права заниматься определенной деятельностью. Административная ответственность, к которой за совершение таких правонарушений привлекаются юридические лица, может быть выражена в виде административного штрафа в размере до пятисот базовых величин с конфискацией дохода, полученного в результате такой деятельности, или лишения права заниматься определенной деятельностью. Установлена и уголовная ответственность за осуществление подобной деятельности. Так, согласно статье 233 УК Республики Беларусь, незаконная предпринимательская деятельность, сопряженная с получением дохода в крупном размере, наказывается штрафом или иными мерами уголовной ответственности, установленными данной статьей [2]. Несмотря на существенные пределы юридической ответственности при проведении контроля выявляются мно-

## **Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности 359**

начисленные случаи совершения подобных правонарушений при осуществлении деятельности самой разнообразной отраслевой принадлежности.

Так, инспекциями Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь Витебской области за январь-февраль 2009 г. в ходе проведенных проверок по пресечению незарегистрированной предпринимательской деятельности установлено 595 фактов осуществления гражданами незаконной деятельности, в том числе в сфере оказания ремонтно-строительных услуг - 90 фактов, при перевозке пассажиров и грузов - 64 факта, в сфере оказания услуг по ремонту автомобилей - 20 фактов. По результатам контрольных мероприятий составлено 230 протоколов об административных правонарушениях, привлечено к ответственности 103 гражданина, сумма наложенных административных штрафов составила 37,8 млн руб. [3].

Под особым контролем инспекции МНС Республики Беларусь по Жлобинскому району находится соблюдение законности при производстве и реализации изделий из искусственного меха, в частности, своевременность и полнота уплаты платежей в бюджет, а также сокрытие доходов от налогообложения и осуществление гражданами незаконной предпринимательской деятельности. Так, за 2008 г. в ходе рейдовых проверок выявлен 71 случай незарегистрированной предпринимательской деятельности по производству и реализации мягких игрушек, доход от осуществления которой составил 1,2 млн руб. Сумма административных штрафов, наложенных на указанных граждан, составила 24,5 млн руб. Производство игрушек гражданами порой производится в гаражах, других непригодных помещениях из материалов неизвестного происхождения. Совместно с правоохранительными органами налоговыми инспекторами проводится работа по выявлению «подпольных цехов» по производству изделий из искусственного меха. В истекшем году выявлено четыре подобных производства. Сумма арестованного дохода составила 3,9 млн руб., административного штрафа - 2,1 млн руб. Необходимо учитывать, что в результате «нелегального» производства страдает не только потребитель и бюджет, но и граждане, которые нанимаются на работу без надлежащего оформления трудовых договоров, и, следовательно, без предоставления в установленном порядке трудовых и социальных отпусков с сохранением заработной платы и выплатой пособий в установленных законодательством случаях. В результате проведенных контрольных и разъяснительных мероприятий в 2008 г. 5 граждан зарегистрировалось в качестве индивидуальных предпринимателей, а 32 гражданина с «нелегального» положения перешли на работу на основании заключенных трудовых договоров [4].

Результаты проверок показывают, что разъяснительной работы, мероприятий по пропаганде и правовому просвещению, проводимых среди населения, недостаточно для формирования стойких стереотипов правомерного поведения. Нужны новые формы контроля и взаимодействия. Так, в инспекции Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь по Гомельской области создана специальная база данных, куда включены сведения о нелегальных мастерах по ремонту квартир. В настоящее время база содержит более двух сотен гомельчан, которые предлагали услуги по ремонту домов и квартир без регистрации предпринимательской деятельности в установленном порядке [5]. Согласно принятой политике, в случае совершения данного правонарушения впервые гражданину предоставляется возможность зарегистрироваться в качестве индивидуального предпринимателя, уплачивая налог в соответствии с законодательством - фиксированный месячный налог в размере 50 евро. В случае совершения аналогичного правонарушения повторно к правонарушителю применяется административная ответственность в виде штрафа согласно статье 12.7 КоАП Республики Беларусь.

## **360 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности**

Учитывая массовость данного и иных административных правонарушений в сфере предпринимательской деятельности, целесообразно введение единой системы их регистрации и учета в масштабе страны. Для этого необходима координация деятельности регистрирующих, налоговых, таможенных органов, подразделений Комитета государственного контроля, органов внутренних дел и иных контролирующих органов в организации статистического и оперативного учета правонарушений и правонарушителей, а также в разработке мероприятий по их профилактике и пресечению. Правовой основой для этого может стать принятый 9 января 2006 г. и вступивший в силу с 1 января 2007 г. Закон Республики Беларусь «О единой государственной системе регистрации и учета правонарушений» [6, ст. 8]. Для организации такой единой системы регистрации и учета административных правонарушений в сфере предпринимательской деятельности необходима разработка методологических основ и создание технического оснащения, позволяющих осуществлять сбор, обработку, обобщение, накопление, хранение и защиту сведений о правонарушениях, а также их предоставление государственным органам и иным организациям Республики Беларусь, государственным органам, иным организациям иностранных государств и международным организациям, а также физическим лицам.

Ведение единого учета и регистрации административных правонарушений в сфере предпринимательской деятельности в процессе формирования единого государственного банка данных о правонарушениях, помимо иных возможностей, позволит не только обеспечить объективность, достоверность и сопоставимость информации, но и осуществлять международное сотрудничество в целях противодействия преступности в данной сфере, имеющей, как известно, не только региональный, но и международный характер.

### **Литература**

1. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21 апр. 2003 г. // . - 2003. - № 63.2/946; № 87.2/980; № 139.2/1004 ; 2004. - № 94.2/1039; № 107.2/1048 ; 2005. - № 73.2/1110; № 74.2/1112; № 120.2/1128; 2/1129; № 121.2/1137; № 179.2/1151 ; 2006. - №6.2/1182; № 7.2/1188; № 78.2/1207; 2/1211; 2/1212; № 106.2/1233; 2/1234; № Ю7.2/1235; № 111.2/1242; № 112.2/1244; 2/1245; № 122.2/1259 ; 2007. - № 4.2/1284; 2/1296; № 6.2/1298; № 118.2/1306; 2/1307; 2/1309; № 119.2/1318 ; №120.2/1325; № 121.2/1326; № 123.2/1328; № 132.2/1330; № 146.2/1332; № 160.2/1343; № 170.2/1348; № 175.2/1370; № 175.2/1371; №263.2/1376; №291.2/1385; №305.2/1397; 2/1401 ;2008.-№ 14.2/1417; № 14.2/1418.
2. Уголовный кодекс Республики Беларусь от 9 июля 1999 г. // Нац. реестр правовых актов. - 1999. - № 76.2/50 ; 2002. - №55.2/847; №75.2/861 ; 2003. - №8.2/922; №80.2/969; №83.2/974 ; 2004. - №123.2/1058 ; 2005. - №73.2/1110; №74.2/1112; №120.2/1134; №121.2/1137; 2/1139; 2/1140 ; 2006. - № 1.2/1168; №6.2/1179; №9.2/1194; №92.2/1219; №107.2/1235; №112.2/1244; №111.2/1242; №122.2/1259 ; 2007. - №118.2/1306; 2/1309; №119.2/1319; №120.2/1325; № 123.2/1328; №160.2/1343; №173.2/1361; 2/1363; №175.2/1371; №291.2/1385 ; 2008. - №1.2/1388; 2/1394; №14.2/1412; №170.2/1464; № 175.2/1494; № 184.2/1508; 2/1514; №277.2/1547.
3. <http://www.nalog.by/regions/vitebsk/news300/d818e59cb642373c.html>.
4. <http://www.nalog.by/regions/gomel/news/dcc47db93bbdf6e1.html>.
5. <http://www.nalog.by/regions/gomel/news/cf51e67a61fcee98.html>.
6. О единой государственной системе регистрации и учета правонарушений : Закон Респ. Беларусь от 9 янв. 2006 г. // Нац. реестр правовых актов. - 2006. - № 9.2/1191.



**ПРОБЛЕМЫ МИГРАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Е. П. Кротова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. С. Ищенко

Проблема миграции населения в современном мире во многом определяется тем, что необходимо постоянно отслеживать все процессы, происходящие при перемещении людей, а процессы могут зачастую меняться неконтролируемо.

Миграция населения представляет собой перемещение людей через границы определенных территорий со сменой постоянного места жительства или возвращения к нему.

Миграции бывают двух видов: внутренние и внешние (эмиграция и иммиграция). Внутренняя миграция - переселение из города в город или из деревни в город, т. е. не выходит за рамки одной страны.

**Можно выделить четыре основных вида пространственного движения населения:**

**1. Эпизодические миграции** представляют собой деловые, рекреационные и иные поездки, совершающиеся не только не регулярно по времени, но и необязательно по одним и тем же направлениям.

**2. Маятниковые миграции** представляют ежедневные или еженедельные поездки населения от мест жительства до мест работы (и обратно), расположенных в разных населенных пунктах. В маятниковых миграциях участвует во многих странах значительная часть городского и сельского населения.

**3. Сезонные миграции** - это перемещения, главным образом, трудоспособного населения к местам временной работы и жительства на срок, обычно в несколько месяцев, с сохранением возможности возвращения в места постоянного жительства.

**4. Безвозвратный вид** (или переселение) может быть назван миграцией в строгом значении этого слова. Безвозвратная миграция одновременно отвечает двум условиям: во-первых, население перемещается из одних населенных пунктов в другие, и, во-вторых, перемещения сопровождаются сменой постоянного места жительства. Первое условие исключает из миграции всевозможные перемещения населения внутри населенных пунктов, а второе - возвратные или краткосрочные поездки в другие населенные места [1].

**Особенности миграции в Республике Беларусь.** В современных социально-экономических условиях Беларусь является потенциальным экспортером рабочей силы. При государственном регулировании временной внешней трудовой эмиграции страна может получить определенный экономический эффект, в первую очередь, за счет освоения новых технологий и передовых методов организации трудового процесса, повышения квалификации и улучшения профессиональной подготовки своих специалистов, овладения иностранными языками. Знания и навыки, приобретенные при работе в другой стране, могут быть использованы после возвращения на родину. Благодаря переводу заработанных денег увеличивается приток валютных поступлений в республику. Эти средства в значительной степени способствуют повышению уровня жизни семей трудящихся-эмигрантов, а в некоторых случаях могут способствовать повышению внутренних инвестиций.

**Потенциал международной трудовой миграции.** Снижение жизненного уровня, экономическая нестабильность, обострение проблем занятости ведут к тому, что многие специалисты, рабочие высокой квалификации, научные работники, пред-

## 362 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности

приниматели, молодежь без специальности и другие категории населения страны в целях реализации своих трудовых интересов, улучшения своего, материального положения и положения семьи ищут возможность получить работу за границей. Число таких граждан, как подтверждают социологические исследования, колеблется от 0,6 до 1,5 млн человек.

Наиболее активны потенциальные мигранты в младших возрастных группах: 16-20 лет и 21-25 лет. Доля средней возрастной группы (36-45 лет) более чем в полтора раза меньше доли молодежной возрастной группы (23,4 %).

Среди потенциальных трудящихся-мигрантов преобладают мужчины. В целом желают найти работу за границей 30,2 % среди мужчин и 20,1 % - среди женщин.

Социально-профессиональное положение людей также влияет на их миграционную активность. Наиболее активными являются представители нового социального слоя - предприниматели (51,1 %). На втором месте по миграционной активности среди социальных групп стоят учащаяся молодежь и студенты: 42,0 % из них желают поработать за границей. На третье место по показателю миграционной активности вышли безработные: 33,3 %.

Миграционные намерения населения существенно различаются в зависимости от места проживания. Население из крупных индустриальных и культурных центров в большей степени включено в процессы внешней трудовой миграции. Так, условия такого крупного индустриального центра, каким является Минск, в значительной степени влияют на уровень миграционной активности всех работников народного хозяйства, которые здесь представлены. Процент желающих поработать за границей у них выше, чем в областных центрах и районных городах. Самый низкий уровень миграционной активности выявлен среди сельского населения.

Наиболее привлекательным направлением трудовой миграции для населения республики являются страны Западной Европы, примерно 73 % . На первом месте из этих стран стоит Германия - 51 %. Далее идут Франция (9,5 %), Швеция (8 %), Великобритания (2,3 %). На втором месте по масштабу потенциального миграционного потока занимают страны Северной Америки, США. Страны Восточной Европы не пользуются у населения столь значительным вниманием, как страны Западной Европы. Однако доля желающих поехать на работу в эти страны все же довольно весома - 41 %. Из этой группы стран выделяются Польша (22,7 %), Чехия (14,8 %). Далее следуют Словакия (1,2 %), Болгария (0,8 %).

Работа в странах Западной Европы больше всего привлекает молодежь (80 %) [2].

Как известно, между желанием (намерением) найти временную работу за границей и возможностью его реализации стоит много обстоятельств и условий объективного и субъективного характера, способствующих или затрудняющих его осуществление. К *объективным условиям* можно отнести: особенности иммиграционной политики страны, которую выбирают для работы; состояние рынка труда; востребованность определенной профессии (сезонные рабочие, строители и т. д.); состояние межправительственных соглашений в области обмена рабочей силой и защиты прав трудящихся-мигрантов. Такие соглашения Республикой Беларусь заключены с Россией, Молдовой, Украиной, Казахстаном, Литвой, Польшей и Арменией. Ведется работа по подготовке к заключению аналогичных соглашений с Чешской Республикой и Словакией. Следует отметить, что западные государства, стремясь защитить свой внутренний рынок труда, идут на ужесточение своей иммиграционной политики, визового режима.

К *субъективным условиям*, затрудняющим трудоустройство за границей, относятся: незнание иностранного языка; нежелание работать не по специальности; отсутствие по месту жительства фирм, занимающихся трудоустройством граждан за границей, и др.

## **Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности 363**

Таким образом, если за границей желают поработать 25 % людей, то только 5,6 % из них имеют реальную возможность, а 19,0 % - некоторые шансы найти работу в странах Западной Европы; 6,4 и 22,5 % - в странах Восточной Европы; 16,1 и 23,3 % - в странах СНГ, исключая страны Средней Азии [3] .

Основной мотив трудовой миграции для абсолютного большинства - заработать деньги и тем самым улучшить свое материальное положение.

Подводя итоги всему вышесказанному, можно сделать вывод, что в новом веке миграция из разряда государственных и межнациональных проблем перейдет в новое качество. Она станет рычагом государственного регулирования многих процессов экономики, демографии, культурного обмена и т. д.

Мы считаем, что очень важно регулировать трудоустройство белорусских граждан за рубежом. Государственное регулирование должно быть направлено на поддержку внешней трудовой эмиграции, организацию их трудоустройства, обеспечение информацией о положении на рынке труда других государств, рекламирование фирм, имеющих лицензии, и пресечение распространения ложной информации.

На наш взгляд, уже сейчас наметились необходимость и тенденция к межгосударственной интеграции в управлении миграционными процессами. Правительства развитых стран должны прийти к координации усилий в отношении различных аспектов:

1. Необходимость разработки общей международной политики по предоставлению убежища.

2. Серьезные опасения вызывают масштабы незаконной миграции, уменьшить и поставить под контроль которую можно также только совместными усилиями, плодотворным взаимодействием как стран исхода незаконных мигрантов, так и стран-реципиентов.

3. Единый европейский рынок предполагает свободную циркуляцию рабочей силы, что в свою очередь предполагает наличие законодательной базы по вопросам межгосударственного кадрового обмена.

И это только наиболее значимые проблемы в области миграции. При этом нельзя забывать о демографических, социальных, культурных, даже криминальных последствиях миграции.

### **Литература**

1. Воробьева, О. Д. Миграция населения / О. Д. Воробьева. - Москва, 2001. - Вып. 6 : Миграционная политика.
2. Молодикова, И. Основные этапы и методы регулирования трудовой миграции / И. Молодикова // Трудовая миграция в СНГ: социальные и экономические эффекты ; отв. ред. Ж. А. Зайончковская. - Москва, 2003.
3. Тарлецкая, Л. Международная миграция и социально-экономическое развитие / Л. Тарлецкая // МЭ и МО. - 1998. - № 7. - С. 140-145.

## **О ПРАВАХ ЗАКЛЮЧЕННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**О. В. Викулова, М. С. Стельмах**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Тозик

Посещение следственного изолятора (далее СИЗО), тюрьмы или исправительного учреждения (далее ИУ) оставит неизгладимое впечатление в психике каждого человека.

### **364 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности**

Число необоснованно осужденных граждан из года в год не сокращается и составляет 10-12 человек. Только в 2007 г. к уголовной ответственности незаконно привлечено 11 человек. Никто не застрахован от ошибок, это факт. С каждым годом сумма финансирования по статье «капремонт» все меньше. Как правило, в течение года выясняется, что денег недостаточно, и в соответствии с этим ущемляются права осужденных.

Первое, с чем встречается человек, попадающий в СИЗО Беларуси - это грязная, темная, непроветренная и переполненная камера.

В соответствии с частью 1 статьи 94 УИК Республики Беларусь «норма жилой площади на одного осужденного в исправительных колониях и тюрьмах не может быть менее двух квадратных метров...». Этот минимум не соблюдается даже приблизительно. Примерно на одного человека в камере приходится менее одного квадратного метра жилой площади. Кровати стоят в 2-3 яруса, но их не хватает, обвиняемые вынуждены спать по очереди. Например, есть камеры, где на 15 квадратных метрах установлено 20 кроватей (спальных мест) и содержится по 30-35 человек. Если учесть, что туалет находится тоже в этой же камере и камера не проветривается (отсутствует вентиляция), а 20-30 человек постоянно курят, то неудивительно, что туберкулез самое распространенное заболевание в белорусских тюрьмах.

Например, в ПК-12 (Орша) 1275 осужденных с активной формой туберкулеза. В этой колонии все условия для лечения (99 % впервые судимых излечивает), но для достижения стойкой ремиссии нужно как минимум желание, как максимум - продолжение курса. На деле же, когда подходит амнистия (туббольной, как и все, имеет на нее право), недолеченный пациент возвращается в общество. В одном из отрядов колонии 116 человек, которых лечить уже бесполезно, но когда «прозвонит звонок», нельзя будет не отпустить и их...

После колонии людей надо лечить в диспансере по месту жительства, - озвучил алгоритм этого процесса начальник ПК-12 Владимир Скоморох. За месяц до освобождения направляется извещение в диспансер по месту жительства, где указывается группа болезни, результаты обследования, на руки выдается выписка из медицинской карты.

В камере темно как в подвале. На окнах кроме решетки установлены еще и «решки», через которые свет почти не проходит. Летом жара более 25-30 °С, зимой холод, температура часто не превышает 10-14 °С.

В камере теплой воды нет никогда, есть только холодная, да и та часто ржавая, и с подозрительным запахом. А постирать свою одежду и нижнее белье в СИЗО - большая проблема. Администрация СИЗО в стирку вещи осужденных и обвиняемых не принимает, а условий постирать свои вещи в камере нет.

Из-за отсутствия модернизации теплоузла десятки лиц продолжают содержаться в помещениях подвального этажа изолятора. А там в некоторых камерах даже нет санузла.

Лица, находящиеся в СИЗО, как правило, одеты в то, в чем их задержали. Многие люди - в оборванной и грязной одежде. Согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 15 сентября 2006 г. № 1219 «Об установлении норм снабжения вещевым довольствием осужденных, отбывающих наказание в исправительных учреждениях», лицам в СИЗО, заключенным под стражу, должны выдавать вещи. Но этого не делается вовсе.

Информация о положенном вещевом довольствии от обвиняемых администрацией СИЗО скрывается, как и другая правовая информация. Те из лиц, заключенных под стражу, кто пытается получить данную информацию или добиться выдачи вещевого довольствия, соблюдения санитарных и других норм, подвергаются преследованиям со стороны администрации, вплоть до пыток и издевательств.

Вши, чесотка и другие паразиты - норма в СИЗО. Какая-либо реальная медицинская помощь в СИЗО отсутствует. Система проверки и учета выданных лекарств больному несовершенна. Такая система позволяет разворовывать медикаменты должностными лицами и медперсоналом СИЗО, ничего толком не выдавая осужденным. Пожаловаться больному некому, да и не дадут.

Питание в СИЗО, в тюрьмах и ИУ некачественное и не соответствует нормам, утвержденным Советом Министров Республики Беларусь от 21 ноября 2006 г. № 1564 «Об установлении норм питания и норм обеспечения средствами личной гигиены лиц, содержащихся в учреждениях уголовно-исполнительной системы и лечебно-трудовых профилакториях Министерства внутренних дел». Реальный контроль над качеством и количеством питания отсутствует.

Посуда, в которой подают пищу, часто плохо помыта и от ее вида пропадает всякий аппетит. Выбирать не приходится, все обязаны есть то, что принесут. А приносят:

- 200 г воды, в которой 20-30 г крупы (каша);
- 500 г воды, в которой находится 20 г картошки и немного кислой капусты (суп) - вот и весь обед. Плюс хлеб непонятного качества.

По нормам питания для осужденных должны давать в день: 500 г картофеля, 250 г овощей, 100 г круп, 70 г рыбы, 70 г мяса и многое другое, но все это «пропадает» по пути в камеру, хотя из государственного бюджета деньги на эти продукты выделяются.

Необоснованная закрытость системы исполнения наказаний исключает возможность реального контроля. Подача жалоб по поводу качества и количества в питании жестко пресекается администрацией СИЗО, тюрьмы, ИУ, вплоть до оскорблений, унижений, физической расправы и наложения взысканий (помещение в штрафной следственный изолятор, лишение положенных свиданий с родными и т. п.).

Все жалобы и заявления подаются только через администрацию СИЗО или тюрьмы. Сама процедура подачи жалоб и заявлений устроена так, что решение о регистрации и отправке жалобы или заявления принимается администрацией учреждения. Именно она решает, что сделать с этим обращением: отправить адресату или выбросить в мусорную корзину. Более 95 % жалоб и заявлений выбрасывается администрацией СИЗО в корзину. Такая ситуация во всех тюрьмах и ИУ Беларуси. Сложно вызвать в СИЗО, тюрьму, ИУ прокурора. Приходится несколько раз объявлять голодовки (отказ от приема пищи), чтобы добиться встречи с прокурором.

Правовая помощь в ИУ и тюрьме практически полностью отсутствует. Добиться получения правовой помощи в «зоне» обычному осужденному невозможно. «Зона» в Беларуси - это государство в государстве, где прекращают действовать законы. И это основная проблема белорусских колоний, тюрем, СИЗО.

Только предав широкой огласке проблемы белорусских тюрем, можно решить накопившиеся там проблемы.

Осужденным в белорусских тюрьмах и колониях запрещают изучать законы и правила, по которым они должны отбывать срок. Самые секретные книги в «зоне» - это УИК (уголовно-исполнительный кодекс), ПВР (правила внутреннего распорядка в ИУ), нормы вещевого довольствия и питания осужденных, инструкции по оказанию медицинской помощи осужденным. За требования этих книг можно оказаться в ШИЗО (штрафной изолятор).

Департамент исполнения наказания Республики Беларусь - это ведомство, которое непосредственно занимается исполнением наказаний в Республике Беларусь. Все начальники колоний, СИЗО, тюрем, ИУОТ (исправительных учреждений откры-

## **366 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности**

того типа - «химия») и прочих мест, где содержатся обвиняемые или отбывают наказание осужденные по приговору суда, назначаются и подчиняются этому департаменту.

ДИН МВД Республики Беларусь - основное ведомство, которое решает все вопросы, связанные с условиями содержания, переводом осужденных из ИУ в ИУ, досрочно-условным освобождением, медицинским обслуживанием, питанием, воспитанием, трудоустройством в колонии, условиями труда, получением свиданий, посылок осужденными и т. п., с которыми сталкивается осужденный или лицо, заключенное под стражу.

Родные, близкие и знакомые осужденных могут записаться на прием к начальнику ДИН МВД Республики Беларусь или к его заместителям и постараться разрешить свои накопившиеся вопросы, связанные с отбыванием наказания или условиями содержания под стражей. Прием ведется не реже одного дня в неделю, осуществляется по "живой» очереди, по предварительной записи по телефону.

Необходимо обращаться туда как можно чаще. Этим можно оказать большую помощь своим родным и близким, оказавшимся в СИЗО или ИУ. По этому же адресу можно написать заявление или жалобу, связанную с условиями содержания, быта, труда, питания и т. п. в СИЗО, колонии, тюрьме, ИУ.

У нас есть альтернативные меры наказания - штраф, исправительные работы, ограничение свободы. Их надо шире применять за совершение менее тяжких преступлений либо преступлений, не представляющих большой общественной опасности, тем самым уменьшая численность заключенных и улучшая их условия содержания.

Надо выстроить систему так, чтобы отслеживать ход финансирования от момента, сколько выделяется из государственного бюджета до освоения их в СИЗО.

Основная цель - изменение униженного и бесправного положения осужденных в тюрьмах и колониях Беларуси. Необходимо предать огласке те вопиющие нарушения прав осужденных и неисполнение закона администрациями ИУ, и только тогда можно начать решать многочисленные проблемы, накопившиеся в «зонах». Задача - убедить правительство в необходимости увеличения финансирования, а задача руководителей учреждений - в течение года освоить выделенные средства, и об этом нужно думать годом раньше.

### **УСЫНОВЛЕНИЕ КАК ПРИОРИТЕТНАЯ ФОРМА УСТРОЙСТВА ДЕТЕЙ, ОСТАВШИХСЯ БЕЗ ПОПЕЧЕНИЯ РОДИТЕЛЕЙ**

**О. В. Пасенко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. В. Кучвальская

Дети-сироты и дети, оставшиеся без попечения родителей, - это трагедия нашего общества. В Беларуси их уже более 30 тысяч, и их количество постоянно увеличивается. В среднем на воспитание государству ежегодно «поступает» около 4 тысяч детей. В соответствии с международными документами и национальным законодательством основным направлением государственной политики по жизнеустройству детей, которые остались без попечения родителей, является передача их на воспитание в семьи. Действующее законодательство предусматривает различные варианты такого устройства: опека, приемная семья, патронатное воспитание. Наибольшее распространение получила такая форма устройства детей, как приемная семья. Спе-

специалисты считают, что популярность приемной семьи, в первую очередь, связана с лучшим материальным обеспечением этой формы устройства детей со стороны государства: приемному родителю выплачивается ежемесячная зарплата, пособие на ребенка, предоставляются определенные налоговые льготы. Если же подойти к выбору приоритетной формы их устройства с позиций детей, в интересах которых они должны существовать и совершенствоваться, то выяснится, что больше всего на свете они хотят обрести собственную настоящую семью. Знать, что их любят не за зарплату, а просто так, что их не выгонят и не бросят, что это их настоящая семья не понарошку, на время, а всерьез и навсегда.

Между тем, статистика свидетельствует, что самая желанная для детей форма их устройства, применяется совсем не часто. 12 тысяч детей в нашей стране имеют статус, необходимый для усыновления, усыновляют же ничтожно мало. В прошлом году в Беларуси новую семью нашли только 537 детей. Если проанализировать статистику усыновления по областям, то больше других - 103 ребенка - в 2008 г. усыновили жители Гомельской области. Приятно отметить, что в нашей области традиционно больше усыновлений в сравнении с другими регионами страны. В 2007 г., объявленном Годом ребенка, когда усыновление активно пропагандировалось в стране, белорусские граждане усыновили всего лишь на два ребенка больше - 539 детей. В 2006-м было усыновлено 337 детей, в 2005-м - 367 детей.

Анализ информации, касающейся усыновления, говорит о том, что усыновляются чаще всего дети до трех лет. Однако таких детей, состоящих на учете в банке данных на усыновление, не более тысячи. К тому же до 40 процентов воспитанников интернатных учреждений, ожидающих усыновления, из многодетных семей, где, как правило, трое и больше детей. Кроме того, усыновление ориентировано на максимально успешного ребенка. К сожалению, белорусские граждане в силу различных причин не готовы и часто не в состоянии усыновлять детей с особыми потребностями. Наибольшим интересом у потенциальных усыновителей пользуются здоровые дети в возрасте до года. Детей среднего и старшего школьного возраста усыновляют гораздо реже, чем маленьких. Из 9 тысяч детей, которые живут в интернатах и подлежат усыновлению, большинство уже вышли из этого возраста. Самая же непопулярная группа - 12-18 лет.

До недавнего времени белорусские ребяташки, оставшиеся без родителей, чаще усыновлялись иностранцами, нежели нашими гражданами. Так, в 2003 г. на международное усыновление были переданы 714 белорусских детей. Однако в дальнейшем заинтересованные ведомства посчитали, что такое «расточительство» национального генфонда при все ухудшающейся в республике демографической ситуации необходимо пресекать. В связи с произошедшими в этой области в 2004 г. изменениями в национальном законодательстве более строгой стала процедура предложения ребенка за рубеж. Национальный центр усыновления стал рассматривать заявления об усыновлении белорусских детей только от граждан тех стран, с которыми заключены соответствующие соглашения. В результате иностранными гражданами в 2008 г. усыновлено лишь пять белорусских детей. Двое из них усыновлены гражданами России, постоянно проживающими в Беларуси. Трое других усыновлены гражданами Италии, которая является единственной страной, с которой подписан протокол о сотрудничестве в сфере международного усыновления. В 2007 г. иностранные граждане усыновили 22 белорусских ребенка, в 2006 г. граждане Италии усыновили 37 детей. В итоге шансов обрести семью у брошенных своими родителями белорусских детишек почти не осталось: белорусы этого делать не хотят, а иностранцам не дают.

Для того чтобы выяснить причины, препятствующие усыновлению, был проведен опрос на эту тему в нашем университете. В качестве целевой группы были избраны студенты-сверстники и преподаватели. Результаты опроса огорчили. О готовности усыновить ребенка заявили только 27% опрошенных. И лишь 10% респондентов готовы усыновить ребенка с каким-либо заболеванием. В большинстве случаев готовность усыновить ребенка мотивирована желанием помочь ребенку, реже - невозможностью иметь своих детей. Практически все респонденты предпочитают усыновлять детей младенческого возраста. Большинство же опрошенных - это 73 % - на вопрос, смогли бы вы усыновить ребенка, ответили отрицательно. Подавляющее большинство при этом сослалось на отсутствие денежных средств, необходимых для обеспечения потребностей ребенка, наличие своих детей, нежелание заниматься чужими детьми, нехватку времени. Что касается мнения о необходимости материальной поддержки усыновляемых детей, то здесь все опрошенные сошлись во мнении: государство должно помочь таким детям в получении образования и жилья.

Наше небольшое и несовершенно исследование позволяет сделать вывод о том, что активизировать национальное усыновление можно было бы в том случае, если бы государство оказало усыновителям материальную поддержку. В настоящее же время усыновители в материальном плане оказываются в положении даже гораздо худшем, чем приемные родители. Поэтому для активизации национального усыновления необходимо, в первую очередь, предусмотреть реальную государственную поддержку в отношении семей, усыновивших ребенка. Совершенно очевидно, что такая поддержка со стороны государства должна проявляться в первую очередь в материальной помощи, в виде выплаты существенного единовременного пособия, а также ежемесячных выплат лицам, взявшим ребенка на воспитание в семью. Например, в США единовременная компенсация при усыновлении ребенка достигает 10 тыс. дол. плюс выплата ежемесячного достойного пособия. Даже на Украине размер такого пособия составляет два прожиточных минимума. Кстати, после принятия в этом государстве программы, предусматривающей для активизации усыновления ряд мер, в том числе и материального плана, украинцы стали усыновлять значительно больше детей. Так, если в 2005 г. на Украине было усыновлено около 1,5 тыс. детей, то в 2006 г., после введения в действие механизма «гроши ходят за дэтынаю», согласно которому деньги, предусмотренные бюджетом на содержание ребенка, стали передаваться непосредственно в семью усыновителя, - было усыновлено уже около 5 тысяч детей. В этой связи следует заметить, что в нашей стране на содержание одного ребенка в интернатах государство ежегодно тратит около 12-14 млн, но если учесть расходы на оздоровление, лечение, обучение, то в некоторых интернатах они превышают 20 млн руб. в год. И если бы их использовали по такой же схеме, как на Украине, то, очевидно, что количество усыновленных детей увеличилось бы и у нас. Во многих государствах также предусматривается снижение налогового бремени для родителей, усыновивших ребенка, введение значительных льгот при получении жилья для семей, в которых есть усыновленные дети, снижение оплаты за их обучение и оздоровление и т. д.

Еще одним препятствием на пути обретения брошенными детьми семьи является существование в обществе стереотипов о детях-сиротах, их плохой наследственности, врожденных пороках и т. п. Так, согласно данным нашего опроса, для подавляющего большинства важную роль играет информация о родителях усыновляемого ребенка. Естественно, что в большинстве своем они не являются носителями лучших человеческих качеств. Также понятно, что усыновляемые дети требуют особой заботы и внимания в силу того, что многие из них за свою небольшую жизнь пережили



множество драматических ситуаций. Для преодоления этого препятствия усыновители должны рассчитывать на постоянную поддержку специалистов-психологов, педагогов, врачей, социальных работников, помогающим семьям, усыновившим ребенка, справиться с возникающими в этом плане трудностями. Особенно это важно на начальном этапе установления межличностных контактов, «освоения» в чужой обстановке. Также необходимо стремиться к усовершенствованию действующего законодательства в части облегчения процедуры усыновления, а также расширения возможностей для усыновления одиноким лицам.

И все же самые главные препятствия на пути обретения брошенными детьми семей находятся не в материальном, а в духовном пространстве - в сложившейся в обществе системе ценностей. К большому сожалению, мы почти не имеем положительных примеров отношения к брошенным детям со стороны авторитетных в стране людей - политиков, звезд экрана, других «властителей дум» и «кумиров» молодежи, таких, как бывший канцлер ФРГ Шредер, актрисы Анжелина Джоли, Шэрон Стоун, Николь Кидман, усыновивших брошенных детей. И в этом направлении следует развивать систему духовно-нравственного возрождения семьи, повышать престиж многодетной семьи, отцовства и материнства.

Проблема социального сиротства свидетельствует о духовно-нравственном кризисе общества. Он не так зримо ощутим, как экономический, но более разрушительный по своей силе. Такого количества детей сирот, как сейчас, не было даже после войны. Равнодушие общества к брошенным детям усугубляет ситуацию. Выходцы из детских домов и школ-интернатов, как правило, не имеют необходимых жизненных навыков, трудно адаптируются в обществе, им тяжело создать крепкие семьи. В результате мы имеем социальное сиротство уже их детей. Есть отдельные семьи, где сиротство в пятом-шестом поколении.

Почти в половине случаев родителями брошенных детей являются люди, которые сами когда-то не знали семьи, воспитывались в детских домах и интернатах. Если сегодня мы подарим детям-сиротам родительскую заботу и тепло, завтра, создав семью, они не бросят своих детей.

### **ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ МОДЕЛИ АНТИМОНОПОЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)**

**Е. О. Герасимёнок**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель С. П. Кацубо

Антимонопольное регулирование в сочетании с поддержкой предпринимательства и организацией защиты прав потребителей служит одним из существенных условий социально-экономического развития.

В условиях финансового кризиса, поразившего экономические основы многих государств, данная тема для Республики Беларусь приобретает особую актуальность. Одним из путей выхода из него является развитие малого и среднего предпринимательства, позволяющего привлечь иностранные инвестиции и решить актуальные проблемы повышения эффективности производства и занятости населения. Однако в Беларуси оно в основном (около 40 %) развивается в сферах торговли и общественного питания [8]. Такая ситуация складывается из-за влияния крупных

### 370 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности

предприятий в остальных областях товарных рынков, существования угрозы поглощения, путем скупки акций, навязывания условий и т. п. В силу этого проблема эффективного антимонопольного регулирования приобретает особую значимость.

Антимонопольное законодательство представляет собой совокупность законов и других нормативно-правовых актов, регулирующих монополистическую деятельность хозяйственных субъектов; имеют своей целью ослабить негативные последствия деятельности компаний по использованию доминирующего положения на рынке в своих интересах, пресечь злоупотребления субъектами хозяйствования при осуществлении ими экономической деятельности.

Выделяют две, исторически сложившиеся, модели антимонопольного законодательства (далее - АЗ): американское антитрестовское законодательство и европейская модель антимонопольного законодательства. Западноевропейское АЗ допускает наличие монополий, но при этом практикует строгое регулирование их деятельности, прибегает к национализации предприятий регулируемых отраслей и управлению ценами на их товары и услуги. Антитрестовское законодательство США исходит из принципа запрета монополий, направлено на защиту олигополии как рыночного механизма и осуществляет антимонопольное регулирование через систему перераспределения капиталов, что позволяет оптимизировать отраслевой профиль хозяйственных субъектов в ходе таких операций, как слияние, поглощение, ликвидация и разделение. В этом состоит одно из важнейших отличий двух систем.

В США антимонопольную политику проводят: Антитрестовский отдел Министерства юстиции, Федеральная торговая комиссия (далее - ФТК), федеральные и местные суды. Основные функции Министерства юстиции - уголовное преследование и гражданский контроль (проведение уголовных антитрестовских мероприятий в течение 5-ти лет с момента совершения преступления). В Республике Беларусь этот срок составляет 3 года. ФТК имеет исключительное право контролировать нечестные способы конкуренции. Федеральные и местные суды занимаются рассмотрением гражданских исков. В рамках Евросоюза контроль за экономической концентрацией осуществляет Еврокомиссия по вопросам защиты конкуренции, руководствуясь едиными правовыми нормами в отношении контроля и регулирования агрессивных слияний и поглощений компаний в рамках ЕС. Кроме того, каждое государство-член ЕС имеет собственные антимонопольные органы.

Антимонопольные органы Республики Беларусь (Департамент ценовой политики при Министерстве экономики, управления ценовой политикой при облисполкомах) обладают полномочиями выносить соответствующие предписания хозяйствующим субъектам и госорганам, при невыполнении которых имеют право налагать административные штрафы. Штрафы применяются не за сам факт нарушения законодательства, а за невыполнение предписаний антимонопольных органов, кроме штрафов за непредставление информации [1]. Законы данного законодательства затрагивают только товарные рынки, оставляя без внимания рынок финансовых услуг.

К основным законодательным документам антимонопольного регулирования в США относятся: Акт Шермана (1890), который предполагает запрет трестов, практики монополизации торговли между штатами; Акт Клейтона (1914), который запрещает слияния при угрозе конкуренции и направлен главным образом против горизонтальных слияний; и Акт Робинсона-Пэтмана (1936), который предполагает запрет ценовой дискриминации и уголовную ответственность за политику хищнических (грабительских) цен с целью вытеснения конкурента с рынка.

Основой регулирующих мероприятий стран-членов Европейского Сообщества является Римский договор (1957), который: запрещает ограничительные соглашения

## **Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности 371**

между фирмами, осуждает злоупотребления доминирующим положением на рынке, предусматривает регулирование слияний, запрет слияний, ведущих к доминирующему положению, запрещает государственную помощь фирмам, искажающим торговлю между странами. Исключения предусматриваются в тех случаях, когда картели и доминирующие фирмы способствуют техническому или экономическому прогрессу в интересах покупателей (например, в случае кооперации в научно-технической сфере). Данное условие учитывается и в Республике Беларусь. Также каждая страна, входящая в ЕС, имеет свои государственные антимонопольные законы.

В Республике Беларусь антимонопольное законодательство более современное и состоит из: Конституции (статья 13); норм Гражданского кодекса (ГК); Закона «О противодействии монополистической деятельности и развитии конкуренции»; Закона «О естественных монополиях» и ряда других актов законодательства. Закон «О противодействии монополистической деятельности» является первым белорусским антимонопольным законодательным актом (1992) (в США первый антимонопольный закон принят на 100 лет раньше) и содержит элементы как европейской модели АЗ (основополагающий принцип - контроль над злоупотреблениями рыночной властью), так и американской системы антитрестовского законодательства (принцип запрета монополий) [4]. Кроме того, именно Республика Беларусь является государством, которое первым приняло законы в данной области на территории бывшего СССР (без учета Российской Федерации).

За нарушение антимонопольного законодательства в Республике Беларусь предусматриваются санкции: административно-правовые, гражданско-правовые и уголовно-правовые. Однако действенность санкций в значительной мере ослаблена: во-первых, их максимальная величина не превышает 1000 базовых величин (в ЕС штрафы могут даже превышать 20 млн евро) [5]; во-вторых, исчисление штрафа в единицах, не сопряженных с размером незаконно полученного дохода; отсутствие стимулов у участников оборота содействовать антимонопольным органам (в США, например, Министерством юстиции принята политика так называемой «снисходительности», которая позволяет компаниям, сообщившим о нарушениях антитрестовского законодательства и сотрудничавшим при расследовании уголовных дел, получить так называемую «амнистию») [5].

Таким образом, для того, чтобы ответственность стала реальным фактором, препятствующим нарушениям антимонопольного законодательства, и, как следствие, улучшилась конкурентная среда товарных рынков Республики Беларусь, на наш взгляд, необходимы:

1) ужесточение санкций за нарушение антимонопольного законодательства. В частности, увеличение размеров штрафов, именно за само нарушение АЗ, и применение уголовного наказания (по подсчетам антимонопольных органов штраф должен составлять 6-7-кратный размер прибыли либо убытков, нанесенных потерпевшей стороне);

2) разработки в сфере Программы ослабления наказания для предприятий, сотрудничавших с антимонопольными органами [2];

3) совершенствование работы антимонопольных органов, активизация их деятельности по обращению в суды с заявлениями о нарушении антимонопольного законодательства и самостоятельному рассмотрению дел в административном порядке [1];

4) законодателю работать над унификацией правовых норм антимонопольного законодательства Республики Беларусь с нормами стран ЕС;

5) совершенствование слаженности работы нормативно-правовых и экономических методов воздействия.

## 372 Секция IX. Правовое регулирование хозяйственной деятельности

### Литература

1. Бухарова, Н. А. Проблемы применения юридической ответственности за нарушение антимонопольного законодательства в Республике Беларусь / Н. А. Бухарова // Вестн. Высш. Хоз. Суда Респ. Беларусь. - 2006. - № 22. - С. 91-95.
2. Вопросы экономики. - 2007. - № 8. - С. 68-79.
3. Электронный ресурс: Антимонопольное законодательство РБ  
[//http://www.court.by/publications/announcements/19-2004/c28blc6c2d4486b8.html](http://www.court.by/publications/announcements/19-2004/c28blc6c2d4486b8.html).
4. Электронный ресурс: Антимонопольное законодательство РБ  
[// http://www.levonevski.net/pravo/kodeksy/uk/025 .html](http://www.levonevski.net/pravo/kodeksy/uk/025.html).
5. Электронный ресурс: Зарубежные модели антимонопольного законодательства  
[//http://www.konkir.ru/article.phtml?id=324](http://www.konkir.ru/article.phtml?id=324).
6. Электронный ресурс: О пресечении антиконкурентных соглашений  
[//http://www.levonevski.net/pravo/razdel8/num3/8d3470.html](http://www.levonevski.net/pravo/razdel8/num3/8d3470.html).
7. Электронный ресурс: О противодействии монополистической деятельности  
[//http://pravo2002.by .ru/baza/zakon/1992/zak00858.html](http://pravo2002.by.ru/baza/zakon/1992/zak00858.html).
8. Электронный ресурс: Проблемы МСП/<http://news.tut.by/130955.html>.
9. Электронный ресурс: Проблемы развития МСП  
[//http://www.belgazprombank.by/ppc/topartcll204.html](http://www.belgazprombank.by/ppc/topartcll204.html).

## Секция X ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ РЕЗКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В СИГНАЛАХ ДАТЧИКОВ

А. А. Новиков

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск*

Научный руководитель С. Б. Саломатин

Анализ временных рядов и проблема обнаружения изменения свойств стохастических сигналов в настоящее время превратились в интенсивно развивающиеся направления и находят применения в таких важных областях, как геофизика, медицинская и техническая диагностика, контроль технологических процессов, обработка сигналов.

В области технической диагностики одной из частных подзадач анализа временных рядов является разработка эффективных алгоритмов обнаружения разладки в датчиках с максимальным быстродействием и достоверностью. Например, при непрерывном контроле технологического процесса увеличение запаздывания в обнаружении разладки приводит к увеличению времени, в течение которого выпускается бракованная продукция, а увеличение частоты ложных обнаружений приводит к уменьшению выпуска продукции из-за остановок технологического процесса для его наладки. В такой постановке задачи алгоритм сводится к текущему анализу временного ряда. Следует отметить, что не требуется точно указывать момент времени, когда произошла разладка.

Стандартным предположением анализа временных рядов является предположение об устойчивых или слабо изменяющихся свойствах того механизма, который порождает данный временной ряд, поэтому в основном задача сводится к обнаружению резких изменений в свойствах анализируемого временного ряда [1].

В данной работе разработаны и исследованы на моделях и реальных сигналах текущие алгоритмы обнаружения скачкообразных изменений в датчиках.

Предполагается, что наблюдается кусочно-постоянный дискретный сигнал, возмущенный шумом:

$$y_n = \mu_n + \varepsilon_{n1} + \varepsilon_{n3}, \quad (1)$$

где  $\mu_n = \begin{cases} \mu_0, & \text{если } n \leq r-1, \\ \mu_1, & \text{если } n \geq r; \end{cases}$

$\varepsilon_{n1}$  – белый гауссовский шум  $(0, \sigma_1^2)$ ;  $\varepsilon_{n3(t)} = \varepsilon_{n3(t-1)} + \varepsilon_{n2(t)}$ ;  $\varepsilon_{n2(t)}$  – белый гауссовский шум  $(0, \sigma_2^2)$ .

Обнаружение скачка эквивалентно принятию гипотезы  $H_1$  (есть скачок,  $r \leq n$ ), когда она проверяется против гипотезы  $H_0$  (нет скачка). Поскольку наблюдения возмущены шумом, то принятие решения относительно одной из двух гипотез является случайным событием. В соответствии с теорией статистических решений принятие гипотезы может основываться на результатах анализа отношения правдоподобия [1], [2], [3]. Критерий отношения правдоподобия лежит в основе каждого из разработанных алгоритмов и одинаков для (3)–(5). Отношение правдоподобия вычисляется последовательно согласно (2).

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= y_t - \hat{\theta}_{t-1}, \\ s_t^{(1)} &= \varepsilon_t, \quad s_t^{(2)} = -\varepsilon_t, \\ g_t^{(1)} &= \max(g_{t-1}^{(1)} + s_t^{(1)} - v, 0), \\ g_t^{(2)} &= \max(g_{t-1}^{(2)} + s_t^{(2)} - v, 0).\end{aligned}\quad (2)$$

Тревога, если  $g_t^{(1)} > h$  или  $g_t^{(2)} > h$ ,

где  $g_t^{(1)}$ ,  $g_t^{(2)}$  – тестовые статистики;  $\hat{\theta}_t$  – оценка среднего.

Все модифицированные алгоритмы оценивают параметр  $\hat{\theta}_t$  рекурсивно. Поэтому вычислительная сложность и требуемый объем памяти минимальны. Ниже приведены три модификации алгоритма оценки среднего ряда, которые в совокупности с (2) образуют полный алгоритм обнаружения:

1. Алгоритм наименьших квадратов (3):

$$\hat{\theta}_t = \frac{1}{t - t_0} \sum_{k=t_0+1}^t y_k \quad \text{или} \quad \hat{\theta}_{t_{CURR}} = \frac{t_{PREV}}{t_{CURR}} \hat{\theta}_{t_{PREV}} + \frac{y_{t_{CURR}}}{t_{CURR}}, \quad (3)$$

где индексы *CURR* и *PREV* обозначают текущий и предшествующий моменты времени.

2. Рекурсивный алгоритм наименьших квадратов (4):

$$\hat{\theta}_t = \lambda \hat{\theta}_{t-1} + (1 - \lambda) y_t, \quad (4)$$

где  $\lambda$  – параметр регрессии.

3. Рекурсивный алгоритм Калмана (5):

$$\begin{aligned}\hat{\theta}_t &= \hat{\theta}_{t-1} + \frac{P_{t-1}}{P_{t-1} + R} e_t, \\ P_t &= \frac{R(P_{t-1} + Q)}{P_{t-1} + Q + R},\end{aligned}\quad (5)$$

где  $P_t$ ,  $R$ ,  $Q$  – ковариации шума оценки, измерения и динамического шума соответственно (задаются как исходные параметры).

Модель описания датчика включает три компоненты (рис. 1): 1) модель скачка, которая определяется величиной скачка ( $v$ ) и моментом наступления скачка ( $r$ );

2) аддитивная шумовая составляющая, характеризующая естественный шумовой фон ( $0, \sigma_1^2$ ); 3) аддитивная шумовая составляющая, характеризующая медленные блуждания амплитуды ( $0, \sigma_2^2$ ).

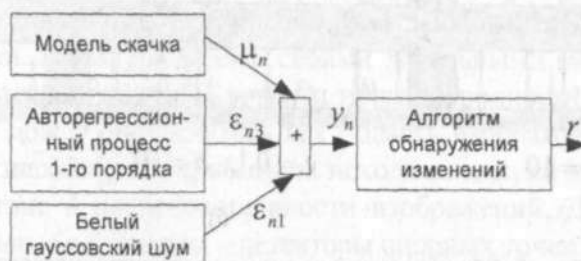


Рис. 1. Структура модели исследования

Проведено моделирование алгоритмов (3)–(5) в пакете Matlab методом Монте-Карло. Заданы следующие параметры моделирования:

$$\mu_n = \begin{cases} \mu_0 = 0, & \text{если } n \leq 200; \\ \mu_1 = 4, & \text{если } n \geq 200; \end{cases} \quad \sigma_1^2 = 1; \sigma_2^2 = 0,1; \nu = 1; h = 5; N = 520; \lambda = 0,7.$$

Результаты моделирования приведены на рис. 2. Вертикальными линиями на рисунке обозначены моменты обнаружения скачка.

Также проверено качество алгоритмов при анализе временных рядов с реальных датчиков. На рис. 3 приведены результаты испытаний алгоритмов на реальных сигналах датчика топливного инжектора автомобиля Volvo 850 GLT.

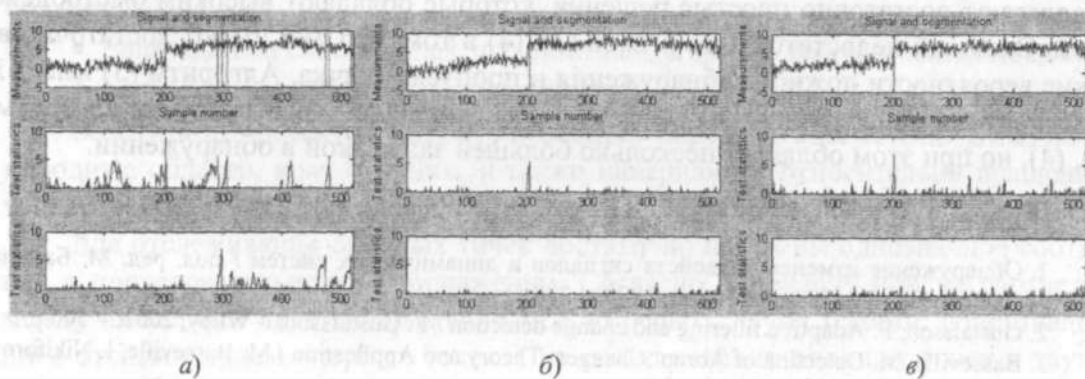


Рис. 2. Обнаружение скачка: а – алгоритм согласно (3); б – алгоритм согласно (4); в – алгоритм согласно (5)

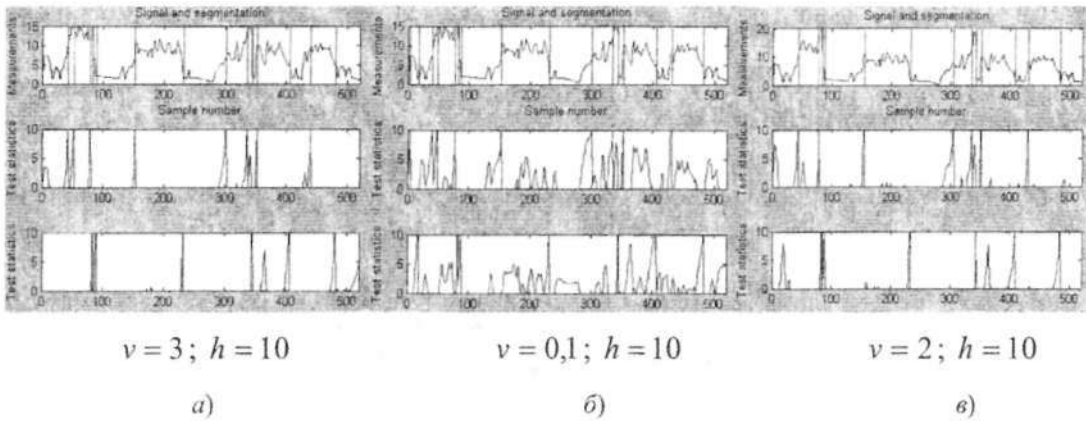


Рис. 3. Обнаружение скачков: а – алгоритм согласно (3);  
б – алгоритм согласно (4); в – алгоритм согласно (5)

Определено, что наилучшими характеристиками обнаружения по отношению к остальным алгоритмам обладает алгоритм (5). Наибольшим быстродействием обладает алгоритм (4). Среднее время до обнаружения после появления скачка для (3)-(5) соответственно 5, 2, 3 интервала дискретизации, а вероятности пропуска скачка (ложного обнаружения скачка) примерно 0,04(0,1); 0,02(0,02); 0,001(0,001).

В результате моделирования выявлена сильная зависимость качественных характеристик алгоритмов от предварительного выбора величины предполагаемого скачка  $v$  (варьировались от 0,1 до 3) и порога  $h$  (варьировались от 0,01 до 100). Для того, чтобы избежать подобную зависимость, необходимо: 1) получить априорные сведения о наблюдаемых процессах с целью выбора предполагаемой величины скачка [3]; 2) организовать рекурсивную оценку дисперсии сигнала и на основе полученных оценок осуществлять выбор порога  $h$  и коэффициенты для алгоритма Калмана (5).

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что алгоритмы (3), (4) предлагают достаточно простые решения, которые обладают высоким быстродействием. Весомый недостаток алгоритмов (3), (4) в том, что они имеют достаточно высокие вероятности ложного обнаружения и пропуска скачка. Алгоритм (5) имеет характеристики обнаружения, на порядок превосходящие характеристики алгоритмов (3), (4), но при этом обладает несколько большей задержкой в обнаружении.

#### Литература

1. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем / под. ред. М. Бассвиль, А. Банвениста. - Москва : Мир, 1989. - 279 с.
2. Gustafsson, F. Adaptive filtering and change detection / F. Gustafsson. - Wiley, 2001. - 500 p.
3. Basseville, M. Detection of Abrupt Changes: Theory and Application / M. Basseville, I. Nikiforov. - Prentice-Hall, 1999. - 445 p.

## АЛГОРИТМЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВИДЕОДЕТЕКЦИИ

**Е. А. Краснобаев**

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, Беларусь*

Научный руководитель А. С. Ключников

Как известно, одними из методов решения задач стабилизации видео, генерации панорам на основе множества снимков, трехмерной реконструкции архитектурных сооружений и местности являются методы нахождения соответствий между пиксе-



лями ряда изображений, некоторой реальной сцены. Такие пиксели являются опорными точками, находя которые в ряде изображений можно судить о смещении кадров относительно друг друга. Этим же способом возможно определять и смещение некоторых областей изображения относительно неподвижной либо равномерно движущейся камеры, то есть – задачу слежения.

Под опорными точками или «особенностями изображения» понимают некоторые изолированные точки, характеризующиеся своими локальными окрестностями. Опорные точки характеризуются как разрывы яркости или однородности в изображениях. В целом, опорная точка может определяться как область изображения, обладающая более существенными признаками, чем яркость, и, исходя из них, ей может быть найдено однозначное соответствие в последовательности изображений. Для нахождения их используются специальные алгоритмы – детекторы опорных точек.

Наиболее известным детектором опорных точек – углов и граней – является детектор Харриса [1]. Сущность алгоритма детектора Харриса заключается в вычислении взаимной корреляции окна поиска  $I(x, y)$  в точке  $(x, y)$  размера  $w$  и сравнении его изображения с окном, смещенным на незначительную величину  $(\Delta x, \Delta y)$  в различных направлениях от угла в некотором изображении. Для этого вычисляют матрицу:

$$C(x, y) = \begin{bmatrix} \sum_{x,y=1}^w I_x^2(x, y) & \sum_{x,y=1}^w I_x(x, y)I_y(x, y) \\ \sum_{x,y=1}^w I_x(x, y)I_y(x, y) & \sum_{x,y=1}^w I_y^2(x, y) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Анализируя собственные значения матрицы  $C(x, y) - \lambda_1$  и  $\lambda_2$ , определяют:

- Если  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  малы, изображения коррелируют и наблюдается однородная область.
- Если один из собственных значений мал, а другой велик, наблюдается грань.
- Если  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  велики, наблюдается угол.

В результате детектор Харриса позволяет определять не только углы, но и однородные области, края и линии, а также инвариантен относительно вращения точечных особенностей и, частично, аффинных преобразований.

Для отслеживания опорных точек достаточно найти им однозначное соответствие в последовательности изображений. Согласно [2] задачу поиска соответствий между пикселями двух изображений можно решать двумя путями: сопоставлением либо отслеживанием опорных точек. При сопоставлении опорных точек в двух изображениях  $I_1$  и  $I_2$  определяют, соответственно, два множества опорных точек  $\{x_i, i = 1 \dots n_1\}$  и  $\{x_j, j = 1 \dots n_2\}$ . При этом необходимо найти соответствие между опорными точками двух множеств на основании меры сходства их окрестностей.

Одним из наиболее распространенных способов вычисления сходства является вычисление коэффициента линейной кросс корреляции:

$$C = \frac{\sum_{i,j} I_{x_1}(i, j)I_{x_2}(i, j)}{\sqrt{\sum_{i,j} I_{x_1}(i, j)^2} \sqrt{\sum_{i,j} I_{x_2}(i, j)^2}}. \quad (2)$$

Также для определения меры сходства вычисляют функцию автокорреляции, по известной формуле:

$$C = \sum_{i,j} [I_{x_1}(i,j) - I_{x_2}(i,j)]^2. \quad (3)$$

В случае сходства окрестностей  $I_{x_1}$  и  $I_{x_2}$  коэффициент  $C$  будет максимальным.

Во втором подходе, при отслеживании опорных точек, для каждой опорной точки  $x_1$  из изображения  $I_1$  ищется вектор  $\mathbf{h}$  определяющий смещение точки  $x_1$  в изображении  $I_2$  в точку  $x_2$ . В соответствии с этим подходом, поиск опорных точек происходит только в первом рассматриваемом кадре видеопоследовательности, а в остальных ищутся вектора их смещения.

В известной работе [3] Б. Лукаса и Т. Канаде ищется минимум функции автокорреляции двух окон, смещенных относительно друг друга в двух изображениях на вектор  $\mathbf{h}$ .

Поиск вектора смещения  $\mathbf{h}$  осуществляется с помощью следующей итерационной формулы:

$$h_{k+1} = h_k + \frac{\sum_x w(x) I_2'(x+h_k) [I_2(x+h_k) - I_1(x)]}{\sum_x w(x) I_2'(x+h_k)^2}, \quad (4)$$

где  $w(x) = \frac{1}{I_2'(x) - I_1'(x)}$ .

Таким образом, на основании сформулированных методов обнаружения и отслеживания опорных точек, а также общей модели системы слежения представим алгоритм отслеживания движущихся объектов способом сопоставления опорных точек:

1. Поиск опорных точек  $\{x_i^n\}, i=1..k$  в кадре  $I_n$  и  $\{x_i^{n+1}\}, i=1..l$  в кадре  $I_{n+1}$  в соответствии с (1).

2. Для каждой точки  $\{x_i^n\}, i=1..k$  в кадре  $I_n$  определяется подмножество точек  $\{x_i'^{n+1}\}, i=1..k$  из кадра  $I_{n+1}$ , для которых  $|x_i^n - x_i'^{n+1}| < M$ .

3. Для каждой точки  $\{x_i^n\}, i=1..k$  из  $I_n$  определяется соответствие из  $\{x_i'^{n+1}\}, i=1..k$  в кадре  $I_{n+1}$  на основании меры сходства (2), (3).

4. Сегментация движения на основании величины смещения  $v_i$  в кадре  $I_n$  и  $I_{n+1}$  каждой пары согласованных точек.

5. Идентификация и выделение объекта по набору опорных точек.

6. Повторение пп. 1–5 для последующих пар видеок кадров.

На эффективность данного алгоритма во многом влияет выбор эффективного метода определения меры сходства окрестностей опорных точек. Величина  $M$  определяет возможную область смещения опорной точки (область поиска) и таким образом накладывает ограничение на скорость перемещения объектов между двумя соседними кадрами.

В свою очередь, общий алгоритм отслеживания движущихся объектов способом отслеживания опорных точек содержит следующие этапы:

1. Поиск опорных точек  $\{x_i^n\}$ ,  $i = 1..k$  в кадре  $I_n$ .
2. Для каждой точки  $\{x_i^n\}$ ,  $i = 1..k$  в кадре  $I_n$  вычисляется множество  $\{x_i^{n+1}\}$ ,  $i = 1..l$  в кадре  $I_{n+1}$  смещенных на  $h$ , на основании (4).
3. Определяется множество точек  $\{x_i'^n\}$ ,  $i = 1..k$  из кадра  $I_{n+1}$ , для которых  $h < M$ .
4. Сегментация движения на основании величины смещения  $h$  в кадре  $I_n$  и  $I_{n+1}$  каждой пары согласованных точек.
5. Идентификация и выделение объекта по набору опорных точек.
6. Повторение пп. 2–5 для последующих пар видеок кадров.

Сегментация движения происходит путем выделения множества пикселей изображения  $\{x_{v_i}^{n+1}\}$  с одинаковым значением и направлением величины  $v_i$  или  $h$ , кото-

рая выражает скорость перемещения  $i$ -й опорной точки.

В соответствии с алгоритмом, поиск опорных точек происходит только в первом рассматриваемом кадре видеопоследовательности, а в остальных ищутся только вектора их смещения. С одной стороны, это ускоряет алгоритм отслеживания, так как исключается поиск опорных точек в каждом кадре. Однако такой принцип создает возможность построения ложной траектории объекта, так как ошибочно найденное смещение опорных точек влечет к дальнейшему построению некорректной траектории. Это приводит к необходимости периодической проверки корректности найденного смещения опорных точек.

### Заключение

Таким образом, в статье разработаны алгоритмы выделения движущихся объектов методами сопоставления и отслеживания опорных точек. Также приведены способы нахождения опорных точек и методы нахождения соответствий между опорными точками в видеопоследовательности. Разработанные алгоритмы позволяют не только производить сегментацию движения в изображениях, но и выделять и отслеживать движущиеся объекты в пределах сцены.

### Литература

1. Harris, S. A combined corner and edge detector / S. Harris, M. Stephens // 4th Alvey vision conference, Manchester, UK, 1988. - P. 147-151.
2. Конушин, А. С. Алгоритмы построения трехмерных компьютерных моделей реальных объектов для систем виртуальной реальности : дис. канд. физ.-мат. наук: 05.13.11 / А. С. Конушин. - Москва, 2005. - 45 л.
3. Lucas, B. D. An iterative image registration technique with an application to stereo vision / B. D. Lucas, T. Kanade // 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '81) / Vancouver, BC, Canada, 1981. - P. 674-679.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ  
НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ****Е. И. Басюк, Г. Н. Грунтович***Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. В. Кругов

Вузовские программы общетехнических дисциплин, к которым относятся и электротехника, предусматривают в обязательном порядке проведение практических и лабораторных занятий. Эти занятия позволяют закрепить теоретические знания и выработать у студента определенные практические навыки. Кроме того, они помогают студенту развить в себе чувство количественных соотношений в исследуемой электрической цепи.

Лабораторные работы по электротехнике, как правило, проводятся на физических макетах. Необходимость в проведении таких практических работ неоспорима. Однако реальные лабораторные установки имеют ряд ограничений. Прежде всего, они недостаточно универсальны, количество их в лаборатории ограничено, работа на них небезопасна для студента и для самой установки. Такие работы выполняются, как правило, бригадой из нескольких человек, поэтому усложняется индивидуальное участие каждого в выполнении того или иного задания.

В последние годы все большее распространение получает так называемое дистанционное управление. При такой форме обучения студент практически не имеет возможности работы на реальных установках.

Цель настоящей работы - расширить возможности студента при освоении электротехники и помочь тем, кто учится самостоятельно, используя дистанционное или иные формы обучения.

Составление электрической цепи осуществляется программой AKNM Circuit Magic, которая позволяет при заданных параметрах электрических элементов, собранных в единую схему, определить такие характеристики, как ток, напряжение, значение потенциала. Наиболее распространены при таких расчетах методы уравнений Кирхгофа, узловых потенциалов и контурных токов. Правильность расчетов можно проверить, составив баланс мощности непосредственно в самой программе. В подобной виртуальной лаборатории можно использовать типовые модели лабораторных работ по электротехнике и установленные в компьютере программы Matlab с пакетами расширения Simulink 3, Power System Blockset, Control System Toolbox [1], [2].

Создание такой виртуальной лаборатории и ее применение имеет очень важное значение, поскольку в век развития информационных технологий весь человеческий труд заменяется машинным. Расчет электрических схем и их моделирование на ЭВМ позволяет с большой быстротой и точностью рассчитать всю схему, определить ее параметры и получить готовый результат.

Программа AKNM Circuit Magic 1.0 - программа расчета электрических цепей постоянного и переменного тока в общем виде. Включает удобный редактор электрических схем и векторных диаграмм, модуль расчета токов и напряжений методом узловых потенциалов, контурных токов и по законам Кирхгофа, а также встроенный текстовый редактор для вывода результатов и всех этапов расчета электрической цепи. Программа предназначена в основном для студентов, изучающих теоретические основы электротехники (ТОЭ), основы теории цепей (ОТЦ), физику и рассчитана на студентов, инженеров и преподавателей. Circuit Magic может также применяться для различных инже-

нерных расчетов и в качестве редактора электрических схем и векторных диаграмм. Меню программы, а также ее интерфейс приведены на рис. 1.

В верхней части окна программы расположены основные специальные клавиши пунктов меню: **Файл**, **Правка**, **Контуры**, **Расчет**, **Сервис**, **Вид**, **Помощь**. Чуть ниже размещены условные значки нового документа, открытия из файла, сохранения и печати. Также расположена строка редактирования текста.

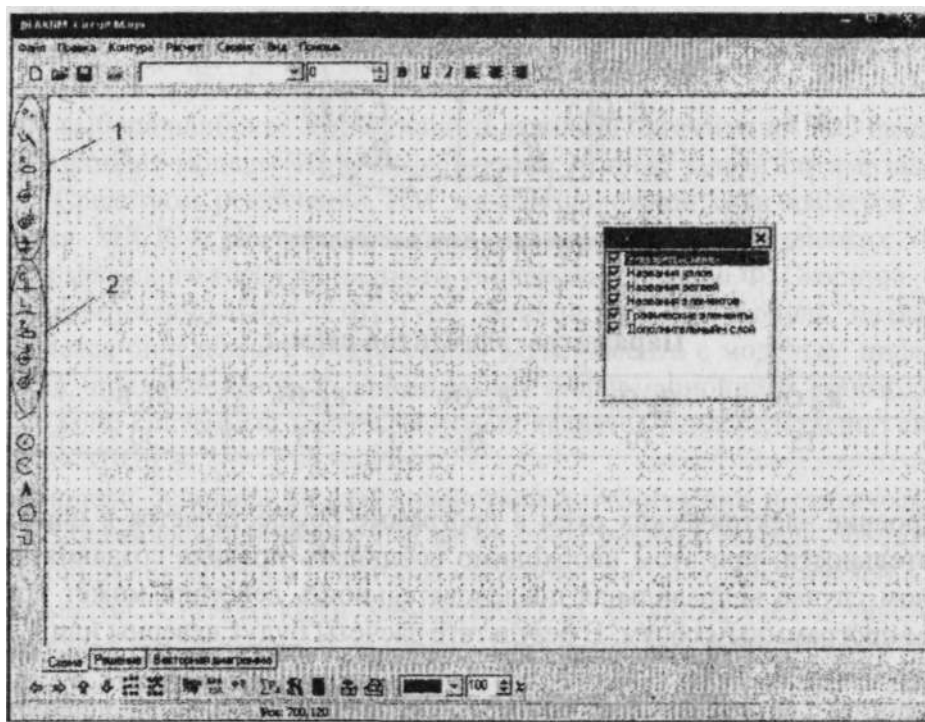


Рис. 1. Окно программы AKNM Circuit Magic

В правой части окна размещены элементы цепей постоянного и переменного тока. Они обведены красными эллипсами с цифрами 1 и 2 соответственно. Условные обозначения элементов цепей соответствуют требованиям стандарта.

В нижней части окна программы размещены клавиши **Схема**, **Решение**, **Векторная диаграмма**, переключение которых дает открытие окон исходных данных на составленной схеме, результатов расчетов и построение векторных диаграмм. Построение электрической схемы выполняется в программе AKNM Circuit Magic из исходного рисунка и параметров элементов цепи (рис. 2 и таблица).

Перед построением электрической схемы необходимо предварительно запустить программу AKNM Circuit Magic 1.0. На панели меню открыть **Файл - Новый**. Если имеются готовые электрические схемы соответствующего формата, то **Файл - Открыть схему**. Далее построение осуществляется по следующим шагам (все построения схемы осуществляются при помощи элементов, размещенных в левой части окна и обведенных на рис. 1 эллипсами 1 и 2).

Когда уже схема составлена, необходимо осуществить расчет. Для этого на главной панели меню нажимаем клавишу **Расчет** и выбираем один из методов рас-

чета. После выполнения расчета на нижней панели меню нажимаем клавишу **Решение**. Получаем результат в виде показаний приборов. Кроме того, можно вывести распечатку расчетов.

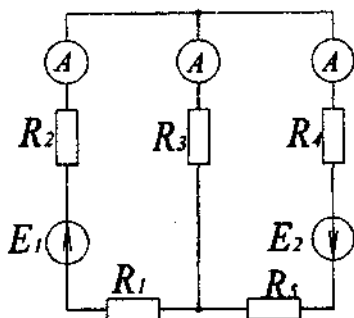


Рис. 2. Электрическая цепь постоянного тока

#### Параметры элементов схемы

$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$R_5, \text{ Ом}$	$E_1, \text{ В}$	$E_2, \text{ В}$
30	15	10	20	15	30	30

Построение электрических схем в программе осуществляется в определенной последовательности, при этом необходимо соблюдать правила создания контуров. В противном случае неправильная последовательность действий может привести к различным программным сбоям. В результате расчеты будут неверны или в целом не будут осуществлены.

Для работы с виртуальной лабораторией не требуется больших знаний компьютерной техники, достаточно только предварительно ознакомиться с программой и изучить все ее возможности. Если этого не достаточно, то в меню программы находится справка, которая разработана составителями программы.

#### Литература

1. Герман-Галкин, С. Г. Линейные электрические цепи : лаборатор. работы / С. Г. Герман-Галкин. - Санкт-Петербург : КОРОНА принт, 2007. - 286 с.
2. Прянишников, В. А. Теоретические основы электротехники : курс лекций / В. А. Прянишников. - Санкт-Петербург : КОРОНА принт, 2000. - 288 с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. Н. Кулага

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Беларусь*

Научный руководитель Е. И. Сукач

Основное назначение железнодорожной сети (ЖС) состоит в своевременной доставке грузов. Однако ограниченное количество перевозчиков, неудовлетворительные сроки доставки грузов, низкая возможность доставки груза к пунктам потребления снижает заинтересованность заказчиков в железнодорожных перевозках и

требует разработки мер, позволяющих минимизировать негативное воздействие указанных факторов.

Использование аналитических методов для решения проблем эффективного планирования грузовых перевозок ведет к ограничению задаваемых параметров [1]. Поэтому одним из вариантов комплексного решения данной проблемы является использование методов имитационного моделирования [2] для нахождения оптимального, с точки зрения финансовых затрат, плана формирования составов (ПФС) и, как следствие, решения задачи планирования необходимого объема ресурсов, предназначенного для бесперебойного исполнения плана перевозок при наличии случайных факторов, влияющих на исполнение этого плана.

С целью выбора наиболее эффективного варианта организации ЖС была разработана имитационная модель (ИМ), позволяющая решить задачи оптимизации грузоперевозок. Средством реализации ИМ железнодорожной сети является система моделирования MICIS4 [3], разработанная на кафедре математических проблем управления Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины.

ИМ имеет трехмодульную структуру: функциональный модуль, назначением которого является определение и реализация эксперимента с моделью; информационный модуль, предназначенный для описания информационного взаимодействия элементов модели; системный модуль, который является непосредственно системой моделирования MICIS4.

Работа модели основана на взаимодействии динамических и статических элементов ЖС. Динамический элемент ИМ вагон представлен в модели объектом. Состав, включающий локомотив и некоторое множество вагонов, представлен в модели массивом объектов. Статическими элементами ИМ являются узел и участок ЖС. Узел представляет собой объект и содержит следующие параметры: номер узла; название узла; парк вагонов и локомотивов; количество входов/выходов. Участок характеризуется пропускной способностью.

ИМ ЖС отображает множество однотипных операций, происходящих на станциях: прибытие поезда, переформирование и отправление на следующую станцию. Процессы, происходящие на станции, описываются в модели одним детерминированным алгоритмом, имеющим различные параметры для различных станций. Перемещение по участкам ЖС моделируется временной задержкой.

Для организации моделирования перемещения поездов используется специальная хэш-таблица (хранилище поездов), которая содержит в себе информацию о поездах, находящихся в пути. Каждый поезд имеет особый параметр - счетчик количества единиц модельного времени нахождения в пути. С течением времени этот счетчик уменьшается. Когда значение счетчика равно нулю, считается, что поезд прибыл на станцию.

Прибытие поезда на станцию означает поиск свободного пути для переформирования состава. Как правило, один свободный путь всегда есть в наличии на станции. В данный момент поезд рассматривается программой как массив объектов (вагонов). Далее идет обработка каждого вагона. Система анализирует станции назначения вагона. Если данная станция является конечной, то вагон отцепляется, разгружается и пополняет парк вагонов. Если нет, то вагон участвует в процессе переработки, который имитируется некоторой задержкой времени, рассчитанной с помощью функции распределения вероятности времени обслуживания вагона на сортировочной станции. В процессе переработки участвуют вагоны, поступившие из парка вагонов и прибывшие на станцию в некотором составе. Если при запросе вагона из парка вагонов получен отрицательный ответ, то в этом случае формируется определенное

событие и происходит отмена действия на данной итерации прогона ИЭ. Далее происходит поиск подходящего пути для формирования состава. Управляющая программа моделирования анализирует узел назначения вагона и в соответствии с ПФС определяет его путь. Если уже есть вагоны в попутном направлении, то данный вагон добавляется в формирующийся состав. Если же нет вагонов в нужном направлении, то этот вагон образует новый состав. В том случае, если на узле нет свободных путей для формирования состава, происходит отмена действия на данной итерации моделирования.

Исходными данными для ИМ являются: граф исследуемой железнодорожной сети  $G(N, U)$ ; ПФС, задаваемый массивом  $PFS = \|\| pfs_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ , элементами которого являются коды сортировочных станций, при перемещении вагона из пункта  $i$  в пункт  $j$ ; число входов/выходов для множества сортировочных станций ( $\|\| vs_i \|\|, i = \overline{1, N}$ ); матрица пропускных способностей ( $\|\| c_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}, u_{ij} \in U$ ); матрица стоимости перемещения вагона по участку дороги единичной длины из  $i$ -го узла ЖС в  $j$ -й узел ( $\|\| qe_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}, u_{ij} \in U$ ); матрица длин участков ЖС ( $\|\| l_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}, u_{ij} \in U$ ); число видов составов, составляющих транспортный поток ( $M$ ); матрица, определяющая структуру поездопотоков ( $STR = \|\| F_{ij}(\mu) \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); матрица, определяющая интенсивность поступления различных видов составов в ЖС ( $INT = \|\| F_{ijk}(\gamma) \|\|, ij = \overline{1, N}, k = \overline{1, M}$ ); матрицы времени/стоимости обслуживания составов на сортировочных станциях ( $\|\| F_{kij-p}(\tau) \|\| / \|\| F_{kij-p}(\psi) \|\|, k = \overline{1, M}, i, j, h = \overline{1, N}$ , где  $k$  – вид состава;  $i$  – станция отправления;  $j$  – станция назначения;  $p$  – сортировочные станции пути перемещения); параметры вагонов: интенсивность поступления местных вагонов на сортировочную станцию ( $\lambda_i = R_v(\nu), i = \overline{1, N}$ ); массу вагонов ( $mv = R_v(\phi)$ ); род подвижного состава ( $tv = R_v(\rho)$ ); станцию назначения вагонов ( $sn_i = R_{vi}(\sigma), i = \overline{1, N}$ ); параметры составов: массу составов ( $ms = R_s(\phi)$ ); скорость перемещения составов ( $\vartheta = R_s(\nu)$ ); количество вагонов ( $nv = R_s(\xi)$ ) в составах; вид составов ( $Z$ ).

В результате проведения ИЭ с моделью ЖС формируются следующие отклики: время перемещения вагонов из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения ( $\|\| t_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); стоимость доставки грузов из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения ( $\|\| q_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); расстояние из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения в условиях рассматриваемого ПФС ( $\|\| l_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); реализованная пропускная способность при перемещении из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения ( $\|\| pr_{ij} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); суммарное время простоя вагонов на сортировочных станциях при их перемещении из  $i$ -го пункта отправления в  $j$ -й пункт назначения ( $\|\| t_{-oj_{ij}} \|\|, i, j = \overline{1, N}$ ); грузонапряженность ЖС, которая является показателем уровня загрузки сети объемом транспортной работы и вычисляется по формуле  $GN = \sum_{ij \in N} l_{ij} \overline{p}_{ij} / \sum_{ij \in N} l_{ij}$ , где  $\overline{p}_{ij}$  – средняя величина перевезенного груза по участку ЖС.



Для определения эффективности ПФС используется комплексный показатель  $F_{JS} = (\|t_{ij}\|, \|q_{ij}\|, \|l_{ij}\|, \|pr_{ij}\|, i, j = \overline{1, N})$ . Нормирование элементов матриц показателя  $F_{JS}$  их максимальным значением позволяет выделить среди исследуемых направлений лучшее в смысле времени доставки, стоимости, расстояния и пропускной способности. При этом среди показателей времени, стоимости и расстояния выбираются направления с минимальными нормированными значениями, а пропускные способности анализируются с целью определения максимума. Рассмотрение комплексного показателя для различных сочетаний пунктов отправления и назначения:  $f_{ij}^* = \delta_1 \cdot t_{ij}^* + \delta_2 \cdot q_{ij}^* + \delta_3 \cdot l_{ij}^*$ , где  $t_{ij}^*$ ,  $q_{ij}^*$ ,  $l_{ij}^*$  – нормированные значения матриц показателя  $F_{JS}$ ,  $0 \leq \delta_i \leq 1$ ;  $\sum_{i=1}^3 \delta_i = 1$ ,  $\delta_i$  – коэффициенты важности откликов, позволит сравнить пути перемещения между собой и упорядочить их по эффективности. Интегральной оценкой варианта функционирования сети является пара значений  $(PRP^*, F^*)$ , где  $F^* = \sum_{ij} f_{ij}^*$ ,  $PRP^* = \sum_{ij} prp_{ij}^*$ ,  $prp_{ij}^*$  – нормированные значения пропускной способности. Она отражает реализуемую пропускную способность сети и эффективность организации варианта ЖС с учетом выбранных предпочтений.

#### Литература

1. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / под ред. П. С. Грунтова. - Москва : Транспорт, 1994.
2. Исследование вероятностных характеристик железнодорожной сети с использованием метода имитационного моделирования / И. В. Максимей [и др.] // Информационные системы и технологии : IV Междунар. конф., 4-6 нояб. 2008 г. / Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. - Минск : БГУ, 2008. - С. 149-154.
3. Задачи и модели исследования операций. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений : учеб. пособие : в 3 ч. Ч. 3 / И. В. Максимей [и др.]; под общ. ред. И. В. Максимей. - Гомель : БелГУТ, 1999. - 109 с.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПЕЗДОВ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

**Д. В. Ратобильская**

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Беларусь*

Научный руководитель Е. И. Сукач

Железнодорожный транспорт играет огромную роль в экономике страны. От его работы зависят развитие и нормальное функционирование предприятий промышленности, сельского хозяйства, снабжения и торговли. При этом работа железных дорог имеет свою специфику, связанную с непрерывностью осуществления перевозочного процесса не зависимо от времени года, суток или климатических условий. Важнейшее требование к работе железных дорог – обеспечение полной безопасности движения [1].

Актуальными экономическими задачами, стоящими перед железнодорожным транспортом, являются задачи повышения эффективности использования транспортных средств, ускорения оборота подвижного состава, увеличения массы и скорости движения поездов, т. е. повышение *пропускной способности* железнодорожной сети (ЖС) без ее реконструкции и нового строительства [2]. Повышение пропускной способности ЖС может быть достигнуто за счет организации эффектив-

ного управления движением поездов на участках. Для того чтобы сеть функционировала эффективно, необходимо, чтобы интенсивность планируемых потоков не превышала пропускную способность участка. С увеличением интенсивности поступления поездов плотность потока растет, этот рост возможен до определенного предела, после которого неизбежно возникновение простоев и, как следствие, снижение пропускной способности. Имитационное моделирование (ИМ) движения на участке ЖС, позволяющее определить оптимальные параметры организации движения, при которых пропускная способность будет максимальной, т. е. оптимизация организации движения поездов на участке, является *целью* данного исследования.

В данной работе предлагается использование компьютерной модели, позволяющей оценить эффективность использования конкретного участка пути и оптимизировать его работу. При этом в процессе моделирования решаются следующие *задачи*:

- составление и корректировка графиков движения поездов для исследуемого участка при различных исходных данных;
- определение характеристик движения поездов по участку ЖС, обеспечивающих оптимальную пропускную способность;
- оценка экономической эффективности предлагаемых решений в организации движения.

В основу построения модели положен принцип, используемый в теории массового обслуживания. Согласно принципу моделируемая система представляется в виде набора приборов массового обслуживания (ПМО), через которые проходит и обслуживается во времени (в соответствии с организацией системы и алгоритмами ее функционирования) поток заявок. Элементарными ПМО в модели являются участки пути, а заявками - поезда,двигающиеся по магистрали.

Управление процессом имитации осуществляется путем задания параметров движения (режим движения и скорость), технических характеристик поездов и данных о загруженности участка, которые организованы в таблицы базы данных.

База данных ИМ содержит следующие группы параметров:

- характеристики трассы (координаты пунктов отправления и назначения с соответствующими значениями ограничений скоростей; технические характеристики перегоночных участков с соответствующими для них ограничениями скорости движения);
- параметры подвижного состава (число вагонов в составе; вид и вес вагона);
- параметры организации движения (направление движения по магистрали; общее количество поездов, выпущенных на трассу за сутки; интервал времени отправления между поездами).

Откликами модели являются значения скоростей поездов на конкретных участках пути, временные интервалы прохождения данных участков, границы времени отправки и прибытия поездов, оптимальный порядок следования и показатель экономической эффективности.

Предлагаемая ИМ управления движением включает следующие блоки: блок задания начальных данных о плане и профиле конкретного перегоночного участка и движущихся по нему поездах; блок контроля безопасности; блок моделирования движения поездов по участку; блок управления и анализа.

*Блок задания начальных данных* организует ввод информации о длине исследуемого участка, характеристиках плана и профиля участка с привязкой к координатам; значениях и координатах ограничений скоростей (временные - допускаемые состоянием пути, и постоянные); способе организации движения поездов по участку; характеристиках подвижного состава.

В процессе моделирования поезд описывается множеством динамических и статических параметров: уникальным идентификационным номером, присваиваемым при введении в модель и содержащим информацию о категории, направлении следования, мощности локомотива, длине, массе; координатами местоположения и скоростью в текущий момент; временем выхода на следующий участок; номером текущего режима управления (режима экстренного или служебного торможения, выбега (движения по инерции), поддержания скорости, максимальной тяги).

*Блок контроля безопасности* обеспечивает соблюдение принципов безопасности организации движения, в процессе моделирования он отвечает за формирование массива безопасности. Каждому элементу массива соответствует значение максимальной скорости на участке пути, на котором в данный момент может находиться не более одного поезда. Длина участка определяется на основе расчета тормозного пути поезда и параметров движения поезда, идущего впереди. В массиве безопасности учитываются также максимально допустимая скорость движения по магистрали, ограничения на силу тяги, тормозная сила, ограничения на допустимое ускорение в соответствии с требованиями безопасности перевозки грузов.

*В блоке моделирования движения* организовано прохождение поездами исследуемого участка пути (обслуживание заявок прибором). Путь и график движения поездов определяются в блоке задания начальных данных. В соответствии с принципами СМО, для реализации параллельного продвижения нескольких поездов организуется очередь заявок - поездов, поступающих в модель. Очередь организована таким образом, что первым элементом в ней является заявка с минимальным временем, т. е. поезд, который раньше других вступил на участок.

При анализе заранее составленного графика движения в ИМ сравниваются заданное время обслуживания (прохождения участка) с модельным, таким образом выявляются резервы и узкие участки пути. В случае если график движения заранее не задан, по моделируемому участку без плановых ограничений по времени пропускается первый поезд из очереди, (полученные) параметры движения которого рассматриваются как идеальные. На движение всех последующих поездов накладываются ограничения массива безопасности (формируемого в процессе моделирования), сравнение с графиком движения не происходит.

*В блоке управления и анализа* организованы возможность управления порядком следования поездов и вывод полученных в процессе ИМ результатов. Для анализа степени значимости факторов организации движения также формируются выборки статистик ИМ, по которым вычисляются усредненные значения откликов моделирования.

Моделирование движения поездов по участку реализуется следующим *алгоритмом*. На первом этапе определяется максимально допустимая скорость, которую поезд может иметь на выходе исследуемого участка. Для этого сопоставляются соответствующие значения элементов массивов безопасности и ограничений, и выбирается наименьшее из них. Далее производится тяговый расчет и определяется скорость, которую поезд будет иметь на выходе из данного участка.

Если набираемая скорость меньше максимально допустимой, то это означает, что не исчерпан резерв повышения тяги. Производится сравнение с графиком: если опережение не происходит, то позиция управления двигателем повышается. Производится перерасчет набираемой скорости.

В процессе набора скорости максимально допустимая скорость может быть превышена. Для предотвращения этой ситуации производится проверка и, если не исчерпан резерв по понижению позиции управления, тяга понижается. Далее производится перерасчет набираемой скорости. При превышении максимальной скорости на магистрали в режиме экстренного торможения фиксируется факт аварийной ситуации.

Для поддержания движения по графику при его опережении производится переход с тяговых позиций управления на выбег и перерасчет набранной скорости.

После окончательного определения режима управления и скорости поезд продвигается, определяется время его хода по данному участку с вычисленной скоростью. Если скорость поезда равна нулю, то увеличение координаты не производится, а время движения увеличивается на определенный шаг времени стоянки.

После перемещения поезда на очередной участок пути изменяется взаимное положение поездов, возникает необходимость передачи информации о новом местоположении с целью корректировки массива безопасности.

При приближении поезда к месту ограничения скорости информация об этом передается на расстоянии, равном или большем чем тормозной путь. Служебное торможение уменьшает максимально допустимую скорость до значения скорости ограничения. При нарушении условий безопасности выбирается режим служебного торможения для остановки на минимально допустимом расстоянии сближения между поездами.

Таким образом, с помощью *имитационного моделирования*, на основании заданных характеристик магистрали и поездов и информации о путевой обстановке производится анализ организации сообщения на исследуемом участке пути ЖС, осуществляется расчет оптимальных скоростей и времени его прохождения.

*Результатом* проведенных исследований стала модель, позволяющая путем управления движением поездов (за счет совершенствования использования технических средств организации движения) повышать реальную пропускную способность исследуемых участков ЖС. При этом, в соответствии с решаемыми в процессе управления задачами, модель позволяет оценивать параметры заданных и составлять новые графики движения, определять характеристики и порядок следования поездов, обеспечивающие оптимальную загрузку участка, оценивать экономическую эффективность предлагаемых мероприятий, выявлять узкие места исследуемых участков.

#### Литература

1. Грунтов, П. С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / П. С. Грунтов. - Москва : Транспорт, 1994. - 543 с.
2. Определение интегрального максимального потока транспортной сети региона на основе имитационного моделирования / И. В. Максимей [и др.] // Информационные системы и технологии : IV Междунар. конф., 4-6 нояб. 2008 г. / Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. - Минск : БГУ, 2008. - С. 143-149.

### **СТАЦИОНАРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ОТКРЫТЫХ СЕТЯХ С ГРУППОВЫМ ПОСТУПЛЕНИЕМ ЗАЯВОК В ВИДЕ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ПОТОКОВ И ГРУППОВЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ В ФОРМЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ СМЕЩЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ**

**Е. В. Коробейникова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Рассмотрим открытую сеть массового обслуживания с конечным множеством узлов, занумерованных элементами множества  $J = \{1, 2, \dots, N\}$ . В узлы сети поступают независимые пуассоновские потоки групп заявок с параметром  $\lambda_i$  для узла  $i \in J$ . Далее предполагается, что когда система пуста, то в нее поступает простей-

ший дополнительный поток групп интенсивности  $\lambda_i^*$  для узла  $i \in J$ . Длительности обслуживания групп в узлах сети независимы, имеют показательное распределение с параметром  $\mu_i$  для узла  $i \in J$ . Размеры поступающих групп и требуемых для обслуживания групп – независимые, положительные, целочисленные случайные величины, распределенные по законам с функциями распределения  $A_i, A_i^*$  и  $B_i$  и функциями вероятностных масс  $a_i, a_i^*$  и  $b_i$ , соответственно для узла  $i$ .

Обслуженная в  $i$ -м узле неполная группа из  $k$  заявок мгновенно с вероятностью  $\pi_{i,j}$  направляется в  $j$ -й узел, а с вероятностью  $\pi_{i,0}$  покидает сеть ( $i, j = \overline{1, N}$ ;  $\sum_{j=0}^N \pi_{i,j} = 1$ ;  $\pi_{i,i} = 0$ ). Обслуженная в  $i$ -м узле полная группа из  $k$  заявок (вся очередь) с вероятностью  $\frac{b_i(k)}{B_i(k)} \alpha_i \pi_{ij}$  направляется в  $j$ -й узел, а с вероятностью  $1 - \frac{b_i(k)}{B_i(k)} \alpha_i \sum_{j \neq i} \pi_{ij}$  покидает сеть.

Очевидно, что для рассматриваемой модели сети, при  $i, j \in J$  и  $n = (n_1, n_2, \dots, n_N) \in Z_+^N$  вероятности перехода в сети будут:

$$\begin{aligned} q(\bar{n}, \bar{n} - k\bar{e}_i + k\bar{e}_j) &= \mu_i \pi_{i,j} b_i(k), \quad 1 \leq k < n_i, \\ q(\bar{n}, \bar{n} - k \cdot \bar{e}_i + k \cdot \bar{e}_j) &= \mu_i b_i(k) \alpha_i \pi_{ij}, \quad k = n_i, \\ q(\bar{n}, \bar{n} - k \cdot \bar{e}_i) &= \mu_i (\bar{B}_i(k) - \alpha_i (1 - \pi_{i,0}) b_i(k)), \quad k = n_i, \\ q(\bar{n}, \bar{n} - k \cdot \bar{e}_i) &= \pi_{i,0} \mu_i b_i(k), \quad 1 \leq k < n_i, \\ q(\bar{n}, \bar{n} + k\bar{e}_i) &= \lambda_i a_i(k), \quad n_i \geq 1; k \geq 1, \\ q(\bar{n}, \bar{n} + k\bar{e}_i) &= \lambda_i a_i(k) + \lambda_i^* a_i^*(k) 1_{\{0\}}(n_i), \quad k \geq 1, \end{aligned} \tag{1}$$

где  $\bar{B}_i(n_i) = 1 - \sum_{m=1}^{n_i-1} b_i(m)$ ;  $0 < \alpha_i < 1$ ;  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $\bar{e}_i$  – единичный вектор,  $i$ -я координата которого равна 1;  $1_A$  – индикаторная функция множества  $A$ .

Предположим, что решение существует в виде

$$P(n) = P_1(n_1) \cdot P_2(n_2) \dots P_N(n_N), \tag{2}$$

где

$$P_i(0) = \frac{\alpha_i (1 - c_i)}{c_i + (1 - c_i) \alpha_i}; \quad P_i(n_i) = \frac{(1 - c_i) c_i^{n_i}}{c_i + (1 - c_i) \alpha_i}.$$

Найдем поток заявок размера  $k$  на  $i$ -й узел:

$$\gamma_i(k) = \lambda_i a_i(k) + \sum_{j \neq i} \pi_{ij} \mu_j b_j(k) c_j^k.$$

Полный поток заявок на  $i$ -й узел:

$$\gamma_i = \lambda_i + \sum_{j \neq i} \pi_{ji} \mu_j \tilde{B}_j(c_j). \quad (3)$$

Следует ожидать, что для  $i$ -го узла будет справедливо следующее уравнение:

$$\mu_i(1 - \tilde{B}_i(c_i)) = \frac{\alpha_i(1 - c_i)}{c_i} (\gamma_i + \lambda_i^*). \quad (4)$$

**Лемма 1.** Для того чтобы при всех  $j \in J$  уравнения (4) имели корни  $c_j \in (0, 1)$ , необходимо и достаточно, чтобы выполнялись неравенства

$$\tilde{\Gamma}_j(1) + \lambda_j^* < \frac{\mu_j}{\alpha_j} m_{B_j}. \quad (5)$$

Эти корни при фиксированных  $\tilde{\Gamma}_j(1)$ ,  $\lambda_j^*$ ,  $\alpha_j$  и  $\mu_j$  единственные.

**Теорема 1.** Для того чтобы  $\left\{ P(n) = \prod_{j \in J} \frac{(1 - c_j)c_j^n}{c_j + (1 - c_j)\alpha_j} \right\}$  являлось стационарным

распределением  $X(t)$ , достаточно выполнение условий эргодичности  $\tilde{\Gamma}_j(1) < \mu_j m_{B_j}$ , выполнения неравенства (5) и

$$((\lambda_j^* + \gamma_j)(1 - c_j) + \gamma_j \frac{c_j}{\alpha_j})c_j^{n-1} + \frac{1 - \alpha_j}{\alpha_j} \gamma_j(n_j) \geq \frac{1}{\alpha_j} \sum_{k=1}^n \gamma_j(k) c_j^{n-k}, \quad (6)$$

где  $c_j$  – корни уравнений (4), принадлежащие  $(0, 1)$ . При фиксированных  $\lambda_j^*$  эти корни существуют, единственны и удовлетворяют неравенствам (5). При выполнении условий теоремы параметры дополнительного потока определяются из соотношения

$$\lambda_i^* \alpha_i^*(n_i) = ((\lambda_i^* + \gamma_i)(1 - c_i) + \gamma_i \frac{c_i}{\alpha_i})c_i^{n-1} + \frac{1 - \alpha_i}{\alpha_i} \gamma_i(n_i) - \frac{1}{\alpha_i} \sum_{k=1}^n \gamma_i(k) c_i^{n-k}. \quad (7)$$

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИРОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН ДЛЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Д. С. Емельянов

Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Т. А. Трохова

Автоматизация расчетов и моделирование процессов в обсадной колонне и за-трубном пространстве при проектировании по-прежнему является актуальной задачей, так как позволяя значительно повысить сроки и качество проектирования при строительстве нефтяных скважин, не нашла до настоящего времени должной реализации в специализированных системах автоматизированного моделирования и проектирования.

Разрабатываемая нами программа предназначена для моделирования и расчета такого необходимого элемента обсадной колонны, как центраторы.

Центрирование обсадной колонны является одним из важнейших технологических приемов, отсутствие которого не может быть восполнено ни одним из известных мероприятий, направленных на повышение качества крепления скважин. Центрирование способствует равномерному распределению цементного раствора вокруг обсадной колонны, повышает качество разобщения пластов, улучшает проходимость обсадной колонны.

На практике центрирования обсадных колонн применяют центраторы двух видов: пружинные разборные и жесткие неразборные.

Разработанная программа реализует следующие основные функции:

- ввод исходных данных для расчета процесса центрирования;
- расчет количества центраторов на сжатом и растянутом участке обсадной колонны;
- графическая интерпретация результатов расчета;
- ведение диалога с пользователем.

При вводе исходных данных одним из основных входных параметров является тип моделируемой скважины, выбираемый из списка. Далее пользователь вводит необходимые для расчета исходные данные, например: диаметр скважины, высоту подъема цементного раствора, угол наклона ствола скважины и т. д.

В программе предусмотрен расчет имеющихся на данный момент у нас в республике реальных скважин со стандартными параметрами. В этом случае число входных параметров значительно уменьшается. С другой стороны, пользователь может задать данные о скважине с произвольными параметрами и произвести для нее расчет.

Участок обсадной колонны, который подвергается цементированию, принято разделять на 2 части: растянутая и сжатая. Сжатый участок колонны расположен в нижней ее части. Растянутый участок занимает остаточную цементируемую часть колонны. В связи с этим расчет периода расстановки и количества центраторов производится отдельно для растянутого и для сжатого участка соответственно по отдельным формулам.

Алгоритм расчета таков: вначале вычисляется протяженность каждого участка, затем период установки центраторов и, наконец, зная период и длину участков, рассчитывается количество центраторов на каждом из них. Вычисленные значения отображаются в окне вывода результатов приложения. Для наглядной иллюстрации результатов предусмотрена функция, изображающая в определенном масштабе скважину с обсадной колонной и имеющимися на ней центраторами. При изменении данных можно наблюдать изменение угла наклона скважины, а также периода расстановки центраторов. Зачастую периоды расстановки центраторов малы по сравнению со всей глубиной скважины, поэтому возможна иллюстрация как всей скважины, так и двух отдельных ее участков в увеличенном масштабе.

Взаимодействие пользователя с приложением организовано понятно и доступно. Некоторые значения входных данных уже определены. Конечные выходные данные по рассчитанной скважине при желании можно сохранить в файле.

Разработанный программный продукт реализует основные требования расчета процесса центрирования обсадных колонн нефтяных скважин. В дальнейшем возможна модификация приложения, а также внедрение данного продукта в промышленную сферу с целью автоматизации расчета процесса центрирования.

Разработка программной части велась на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2005 (рис. 1).

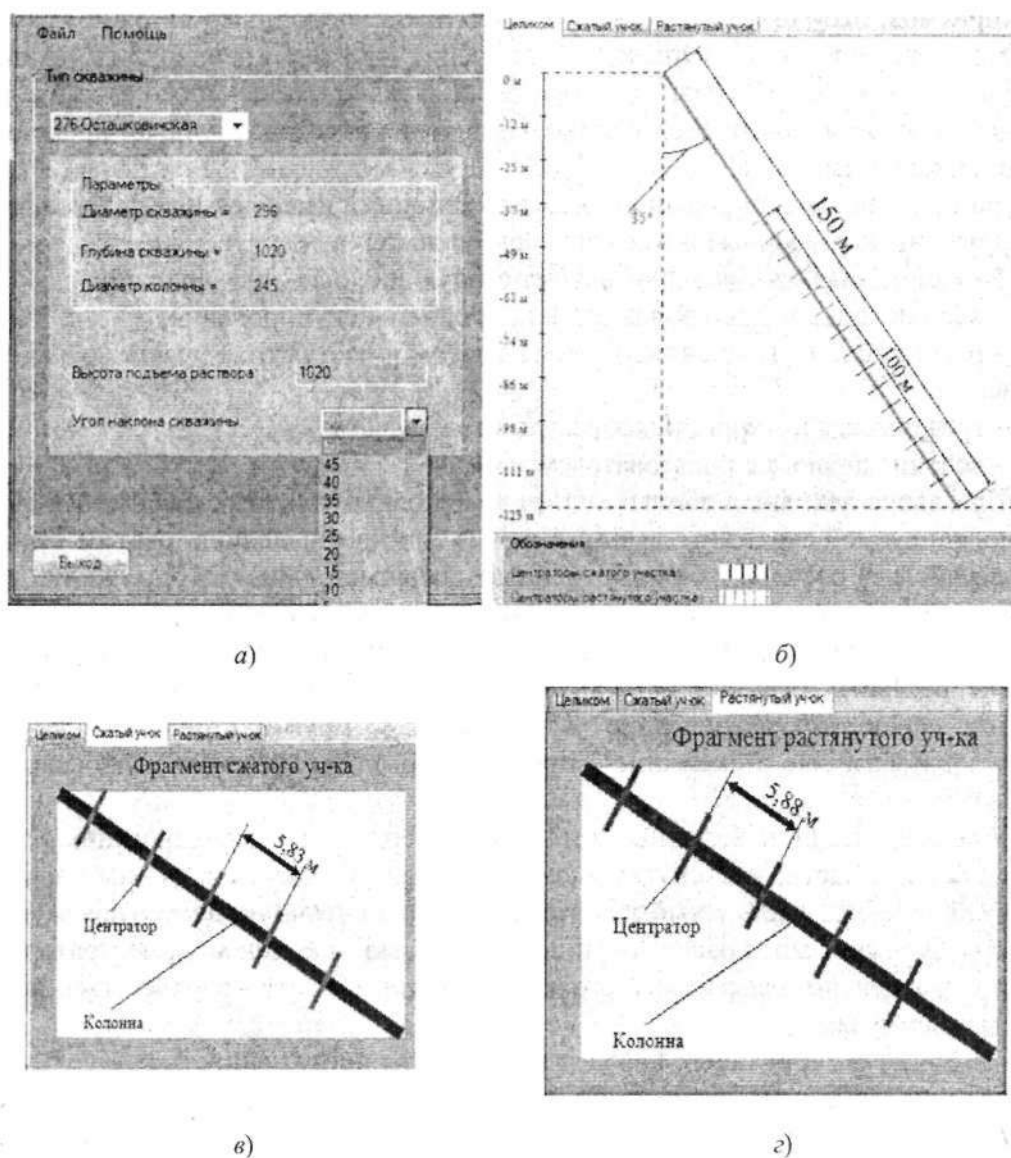


Рис. 1. Виды экранов при работе с программой расчета центраторов

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОГО РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

**В. В. Игнатенко, Е. А. Гапоненко, Е. Г. Сорокин**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: А. В. Михневич, Т. Л. Романькова

Целью данной работы является моделирование сложного реологического поведения жидкостей, используемых в современных гидравлических системах, с помощью механических аналогий.



Всесторонней характеристикой реологического поведения неньютоновских жидкостей пожелает служить предлагаемая авторами структурная диаграмма, состоящая из трех основных элементов: механический эквивалент упругости; механический эквивалент пластичности; механический эквивалент вязкого течения. Таким образом, предлагаемая механическая аналогия будет имитировать поведение вязкоупруго-пластичной сплошной среды. Математическое описание такой среды предложено в виде системы уравнения (1).

$$\left. \begin{aligned}
 p_{ij} &= \frac{E}{1+\nu} * \varepsilon_{ij}^{(e)} + \frac{\nu * P_{kk} * q_{ij}}{1+\nu} + 2 * \mu_0 * \varepsilon_{ij}^{(e)} \\
 \left\{ \begin{aligned}
 p_{ij} &= -P * q_{ij} + 2 * \left\{ \mu_0 + \frac{\tau_0}{\sqrt{2 * \varepsilon_{km}^{(p)} * \varepsilon_{km}^{(p)}}} \right\} * \varepsilon_{ij}^{(e)} \\
 \text{при } \frac{1}{2} * (P_{ij} * P_{ij}) &> \tau_0^2 \\
 \varepsilon_{ij}^{(p)} &= 0 \\
 \text{при } \frac{1}{2} * (P_{ij} * P_{ij}) &\leq \tau_0^2
 \end{aligned} \right\} \\
 \varepsilon_{ij}^{(e)} + \varepsilon_{ij}^{(s)} &= \varepsilon_{ij} \\
 \varepsilon_{ij}^{(e)} + \varepsilon_{ij}^{(s)} &= \varepsilon'_{ij}
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{ij}$  – тензор полных деформаций в полимерсодержащем разделительном смазочном слое.

Предлагаемая механическая аналогия представлена на рис. 1.

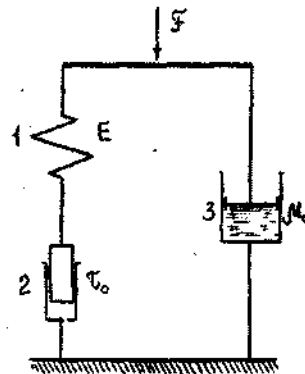


Рис. 1. Структурная диаграмма вязко-упруго-пластичности смазочного слоя: 1 – эквивалент упругости ( $E$  – модуль Юнга); 2 – эквивалент пластичности ( $\tau_0$  – предел текучести); 3 – эквивалент вязкого течения ( $\mu_0$  – обобщенный коэффициент вязкости);  $F$  – внешняя нагрузка

Принцип действия предлагаемой механической модели состоит в следующем. При приложении внешней нагрузки  $F$  развивается только упругая деформация в элементе упругости 1, кинетически заторможенная элементом вязкости 3, если воз-

никающие касательные напряжения в слое не превышают предела текучести  $\tau_0$  элемента пластичности 2.

Если касательные напряжения в слое, обусловленные внешней нагрузкой  $F$ , превышают предел текучести  $\tau_0$  элемента пластичности, то развивается также пластическая деформация (пластическое течение) элемента пластичности 2, аддитивная упругой деформации элемента упругости 1, также кинетически заторможенная элементом вязкости 3.

По мере увеличения нагрузки и уменьшения толщины слоя ослабляется зависимость толщины слоя от прилагаемой нагрузки, т. е. разделительный слой становится более твердообразным - повышается предел текучести слоя и, соответственно, повышается сопротивление нормальным нагрузкам.

Так как деформации упругого и пластического деформирования материала аддитивны, то на приведенной диаграмме эквивалентность упругости и пластичности соединены последовательно.

Развитие упругих и пластических деформаций в слое кинематически заторможено проявлением вязкостных свойств среды; поэтому эквивалент вязкого трения параллелен элементам упругости и пластичности.

Для упрощения математического описания и демонстрации механической аналогии был сделан ряд допущений, правомерность которых в некоторой степени дискуссионна: пластическая и упругая деформации в смазочном слое развиваются независимо друг от друга; явление «упрочнения» слоя (т. е. повышения предела текучести  $\tau_0$ ) при уменьшении его толщины может учитываться зависимостью  $\chi_0$  от толщины слоя  $b$ . В целом это допущение является общепринятым в механике сложных сред.

Предлагаемая структурная диаграмма допускает экспериментально наблюдаемое изменение реологических характеристик (упругости, пластичности и вязкости) при увеличении нагрузки  $F$ .

Для иллюстрации поведения сложных неньютоновских жидкостей, в частности, смазочных материалов, разработана программа, которая на базе описанной выше механической модели позволяет продемонстрировать вязкую, упругую и пластичную составляющие жидкостей при различных нагрузках (рис. 2).

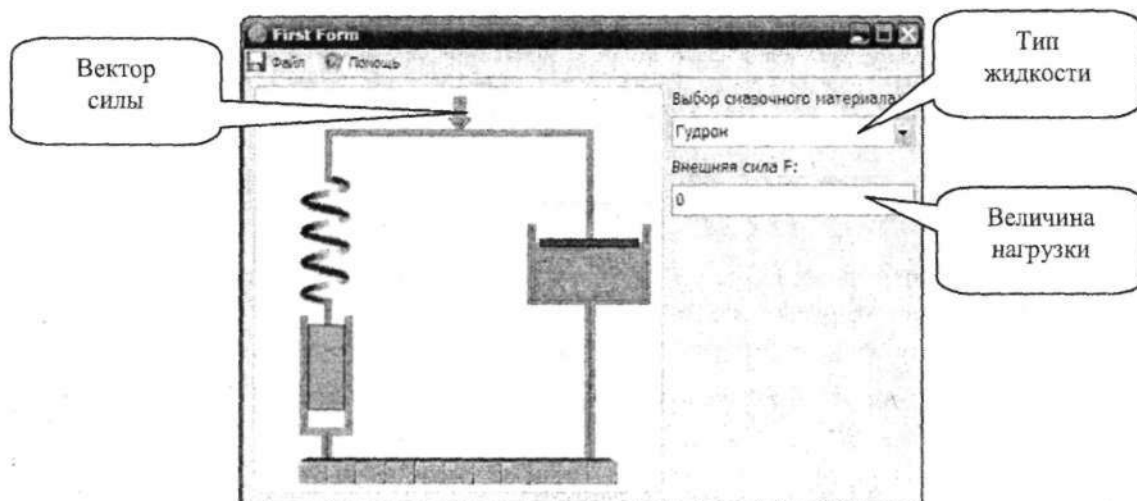


Рис. 2. Главная форма программы

Разработанное приложение позволяет наблюдать реакцию различных жидкостей в зависимости от приложенной нагрузки. Для этого необходимо выбрать тип жидкости из списка, затем либо задать значение силы, действующей на жидкость, в специальном поле, либо переместить вектор силы, используя мышь. На графическом поле отобразятся изменения, которые и будут демонстрировать реакцию.

На данном этапе имеется возможность демонстрации поведения трех жидкостей: гудрон, МС-20 и ВМ. При необходимости можно увеличить количество исследуемых жидкостей, создав файл со справочной информацией.

Изменение изображения зависит от типа жидкости, т. е. от коэффициента (предел текучести). Пока сила  $F$  будет меньше предела текучести, материал деформироваться не будет. Как только сила достигает предела текучести и превышает его, происходит деформация материала, проявляются его пластичные свойства.

Данная программа может использоваться для разных целей. Например, в учебном процессе при изложении лектором материала лекции. Это может упростить обучение, так как будут наглядно показаны свойства таких систем. Также программу можно использовать для ознакомительных целей студентами, будущими специалистами в данной области. В ближайшее время в программе планируется реализовать математическую модель, что позволит проводить исследования влияния нагрузок на толщину смазочного слоя и, следовательно, программа будет иметь практическое значение.

Таким образом, разработанная структурная диаграмма (механическая аналогия) составных реологических моделей (вязкопластичные, вязкоупругие, псевдопластичные и т. п. жидкости) значительно облегчает анализ реологического поведения сложных неньютоновских сред, а также синтез математического описания их реологических моделей.

#### Литература

1. Михневич, А. В. Исследование утечек жидкости в поршневых парах гидромашин / А. В. Михневич, Н. Н. Михневич // *Машиноведение-2008* : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., 23-24 окт. 2008 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. - С. 128-129.
2. Михневич, А. В. Исследование утечек жидкости в поршневых парах гидромашин / А. В. Михневич, Н. Н. Михневич // *Машиноведение-2008* : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., 23-24 окт. 2008 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. - С. 129-130.

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

**А. Г. Фарберов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Современная научная и инженерная деятельность акцентирует большое внимание на развитии и внедрении автоматизированных систем, связанных со стендовыми испытаниями материалов. Как правило, подобные системы обладают функциями выбора типа материала, определения его параметров путем связи испытательного стенда с программным комплексом и исследования полученной модели на оптимальность.

Кроме того, помимо исследовательской деятельности, стендовые испытания имеют большое значение в сфере сертификации выпускаемой предприятиями продукции.

Разработанный программно-технический комплекс, названный «Пресс-экспресс», предназначен для моделирования стендовых испытаний и исследования параметров смесей асфальтобетонных и асфальтобетона по СТБ 1115-2004 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний». Указанные смеси применяются для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов, городских улиц и площадей, дорог промышленных предприятий и пр.

Испытания проводятся с целью определения пределов прочности испытываемых образцов следующими методами:

- на сжатие;
- на растяжение при температуре 0 °С.

Программно-технический комплекс обеспечивает связь гидравлического пресса П-10, к которому подключены датчики давления и перемещения плиты пресса, с персональным компьютером посредством специально сконструированного устройства сопряжения (рис. 1). На компьютер передается информация с датчиков пресса, с последующей ее обработкой и анализом.



Рис. 1. Устройство сопряжения датчиков пресса с персональным компьютером

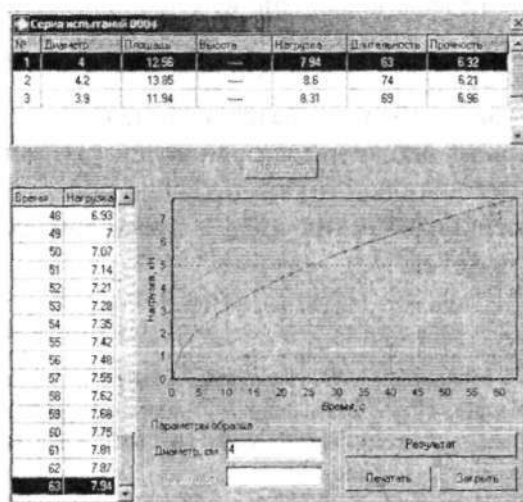


Рис. 2. Интерфейс программы (в процессе испытания)

Программный комплекс реализует следующие функции:

- ведение нормативно-справочной информации;
- проведение испытаний (работа с испытательной машиной);
- обработка результатов испытаний;
- выдача отчетных форм в соответствии с требованиями указанного выше стандарта.

Функции ведения нормативно-справочной информации заключаются в создании, корректировке и получении выборки из таких справочников условно-постоянной информации, как справочники «Операторы», «Материалы», «Заказчики» и настройки программы. Для реализации данной функции, а также хранения результатов проводимых испытаний была разработана локальная реляционная база данных средствами Paradox 7.

Функция проведения испытаний включает в себя три подготовительных режима, названных режимами настройки:

- режим настройки подключения технической части комплекса к компьютеру;
- режим настройки скорости движения плиты пресса;
- режим заполнения паспорта серии испытаний.

Одним из этапов разработки программной части комплекса явилось создание алгоритма обмена данными компьютера с датчиками пресса. Здесь особое внимание уделялось организации согласованной передачи данных и их корректному распознаванию. Поскольку передача данных от датчиков пресса персональному компьютеру осуществляется через промежуточное звено - устройство сопряжения, подключаемое к компьютеру посредством девятиконтактного разъема COM-порта, то для обмена информацией использовалась спецификация требований стандарта RS-232C. И несмотря на то, что практика использования COM-порта, а вместе с ним и указанного стандарта, устарела, выбор его был обусловлен тем, что все сигналы RS-232C передаются специально выбранными уровнями, обеспечивающими высокую помехоустойчивость связи. Обмен по RS-232C осуществляется с помощью обращений по специально выделенным для этого портам системной платы компьютера: COM1 (адреса 3F8h...3FFh, прерывание IRQ4), COM2 (адреса 2F8h...2FFh, прерывание IRQ3), COM3 (адреса 3F8h...3EFh, прерывание IRQ10), COM4 (адреса 2E8h...2EFh, прерывание IRQ11). Настройку всех параметров работы порта: выбор самого порта, скоростей обмена данными, количество бит данных пользователь и пр. пользователь может производить самостоятельно.

Областью возможного практического применения комплекса «Пресс-экспресс» являются лаборатории учебных заведений для дисциплин материаловедения, а также предприятия и исследовательские лаборатории дорожной и строительной отраслей.

Результатом разработки данного программно-технического комплекса явилось создание в лаборатории дорожных материалов учреждения образования «Гомельский государственный дорожно-строительный колледж» автоматизированного рабочего места оператора гидравлического пресса марки П-10.

Развитие программного комплекса «Пресс-экспресс» может заключаться во включении блока синтеза регрессионной модели по результатам серии испытаний и занесение модели в библиотеку для дальнейшего использования. Это позволит при хранении в базе данных помимо регрессионной модели еще и факторов, влияющих на нее, например, состава дорожного покрытия, создавать, опираясь на эти факторы и различные характеристики результатов, новые материалы, зная как тот или иной компонент дорожного покрытия или условия его эксплуатации (влажность воздуха, температура) влияют на его характеристики.

Разработка программной части комплекса «Пресс-экспресс» велась на языке Visual Pascal в среде Borland Delphi 7.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ С УЧЕТОМ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ НАГРЕВА**

**А. С. Харкевич**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

При проектировании (реконструкции) систем электроснабжения промышленных потребителей важным элементом является выбор проводников. Так как неправильный выбор может привести к поломкам, авариям на производстве с одной сто-

роны, завышению затрат на электроснабжение с другой стороны, актуальной является задача уточнения расчетных электрических нагрузок.

Выбор проводников, распределительных устройств в цеховых электрических сетях осуществляется, как правило, по условию нагрева:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p. \quad (1)$$

То есть длительно допустимый ток проводника  $I_{\text{доп}}$  определяется расчетным током группы электроприемников. При этом известно, что расчетный ток зависит не только от показателей работы электроприемников, но и от постоянной времени нагрева самого проводника  $T_0$ .

На основании вышеприведенного были поставлены следующие задачи:

1. Разработка алгоритма уточнения расчетной нагрузки и выбора сечений проводников.

2. Разработка программного обеспечения для реализации данного алгоритма.

Решение этих задач позволяет выбрать реальное сечение проводника и автоматизировать процесс уточнения расчетной нагрузки и выбора токоведущих частей.

В [1] для учета постоянной времени нагрева проводников при их выборе и согласовании с током срабатывания защитного аппарата разработан способ, основанный на итерационном алгоритме, сущность которого сводится к следующему.

1. По расчетному току  $I_p$  (исходя из условия (1)), пользуясь справочником, выбираем сечение кабеля  $F(0)$ .

2. По таблицам определяем постоянную времени нагрева для данного сечения. Пересчитываем коэффициент расчетной нагрузки  $K_p$  с учетом полученной постоянной времени нагрева относительно начальной постоянной времени нагрева по формуле

$$K_{p(i)} = 1 + \frac{K_{p(i-1)} - 1}{\sqrt{\frac{3 \cdot T_{0(i)}}{3 \cdot T_{0(i-1)}}}}.$$

3. Уточняем исходный расчетный ток по формуле

$$I_{p(i)} = I_{p(i-1)} \cdot \frac{K_{p(i)}}{K_{p(i-1)}}.$$

4. По уточненному значению расчетного тока  $I_{p(i)}$  по условию (1) выбираем проводник сечением  $F(i)$ . Если выбранное на данной итерации сечение не равно сечению, выбранному на предыдущей итерации, то расчет повторяют по пп. 2–4 до тех пор, пока сечения проводников на предыдущей и последующей итерации не будут совпадать.

На основании данного алгоритма с целью автоматизации расчетов было разработано в IDE Lazarus (язык Free Pascal) данное ПО. Программа изначально ориентирована на кросс-платформенность, на данный момент существуют версии для OS Linux, OS MS Windows. Так же предусмотрена расширяемость программы путем пополнения базы данных. Ниже приведены некоторые окна программы (рис. 1–3).

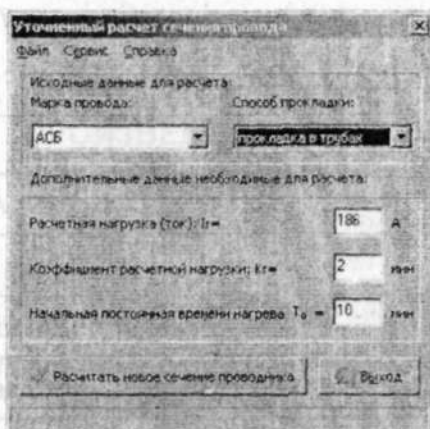


Рис. 1. Главное окно программы

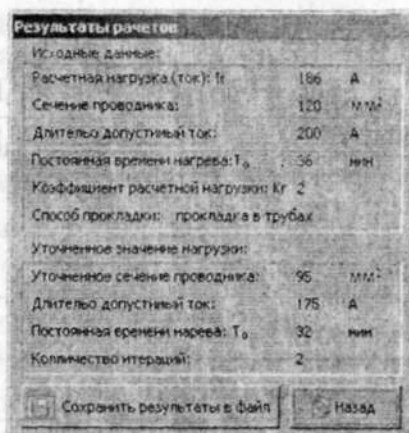


Рис. 2. Окно с результатами вычислений

Характеристики токоведущей части							
Способ прокладки:							
прокладка в трубах							
Сечение проводника	6	10	16	25	35	50	70
Постоянная времени нагрева (мин.)	6	9	12	17	19	23	27
Ток длительно допустимый (А)	30	39	55	70	85	120	140
Комментарий к таблице:							
Резиновая изоляция в трубах							
Добавить столбец				Удалить столбец			

Рис. 3. Редактирование базы данных

Некоторые результаты расчетов при помощи программы представлены в виде таблиц (табл. 1 и 2):

Таблица 1

**Результаты работы программы в области малых сечений**

Выбор проводников по условию нагрева	
Расчетная нагрузка	30 А
Коэффициент расчетной нагрузки	2
Выбранное сечение	6 мм <sup>2</sup>
Постоянная времени нагрева	6 мин
Длительно допустимый ток	30 А
Выбор проводников с учетом постоянной времени нагрева	
Уточненное сечение	10 мм <sup>2</sup>
Длительно допустимый ток	39 А
Постоянная времени нагрева	9 мин

Результаты работы программы в области больших сечений

Выбор проводников по условию нагрева	
Расчетная нагрузка	186 А
Коэффициент расчетной нагрузки	2
Выбранное сечение	120 мм <sup>2</sup>
Постоянная времени нагрева	36 мин
Длительно допустимый ток	200 А
Выбор проводников с учетом постоянной времени нагрева	
Уточненное сечение	95 мм <sup>2</sup>
Длительно допустимый ток	186 А
Постоянная времени нагрева	36 мин

Как видно из табл. 1, в области малых нагрузок полученные с помощью программы значения расчетного тока меньше длительно допустимого тока проводника, а в области больших нагрузок (табл. 2) больше. Стоит отметить, что это происходит за счет уточнения расчетной нагрузки. В области малых нагрузок постоянная времени нагрева менее 10 мин, и это ведет к завышению расчетного тока. Так как ток увеличился, нужно увеличить и сечение. В области больших нагрузок происходит совершенно противоположное. Таким образом, при выборе сечения проводников систем электроснабжения без учета постоянной времени нагрева, в области малых нагрузок, их значение занижено и это приведет к ускоренному износу проводников (изоляция) и увеличению аварийности, а в области больших нагрузок завышенное значение ведет к увеличению капитальных затрат.

В некоторых случаях при уточнении сечения итерационный процесс расходится, очевидно, что нужно принимать большее значение сечения (реализовано в программе, выводится соответствующее сообщение). В данном направлении ведутся исследования для исключения данного случая.

Таким образом, учет постоянной времени нагрева токоведущих элементов систем электроснабжения позволяет уточнить сечение, что способствует более надежному, экономичному и безопасному электроснабжению.

#### Литература

1. Колесник, Ю. Н. Способ учета постоянной времени нагрева при выборе проводников и их согласовании с защитным аппаратом / Ю. Н. Колесник, Д. С. Смягликов // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. - 2004. - № 3-4.
2. Рунов, Ю. А. Электроснабжение промышленных и сельскохозяйственных предприятий : курсовое и диплом, проектирование / Ю. А. Рунов. - Минск : Ураджай, 1998. - 270 с.
3. Ермилов, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Ермилов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1983. - 208 с.: ил.



## НАХОЖДЕНИЕ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПРИ КОТОРОЙ СУЩЕСТВУЕТ ФОРМА ПРОИЗВЕДЕНИЯ ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Д. Е. Храбров

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. В. Коробейникова

### Введение

В большинство задач массового обслуживания сводятся к определению существования стационарного распределения в форме произведения распределений, заданных по какому либо закону  $P(n_1, n_2, \dots, n_m) = P_1(n_1) \cdot P_2(n_2) \cdot \dots \cdot P_m(n_m)$ . Вся сложность и состоит в том, чтобы определить этот закон. В данной работе автором ставится задача, при помощи аппарата имитационного моделирования попробовать определить функцию распределения для  $P(n)$ , при которой будет существовать стационарное распределение в форме произведения. В дальнейшем можно попытаться аналитически доказать, что при заданном распределении существует стационарное распределение в форме произведения.

### Постановка задачи

Рассмотрим открытую сеть массового обслуживания с 2 узлами. В узлы сети поступают независимые стационарные пуассоновские потоки групп заявок. Длительности обслуживания групп в узлах сети независимые случайные величины. Размеры поступающих и требуемых для обслуживания групп – независимые положительные целочисленные случайные величины. Если сразу после окончания обслуживания группы в  $i$ -м узле остается  $n_i$  заявок, а размер разыгрываемой для обслуживания группы  $k_i \leq n_i$ , то прибор начинает обслуживать группу из  $k_i$  заявок. Если же  $k_i > n_i$ , то прибор захватывает на обслуживание неполную группу из  $n_i$  заявок. Группа заявок, обслуженная в  $i$ -м узле, мгновенно с вероятностью  $\pi_{ij}$  направляется в  $j$ -й узел, а с вероятностью  $\pi_{i0}$  покидает сеть.

### Основной результат

Для решения этой задачи была написана имитационная модель системы. Данная программа в заданном интервале моделирования для каждого момента времени запоминает количество заявок в очереди, а так же рассчитывает интенсивность потока заявок (среднее число заявок в единицу времени) и интенсивность потока обслуживания (единица делить на среднее время обслуживания). Так как заявки поступают в систему в случайные моменты времени и время их обслуживания тоже случайно, опираться на результаты единичного моделирования было бы неразумно. Поэтому для получения более точных результатов, для фиксированных параметров системы, необходимо многократно промоделировать данную систему на заданном интервале времени и усреднить результаты. Таким образом, мы получим усредненные значения интенсивности потоков заявок  $\lambda_1, \lambda_2$ , интенсивности потока обслуживания  $\mu_1, \mu_2$ , имитационные усредненные вероятности  $p_1(n_1), p_2(n_2)$  и вероятности  $p(n_1, n_2)$  того, что в первой очереди находится  $n_1$  заявок, а во второй  $n_2$ .

Теперь нам необходимо подобрать функции распределения  $F_1(n)$  и  $F_2(n)$ , которые будут наиболее точно описывать полученные вероятности  $p_1(n), p_2(n)$  и удовле-

творять условию  $p(n1, n2) = F1(n1) \cdot F2(n2)$ . Для этих целей используем регрессионный аппарат. В результате исследований получено, что наилучшей функцией, описывающей полученные вероятности, будет функция смещенного геометрического распределения.

$$P'(0) = P'_0, P'(n) = (1 - P'_0)(1 - c)^{n-1}, n = 1, 2, \dots$$

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИБРАЦИЙ СИСТЕМЫ

Ю. Ф. Икуас

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель А. А. Лобатый

В процессе эксплуатации оборудование, системы управления и аппаратура автоматических систем часто подвергаются воздействию вибраций, в виде случайных ускорений конструкции изделий, что может являться причиной их отказов. Источниками вибраций могут быть работающие силовые установки или внешние кинематические воздействия, например со стороны соответствующих транспортных агрегатов. Экспериментально установлено, что вибрации являются случайным процессом  $X(t)$ , корреляционная функция которого, как правило, аппроксимируется выражением

$$R_x(\tau) = D_x e^{-\alpha|\tau|} (\cos \omega_0 \tau + \gamma \sin \omega_0 |\tau|), \quad (1)$$

где  $D_x$  – дисперсия процесса  $X(t)$ ;  $\gamma$  – параметр, показывающий, что преобладает в корреляционной функции (1) убывание по экспоненциальному закону или периодические колебания с частотой  $\omega_0$ .

Случайный процесс с корреляционной функцией вида (1) описывается линейной моделью (формирующим фильтром) второго порядка с аддитивным шумом [1]:

$$\ddot{X}(t) + 2\xi\omega_0\dot{X} + \omega_0^2 X = N, \quad (2)$$

или в форме Коши с обозначениями  $X = X_1$ ,  $\dot{X} = X_2$

$$\dot{X}_1 = X_2, \quad (3)$$

$$\dot{X}_2 = -2\xi\omega_0 X_2 - \omega_0^2 X_1 + N, \quad (4)$$

где  $\xi = \frac{1}{\alpha}$  – коэффициент затухания;  $N$  – белый шум с интенсивностью  $G$ .

Отрицательное влияние процесса  $X(t)$  (вибраций) проявляется в превышении им некоторого допустимого уровня  $C$ , определенного для конкретного элемента системы (электронного или механического устройства). Превышение реализацией процесса  $X(t)$  уровня  $C$  называют выбросом случайного процесса [2].

Среднее число положительных выбросов  $X(t)$  за уровень  $C$  на интервале  $[0, T]$  случайно и определяется следующим выражением:

$$N_c(T) = \int_0^T \dot{X}(t) \delta[X(t) - C] \mathbb{I}[\dot{X}(t)] dt. \quad (5)$$

Подынтегральная функция в (5) вследствие свойств дельта-функции  $\delta[X(t) - C]$  и единичной ступенчатой функции  $\mathbb{I}[\dot{X}(t)]$  равна нулю всюду, кроме тех точек, где случайный процесс  $X(t)$  пересекает уровень  $C$ . В точках пересечения процессом  $X(t)$  уровня  $C$  интеграл скачком возрастает на единицу. Следовательно, интеграл (5) равен числу положительных пересечений случайным процессом  $X(t)$  уровня  $C$  на интервале  $[0, T]$ .

Математическое ожидание случайной величины  $N_c(T)$  вычисляется по формуле

$$M[N_c(T)] = \int_0^\infty \int_0^\infty N_c[T, X(t), \dot{X}(t)] f(X, \dot{X}, t) dX d\dot{X}, \quad (6)$$

где  $f(X, \dot{X}, t)$  – двумерная плотность вероятности случайного процесса  $X(t)$  и его производной  $\dot{X}(t)$ .

Разделив среднее число выбросов на интервале  $[0, T]$  (6) на длину интервала и учитывая свойства дельта-функции, получим интенсивность числа выбросов:

$$\lambda_c(T) = \frac{1}{T} M[N_c(T)] = \int_0^\infty \dot{X} f(C, \dot{X}) d\dot{X}. \quad (7)$$

Для гауссова процесса, обозначив  $f(X, \dot{X}) = f(X, \dot{X}, t)$ , имеем

$$f(X, \dot{X}) = \frac{1}{2\pi\sqrt{D_x D_{\dot{x}}(1-r^2)}} \exp\left(-\frac{1}{2(1-r^2)} \left[ \frac{(X-m_x)^2}{D_x} - \frac{2r(X-m_x)(\dot{X}-m_{\dot{x}})}{\sqrt{D_x D_{\dot{x}}}} + \frac{(\dot{X}-m_{\dot{x}})^2}{D_{\dot{x}}} \right]\right), \quad (8)$$

где  $m_x, m_{\dot{x}}$  – математические ожидания;  $D_x, D_{\dot{x}}$  – дисперсии процессов  $X(t)$  и  $\dot{X}(t)$ ;  $r$  – коэффициент корреляции  $X(t)$  и  $\dot{X}(t)$  соответственно.

$$r = r_{x\dot{x}} = \frac{R_{x\dot{x}}}{\sqrt{D_x D_{\dot{x}}}}, \quad (9)$$

где  $R_{x\dot{x}}$  – корреляционный момент (момент связи)  $X(t)$  и  $\dot{X}(t)$ .

Подставляя в (7) выражение для плотности вероятности  $f(X, \dot{X})$  (8), в котором заменен параметр  $X$  на  $C$ , получим

$$\lambda_c(T) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \frac{\dot{X}}{\sqrt{D_x D_{\dot{x}}(1-r^2)}} \exp\left(-\frac{1}{2(1-r^2)} \left[ \frac{(C-m_x)^2}{D_x} - \frac{2r(C-m_x)(\dot{X}-m_{\dot{x}})}{\sqrt{D_x D_{\dot{x}}}} + \frac{(\dot{X}-m_{\dot{x}})^2}{D_{\dot{x}}} \right]\right) d\dot{X}, \quad (10)$$

Для процесса, описываемого уравнениями (3)–(4), в установившемся режиме  $m_x = m_{\dot{x}} = R_{xx} = 0$  и

$$D_x = \frac{G}{4\xi\omega_0^3}, \quad D_{\dot{x}} = \frac{G}{4\xi\omega_0}. \quad (11)$$

В этом случае (при  $m_x = m_{\dot{x}} = r = 0$ ) интеграл (10) легко вычисляется и интенсивность выбросов определяется по формуле

$$\lambda_c(T) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D_{\dot{x}}}{D_x}} \exp\left(-\frac{C^2}{2D_x}\right). \quad (12)$$

При достаточно большом значении  $C$  ( $C \geq 3\sigma_x$ ,  $\sigma_x = \sqrt{D_x}$ ) выбросы стационарного процесса  $X(t)$  становятся редкими явлениями, а интервалы между выбросами будут настолько велики по сравнению с длительностью выбросов, что сечения случайного процесса, разделенные такими интервалами, будут практически независимыми. При таких предположениях закон распределения числа выбросов будет близок к пуассоновскому закону, для которого

$$P_m = P\{N_c(t) = m\} = \frac{(\lambda_c t)^m}{m!} \exp(-\lambda_c t), \quad (13)$$

где  $P_m$  – вероятность того, что число положительных выбросов за уровень  $C$  случайного процесса  $X(t)$  на интервале  $[0, t] \subset T$  равно числу  $m$ .

Вероятность отсутствия выбросов  $P_0$  и вероятность хотя бы одного выброса  $P_1$  на интервале  $[0, t] \subset T$  на основании (13) определяются выражениями

$$P_0 = \exp(-\lambda_c t), \quad P_1 = 1 - \exp(-\lambda_c t). \quad (14)$$

Выражения (11)–(14) позволяют оценить вероятностные характеристики случайного процесса с корреляционной функцией вида (1), описывающей воздействие вибраций на элементы системы в установившемся режиме. Например, при параметрах вибраций  $\alpha = 150$  1/с,  $\omega_0 = 200$  1/с и времени работы системы  $t = 20$  с при значениях  $C = 3\sigma_x$ ,  $C = 4\sigma_x$ ,  $C = 5\sigma_x$  в соответствии с формулой (12) интенсивности выбросов соответственно равны  $\lambda_c(T) = 0,44400$ ,  $\lambda_c(T) = 0,01360$ ,  $\lambda_c(T) = 0,00016$ . Вероятность хотя бы одного выброса (выхода из строя чувствительного элемента системы), вычисленная по формуле (13) для трех уровней, равна  $P_1(C = 3\sigma_x) = 0,9998$ ,  $P_1(C = 4\sigma_x) = 0,2381$ ,  $P_1(C = 5\sigma_x) = 0,0032$ .

Таким образом, очевидно, что уровень  $5\sigma_x$  в данном случае является вполне подходящим, так как при нем вероятность нежелательного положительного выброса является допустимо малой.

Если условием работоспособности элемента системы является нахождение  $X(t)$  в диапазоне  $[h, C]$ , где  $h$  – допустимый уровень отрицательных выбросов  $X(t)$ , то кроме вычисления  $\lambda_c(T)$  необходимо определять интенсивность отрицательных

выбросов  $\lambda_h(T)$ . При этом для вычисления среднего числа отрицательных выбросов  $M[N_h(T)]$  по формуле (7) следует интервал интегрирования брать  $(\infty, 0]$ .

На рис. 1 представлена зависимость интенсивности выбросов  $\lambda_c$  от текущего времени  $t = t_c$ . Моделирование проводилось в среде MathCAD при следующих значениях параметров, характеризующих систему:  $\alpha = 1,4$ ,  $\omega_0 = 10$ ,  $G = 1$ ,  $C = 0,01$ ,  $m_{x0} = 0,01$ ,  $\dot{m}_{x0} = 0,01$ ,  $D_{x0} = 0,01$ ,  $D_{\dot{x}0} = 0,1$ ,  $\dot{X}_{\max} = 7\sigma_x$ .

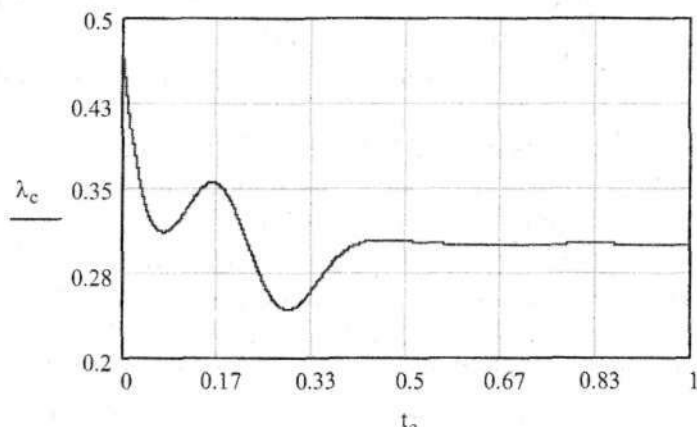


Рис. 1. Изменение интенсивности выбросов в переходном режиме

Предлагаемый подход позволяет на основе экспериментально определенных статистических характеристик вибраций и заданных эксплуатационных параметрах элементов системы, подверженных воздействию вибраций, определить диапазон работоспособности и вероятностные характеристики безотказной работы системы.

#### Литература

1. Казаков, И. Е. Анализ стохастических систем в пространстве состояний / И. Е. Казаков, С. В. Мальчиков. - Москва : Наука, 1983. - 384 с.
2. Тихонов, В. И. Выбросы случайных процессов / В. И. Тихонов. - Москва: Наука, 1970. - 186 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГАУССА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

**П. П. Аниховский**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель К. С. Курочка

Во многих областях человеческой деятельности существуют инженерные и научные задачи, решение которых невозможно получить в аналитическом виде, а численное решение требует значительных вычислительных затрат. Компьютерное моделирование таких задач зачастую приводит к решению системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) большой размерности (порядка нескольких десятков и сотен тысяч неизвестных) [1]. Эффективное решение таких систем возможно только в распределенных вычислительных системах.

Большинство существующих методов организации параллельных вычислений реализуется в виде самостоятельных программных интерфейсов (API). Одним из наиболее распространенных интерфейсов является MPI [2].

Для распределенного решения СЛАУ в кластерных системах часто используют модифицированный метод Гаусса с различными вариантами размещения данных в кластере и, как следствие, с различной эффективностью и скоростью решения. Самыми распространенными вариантами размещения являются строчно-, столбцово-циклический и блочный.

Был произведен теоретический и практический анализ приведенных способов размещения данных для выбора наиболее эффективного варианта. Наилучшие результаты были получены при строчно-циклическом размещении матрицы системы в памяти вычислительных узлов.

В данном варианте метода исходная матрица коэффициентов распределяется по компьютерам циклическими горизонтальными полосами с шириной полосы в одну строку. Первая строка матрицы помещается в компьютер 0, вторая строка - в компьютер 1 и т. д.,  $n$ -я строка в узел  $n - 1$  (где  $n$  количество узлов в системе). Затем  $n + 1$ -я строка снова помещается в узел 0,  $n + 2$ -я строка - в узел 1 и т. д.

Сначала текущей строкой является строка с индексом 0 в компьютере 0, затем строка с индексом 0 в компьютере 1 и т. д., и наконец, строка с индексом 0 в последнем по номеру компьютере. После чего цикл по компьютерам повторяется и текущей строкой становится строка с индексом 1 в компьютере 0, затем строка с индексом 1 в компьютере 1 и т. д. Аналогично, последовательно по узлам, начиная с последнего по номеру компьютера, осуществляется обратный ход. Разработанный алгоритм метода представлен на рис. 1.

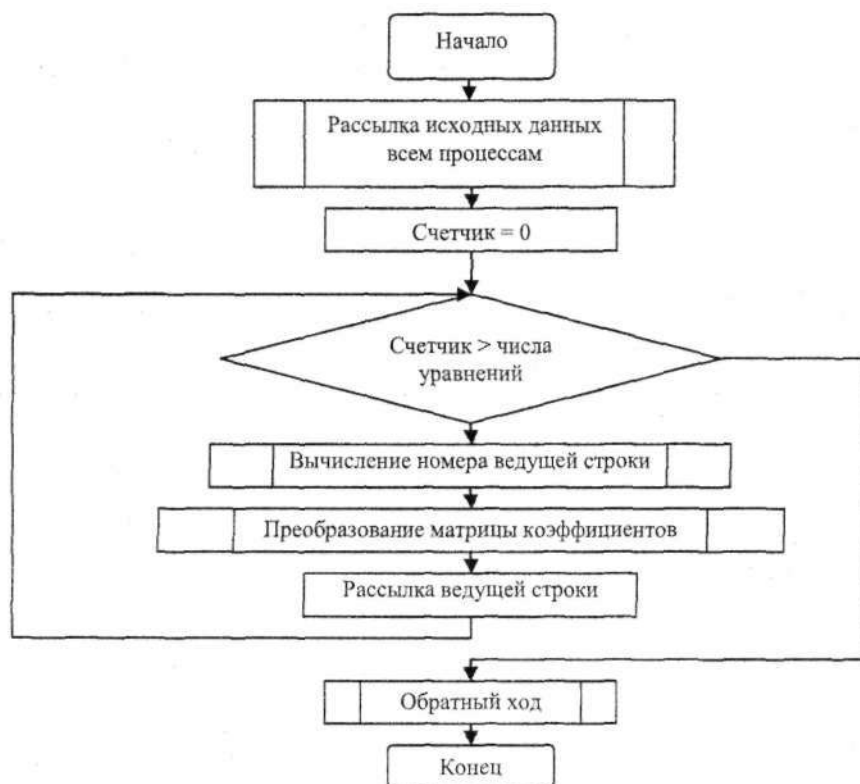


Рис. 1. Алгоритм метода Гаусса со строчно-циклическим размещением данных в кластере

Особенностью этого алгоритма является то, что как при прямом, так и при обратном ходе компьютеры более равномерно загружены, чем в остальных методах. Вычислительная нагрузка распределяется по компьютерам более равномерно. Например, нулевой компьютер, завершив обработку своих строк при прямом ходе, ожидает, пока другие компьютеры обработают только по одной, оставшейся у них не обработанной строке, а не полностью обработают полосы, как в блочном алгоритме. При более равномерной загрузке компьютеров при вычислении одного алгоритма по сравнению с другим алгоритмом следует предположить и большую эффективность алгоритма с более равномерной загрузкой компьютеров. Загрузка компьютеров в циклическом алгоритме является более равномерной. Но большая его эффективность, по сравнению с блочным вариантом, может проявиться только на исходных матрицах большого размера (например, начиная с исходных матриц 400 x 400 и более, но это зависит от конкретной системы).

Для решения СЛАУ методом Гаусса было разработано и верифицировано соответствующее программное обеспечение. Был проведен вычислительный эксперимент в кластере, состоящем из 15-ти узлов, соединенных коммуникационной сетью Ethernet со скоростью 100 Мбит/с. Каждый узел кластера снабжен двухядерным процессором Intel Core 2 Duo E2160 с частотой 1,8 GHz (при решении задействовалось одно ядро), 2 Gb оперативной памяти и 160 Gb винчестером.

Результаты решения СЛАУ различных размерностей приведены в таблице.

Размер матрицы коэффициентов	Время решения, с				
	1 процессор	3 процессора	5 процессоров	10 процессоров	15 процессоров
2883 x 2883	83,4	33,3	36,5	38,9	36,0
5043 x 5043	444,6	136,7	121,9	120,1	116,2
7803 x 7803	1639,2	446,4	360,5	289,6	276,9
11123 x 11123	4508,8	1225,7	931,4	649,8	573,3

#### Выводы:

1. Если время решения СЛАУ сопоставимо со временем передачи данных, то в этом случае нецелесообразно организовывать параллельные вычисления. В нашем случае оказалось, что системы размерностью до 2000 элементов распараллеливать неэффективно, поскольку последовательный вариант для этих систем работает быстрее параллельного.

2. При решении систем больших размерностей (от 5000 и выше) увеличение числа узлов позволяет значительно сократить время решения. В этом случае чем больше размерность системы, тем больший выигрыш во времени решения при работе параллельного варианта по сравнению с последовательным. Но при значительном увеличении числа процессоров выигрыш в скорости нахождения решения снижается. Для системы размерностью порядка 11000 элементов время решения на 3-х узлах почти в четыре раза меньше, чем на одном, а время решения на 15-ти узлах почти в восемь раз меньше, чем в последовательном варианте. Суперлинейное ускорение для систем таких размерностей при реализации на 3-х узлах можно объяснить большим количеством кэш-попаданий процессора.

3. Для каждой из рассмотренных систем уравнений можно найти оптимальное число вычислительных узлов, обеспечивающее наиболее эффективное решение с точки зрения временных затрат.

#### Литература

1. Быховцев, В. Е. Интегральный метод построения математической модели и алгоритма исследования вязкоупругих деформаций грунтовых оснований / В. Е. Быховцев, В. Е. Сеськов, К. С. Курочка // Вестн. Белорус, нац. техн. ун-та. - 2008. - № 4. - С. 17-24.
2. MPI-The Complete Reference: The MPI Core, 2nd edition / M. Snir, S. Otto, Cambridge: MIT Press, USA, ISBN: 0262692155, 1998. - 426 p.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ВВОДА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УЧАСТКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

**Е. Н. Полишук, А. С. Теплякова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. И. Токочаков

В настоящее время создается очередная версия программы расчета распределительной электрической сети, позволяющая решать следующие задачи:

- определение параметров максимального и среднего режимов электрической сети напряжением 6-10 кВ: напряжений в узлах сети, ток в линиях электропередачи, потери активной мощности в линиях и трансформаторах, значения токов двухфазного короткого замыкания;
- проверка кабельных и воздушных линий на перегрузку по току;
- проверка отклонений напряжения в узлах подключения нагрузок;
- проверка на чувствительность к коротким замыканиям средств релейной защиты;
- изменение схемы электрических соединений электрической сети посредством управления переключениями коммутационных аппаратов;
- проверка возможности резервного питания участков рассматриваемого фидера от ближайших фидеров через коммутационные аппараты резервного питания.

В данной версии программы предусмотрен графический ввод схем участков электрической сети. Дополнительно создан справочник типов и параметров трансформаторов напряжением 6-10/0,4 кВ. Все данные хранятся в файлах формата «mdb» СУБД MS ACCESS.

Для решения поставленной задачи разработано оконное приложение с графическим интерфейсом, осуществляющим визуальный ввод данных для расчета электрических сетей. Программа позволяет создавать, сохранять и открывать графические схемы электрических сетей, а также вводить и редактировать параметры элементов схем. Графический интерфейс пользователя, включающий панель элементов, поле для построения схемы, меню, кнопки быстрого доступа и строку состояния, разработан средствами среды программирования Delphi7.

Панель элементов включает в себя: коммутационные аппараты (выключатели, разъединители, выключатели нагрузки), линии электропередач, трансформаторы подстанций, узлы ответвлений и нагрузки потребителей. На кнопках отображаются типы элементов. Окно построения схемы большого размера, имеет полосы прокрутки и сетку привязки.



При выборе нажатая кнопка остается вдавленной до момента прорисовки элемента в окне построения схемы. Также для большей наглядности стандартный курсор заменяется изображением выбранного элемента. Для этого были созданы файлы с расширением «.sig» и подключены к компоненту Screen приложения. После того как элемент нарисован в окне построения, курсор мыши опять становится стандартным и кнопка на панели элементов отжимается.

В приложении организованы два управляющих меню - главное и контекстное. Самые используемые пункты меню дублируются кнопками быстрого доступа. Строка состояния отображает количество элементов в схеме и текущие координаты мыши.

Для хранения сведений об элементах при построении схемы разработана структура TElements:

```
TElements=record  
number: integer; // номер элемента  
tip: integer; // тип элемента  
p,down,right,left: bool; // переменные состояния узлов  
xp,yp: integer; // координаты центра ячейки, в которой находится элемент  
uzel_nach,uzel_kon: integer; // начальный и конечный узлы элемента end;
```

Для построения новой схемы необходимо нажать кнопку *Новая* или выбрать пункт меню *Схема - Новая*. Появится диалоговое окно, в котором указывается фидер для новой схемы. После выбора фидера программа определяет число существующих схем данного фидера и новой схеме присваивается следующий номер.

При построении участков электрических сетей следует придерживаться следующих ограничений:

- в окне вводится участок электрической сети, ограниченный коммутационными аппаратами и нагрузками;
- ввод схемы производится с левой стороны окна и всегда начинается с коммутационного аппарата: головного выключателя, если это первая схема фидера, или другого коммутационного аппарата - для последующих схем;
- на участке сети не должно быть замкнутых контуров.

Чтобы добавить элемент на схему, необходимо нажать на панели элементов на кнопку с соответствующим изображением и щелкнуть мышью по полю рисования. При нажатой кнопке на панели элементов курсор примет вид нужного элемента и можно добавить элемент в схему щелчком левой кнопки мыши в окне построения. При построении элемента схемы заводится новый элемент массива структур. В соответствии с типом элемента сразу инициализируются переменные состояния узлов. При добавлении в схему нового элемента переменным, соответствующим узлу соединения, автоматически присваивается значение «ложь» и вызывается процедура PaintElement.

Процедура PaintElement создана для прорисовки элементов в окне построения. В качестве входных параметров в нее передаются текущие координаты мыши и тип выбранного элемента. В процедуре осуществляется привязка элементов к сетке на окне ввода с помощью вычисления координат центра квадрата, в который необходимо поместить элемент. Если выбран тип элемента, то по щелчку мыши в любом месте нужного квадрата элемент отобразится точно по его размерам. Далее, в зависимости от выбранного типа, в окне построения прорисовывается нужный элемент и задаются значения всем полям записи. Все элементы и их узлы автоматически нумеруются.

Для наглядности и удобства разработана подсветка красным цветом узлов возможного присоединения нового элемента к существующим. Элемент можно доба-

вить в схему, только если это первый элемент схемы или для него найдено место возможного подключения.

Для сохранения схемы создана новая таблица «Схема» в исходной базе данных MS ACCESS. Сохранить схему можно нажатием кнопки *Сохранить* или выбором соответствующего пункта меню. При открытии уже существующей схемы программа обращается к таблице «Схема», считывает из нее данные и на их основании заново строит схему.

Форма ввода параметров вызывается нажатием правой кнопки мыши над искомым элементом. В зависимости от типа элемента пользователю предлагается ввести параметры и подключается необходимая таблица базы данных. По нажатию кнопки *OK* параметры заносятся в базу данных в соответствующие таблицы.

Приложение избавляет пользователя от непосредственной работы с базой данных, значительно упрощая процесс ввода и редактирования параметров. Приложение обладает опцией «Помощь», при вызове которой появляется окошко с краткой информацией о возможностях программы.

Программа может быть использована при курсовом и дипломном проектировании студентами энергетического факультета.

# СЕКЦИЯ XI

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА В ПГУ ТЭЦ

**А. С. Куксов**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель В. Н. Нагорнов

Одним из перспективных направлений, включенным в целевую Программу обеспечения в Республике Беларусь не менее 25 % объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 г., является использование древесного топлива. Однако теплотворная способность данного вида ТЭР в несколько раз ниже по сравнению с природным газом. Поэтому использование древесины в качестве топлива целесообразно на районных котельных (РК), которые могут быть преобразованы в мини-ТЭЦ, а также на небольших уже существующих ТЭЦ. Одним из наиболее перспективных способов использования древесного топлива является производство генераторного газа с последующим использованием его для выработки тепловой и электрической энергии, поскольку газ, несомненно, является одним из самых удобных в использовании видов топлива.

Необходимо отметить наличие некоторого опыта создания и эксплуатации небольших газогенераторов в СССР. Данные установки широко использовались для выработки топлива для двигателей внутреннего сгорания. Поэтому способ решения проблемы производства тепловой и электрической энергии в масштабе малых и средних ТЭЦ посредством газогенерирования на современном этапе развития представляется одним из наиболее простых и эффективных. На сегодняшний день установленная цена древесной щепы может составлять 186,4 тыс. бел. руб. за т у. т. (данные Вилейской мини-ТЭЦ, работающей на древесном топливе), а на природный газ и мазут 229,2 и 206,9 тыс. бел. руб. соответственно. Исходя из этого будет наблюдаться с учетом изменения КПД котлоагрегата снижение топливных расходов примерно на 14 %. Следует отметить, что при условии полного перехода на мировые цены на природный газ величина экономии увеличится до 24-28 %.

В Республике Беларусь на сегодняшний день отсутствуют предприятия, которые могли бы изготовить газогенератор достаточной производительности для включения его в парогазовую схему. Однако в Российской Федерации существует несколько заводов, способных справиться с такой задачей. Здесь существует возможность выпускать газогенераторы, предназначенные для выработки генераторного древесного газа с целью сжигания данного газа и получения электрической и тепловой энергии в газодизельных электростанциях, а также газогенераторные установки со сжиганием полученного газа непосредственно в топке котла. Существует также возможность изготовления газогенератора, который может быть скомпонован с камерой сгорания газотурбинной установки.

Поэтому целью проведенных исследований был анализ экономической эффективности использования генераторного газа в ПГУ ТЭЦ на примере Оршанской ТЭЦ. В процессе работы проводились сравнительные расчеты показателей экономической эффективности для двух вариантов схем ПГУ: на природном газе и генераторном.

Для оценки эффективности финансовых вложений в преобразование стандартной ПГУ, работающей на природном газе, в схему, использующую для непосредственного сжигания древесный газ, был рассчитан ряд экономических показателей, таких как капиталовложения в схему, годовые издержки, себестоимость электрической и тепловой энергии, чистая дисконтированная прибыль, приведенные затраты. В качестве исходных были использованы отчетные данные Оршанской ТЭЦ за 2007 г. (таблица).

**Показатели эффективности схемы ПГУ**

Наименование показателя	ПГУ на природном газе	ПГУ на генераторном газе
Капиталовложения, млрд бел. руб.	38,200	46,800
Удельные капиталовложения, бел. руб./кВт	570 490	699 924
Годовые издержки, млрд бел. руб.	28,675	23,862
Себестоимость электроэнергии, бел. руб./кВт · ч	65	53
Себестоимость тепловой энергии, бел. руб./Гкал	61675	50174
Чистая дисконтированная прибыль, млрд бел. руб.	-2,551	4,021
Приведенные затраты, млрд бел. руб.	33,259	29,478

Как видно из вышеприведенной таблицы, удельные капиталовложения в схему ПГУ, в которой в качестве топлива используется природный газ, на 22,5 % ниже, чем в преобразованный ее вариант, работающий генераторном газе, однако по всем остальным рассчитанным экономическим показателям наблюдается противоположная ситуация. Расчет показал, что более низкая эквивалентная стоимость древесины (на 18,7%) позволяет снизить годовые издержки схемы на 16,8 %. Помимо издержек также значительно уменьшается себестоимость электрической и тепловой энергии за счет топливной составляющей: на 18,4 и 18,7 % соответственно, что является благоприятным фактом, учитывая социальные и макроэкономические аспекты.

Чистый дисконтированная прибыль за год для схемы ПГУ, работающей на природном газе, имеет отрицательное значение. Это объясняется в первую очередь высокой стоимостью топлива на фоне перекрестного субсидирования. Тарифы на электрическую и тепловую энергию для населения практически в 2 раза ниже, чем для промышленности. Поэтому, учитывая тот факт, что большую часть (61 %) потребителей готовой продукции Оршанской ТЭЦ занимает население, годовой доход предприятия оказался ниже суммарной себестоимости отпущенной электрической и тепловой энергии. Как показывает расчет, перевод ПГУ Оршанской ТЭЦ на генераторный газ позволяет, не повышая тарифы как для населения, так и для промышленности, не только уйти от убытков на отдельных ТЭЦ, но и значительно поднять еже-

годный чистый дисконтированный доход. Особую актуальность данная мера приобретает в свете постепенного перехода Республики Беларусь к мировым ценам на природный газ.

Приведенные затраты на преобразованную схему ПГУ на 11,4 % ниже, что также указывает на целесообразность ее практического применения.

Для повышения уровня объективности произведенного анализа был осуществлен расчет чистой дисконтированной прибыли от эксплуатации ПГУ ТЭЦ не только за один период (год), но и за весь срок полезного использования (положим это значение равным 25 лет) с учетом роста тарифов на тепловую и электрическую энергию (15 %) и изменения нормы дисконта, по следующей формуле:

$$NPV_{T_{\text{экспл}}} = - \sum_{t=0}^{T_{\text{сд}}} \frac{K_t}{(1+E)^t} + \sum_{T_{\text{экс}}}^{T_{\text{исп}}} \frac{D_t - C_t}{(1+E)^t},$$

где  $K_t$  – капиталовложения текущего года, бел. руб.;  $D_t$  – доход текущего года, бел. руб.;  $C_t$  – себестоимость выпускаемой продукции в текущем году без учета амортизации, бел. руб.;  $E$  – норма дисконта;  $T_{\text{сд}}$  – год сдачи в эксплуатацию;  $T_{\text{экс}}$  – год начала эксплуатации;  $T_{\text{исп}}$  – год истечения срока полезного использования.

Для наглядности по данным вышеприведенной таблицы построим график (рис. 1):

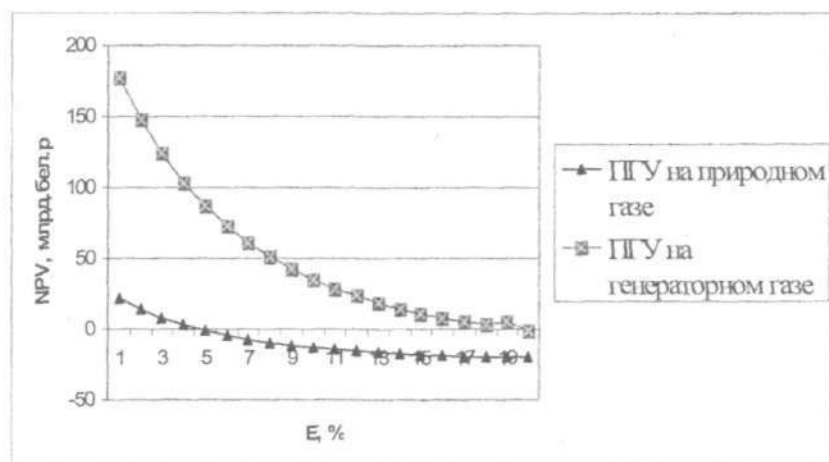


Рис. 1. Чистая дисконтированная прибыль за весь срок полезного использования обоих вариантов схемы ПГУ

Как видно из таблицы и графика, чистая дисконтированная прибыль для схемы ПГУ, работающей на генераторном газе, за весь срок эксплуатации имеет положительное значение практически при всех возможных нормах дисконта (кроме  $E_n = 20\%$ ). В это же время в отношении схемы ПГУ на природном газе наблюдается противоположная ситуация, что указывает на невыгодность ее применения в сложившихся условиях.

Экономическая целесообразность перевода схемы парогазовой установки с природного газа на генераторный, получаемый из древесины, показанная на примере Оршанской ТЭЦ, является одним из важнейших условий осуществления данной меры на практике, однако наряду с вышеприведенным фактором серьезнейшее значение также имеют технические и экологические аспекты.

Теплота сгорания генераторного газа в несколько раз ниже, чем природного, что естественным образом влечет за собой значительное увеличение расхода топлива в натуральном выражении. Этот факт может стать серьезной проблемой для средних и крупных ТЭЦ как в части ее технического решения, так и с точки зрения экологии (огромные объемы вырубки лесных массивов, вредные выбросы в атмосферу). Поэтому именно эти причины не позволяют в полной мере считать приведенный пример преобразования ПГУ Оршанской ТЭЦ потенциально осуществимым на практике. Однако для мини-ТЭЦ, которые могут быть повсеместно сооружены в небольших городах и поселках, перечисленные проблемы являются значительно менее актуальными по причине более низкой электрической и тепловой мощности. Необходимые для нормальной работы данных объектов объемы поставок топлива могут осуществляться как предприятиями Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, так и хозяйственным способом при условии создания энергетических плантаций. Стоит отметить, что наиболее надежным и экономически эффективным является диверсифицированный подход к решению проблемы поставок топлива.

#### Литература

1. Коллеров, Л. К. Газомоторные установки / Л. К. Коллеров. - Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностр. лит., 1951. - 240 с.
2. Куксов, А. С. Использование древесного топлива в энергетическом балансе республики / А. С. Куксов, Ю. А. Соболев // Актуальные проблемы энергетики : материалы науч.-техн. конф. - Минск : БИТУ, 2005.
3. Куксов, А. С. Использование отходов лесозаготовок для генерации энергии / А. С. Куксов // Актуальные проблемы энергетики : материалы 62 науч.-техн. конф. - Минск: БНТУ, 2006.
4. Куксов, А. С. Обоснование эффективности использования древесного топлива в энергетике Республики Беларусь на примере Вилейской мини-ТЭЦ / А. С. Куксов // Актуальные проблемы энергетики : материалы науч.-техн. конф. - Минск : БНТУ, 2008.

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОТОКА ПРИРОДНОГО ГАЗА**

**К. Л. Левков**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель В. Н. Романюк

В мире с каждым годом увеличивается понимание необходимости более рационального использования энергоресурсов, снижения нагрузки на окружающую среду, в том числе и за счет утилизации вторичных энергетических ресурсов. В данной работе рассматривается возможность использования избыточного давления природного газа (ПГ) в ходе процессов понижения его давления до значений, требуемых потребителю. Давление ПГ сначала снижается на газораспределительных станциях с 3,5-7,5 МПа до 0,3-1,2 МПа, затем на газораспределительных пунктах до 0,005-0,6 МПа. Для понижения давления потоков традиционно применяют дросселирование, при этом происходит диссипация потенциальной энергии, связанной с избыточным давлением газа. Такое положение оправдано в условиях, с одной стороны, наличия дешевой энергии, с другой стороны, при отсутствии недорогих и надежных машин, систем автоматического управления, обеспечивающих безусловное протекание процесса, в котором снижение давления, являющееся целевым эффектом, сопровождается побочным эффектом - энергообменом с внешними объектами в форме технической работы.

Сегодня ситуация изменилась в нужном направлении и на рынках энергоресурсов, и в отношении комплекса факторов, от которых зависит возможность надежной

эксплуатации устройств, обеспечивающих снижение давления газового потока с одновременным блокированием рассеяния энергии среды, находящейся при избыточном давлении. Основным оборудованием таких устройств являются машины, в которых давление газа уменьшается, как правило, в процессе адиабатного расширения. Это, прежде всего, турбомашины, которые в контексте целей их использования являются утилизирующими турбинами. Одним из первых и успешных примеров подобного их применения в 60-е гг. XX в. явилась установка на домне № 4 Череповецкого металлургического завода комплекса ГУБТ-10, мощностью 10 МВт, предназначенного для снижения давления доменного газа от начального давления 5 атм до давления, требуемого для транспортировки газа до горелочных устройств огнетехнических установок и одновременного получения работы, используемой для привода электрогенератора. Маркировка указанного устройства расшифровывается просто и понятно: «Газовая утилизирующая бескомпрессорная турбина мощностью 10 МВт». Получение электроэнергии подобным способом снижает нагрузку на окружающую среду, поскольку на соответствующую величину уменьшает необходимость генерации этой формы энергии на тепловых электростанциях.

Наиболее массовое и перспективное применение подобных турбогенераторов связано с транспортировкой и обработкой природного газа на газораспределительных станциях и пунктах. Здесь такие утилизирующие турбины, по недоразумению, получили название, пришедшее из холодильной техники, где целью их использования является охлаждение потока, а побочным эффектом - получение работы. В этом случае соответствующие устройства называются детандерами. В рассматриваемом случае понижение температуры газа, вызванное протеканием процесса адиабатного расширения, как раз приходится блокировать нагревом потока перед или(и) после реализации процесса.

В Республике Беларусь такие установки не производятся. Существует ряд производителей, изготавливающих турбодетандерные установки различной мощности. Например, в России ОАО «Криокор» (Москва) выпускает детандер-генераторные агрегаты ДГА-5000 и ДГА-2500, соответственно мощностью 5 и 2,5 МВт; АО «Турбохолод» предлагает агрегат АТД 8/5-3,2 мощностью 8,5 МВт. На Украине их производят ОДО «Турбогаз» (Харьков), «Мотор Сич» (Запорожье) и др.

В странах Западной Европы такие установки выпускают Atlas Copco (Бельгия), АВВ Turbienen (Нидерланды), Test Alpine Linz (Австрия), в Северной Америке - San-Diego and Electric (США), в Израиле - Ormat и т. д.

Установки, мощность которых составляет несколько мегаватт, применяются в системах газообеспечения крупных объектов с непрерывным, большим, на уровне одного миллиона кубометров, часовым потреблением газа. В Республике Беларусь существует ограниченное число таких объектов: крупные города, крупные тепловые электрические станции, большие заводы. В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируются подобные установки на Лукомльской ГРЭС (5+2,5 МВт) и Минской ТЭЦ-4 (2 по 2,5 МВт).

Для расширения круга объектов, допускающих утилизацию энергии сжатого газа, необходимы установки малой мощности, предназначенные для работы на ГРС и ГРП с малыми расходами газа.

Некоторые варианты подобных установок приведены ниже:

1. Детандер-генераторная установка ДГУ-8-380-Т-У1 мощностью 8 кВт при частоте вращения 3000 об/мин предназначена для автономного электроснабжения ГРС, выпускается харьковским ОДО «Турбогаз».

2. Турбогенератор типа ТСКЗ, производимый НПП «Газэлектроприбор» (г. Харьков) мощностью 1-30 кВт, предназначен для автономного электроснабжения ГРП, станций катодной защиты трубопроводов, систем автоматики (рис. 1). Турбогенератор состоит из герметичной капсулы, внутри которой на валу генератора установлена одноступенчатая турбина. Агрегат устанавливается параллельно регулятору давления газа.

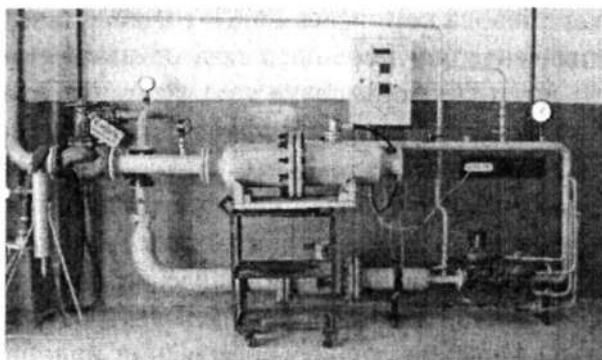


Рис. 1. Турбогенератор типа ТСКЗ

3. Чешская компания Gascontrol выпускает установки мощностью 11-15 кВт, вплоть до 100 Вт аналогичной конструкции.

4. Турбодетандерные установки типа ПЭТА мощностью 100-600 кВт, разработанные фирмой «Автогазсистема-Бис» (Россия), применяются для производства холода для промышленных холодильников.

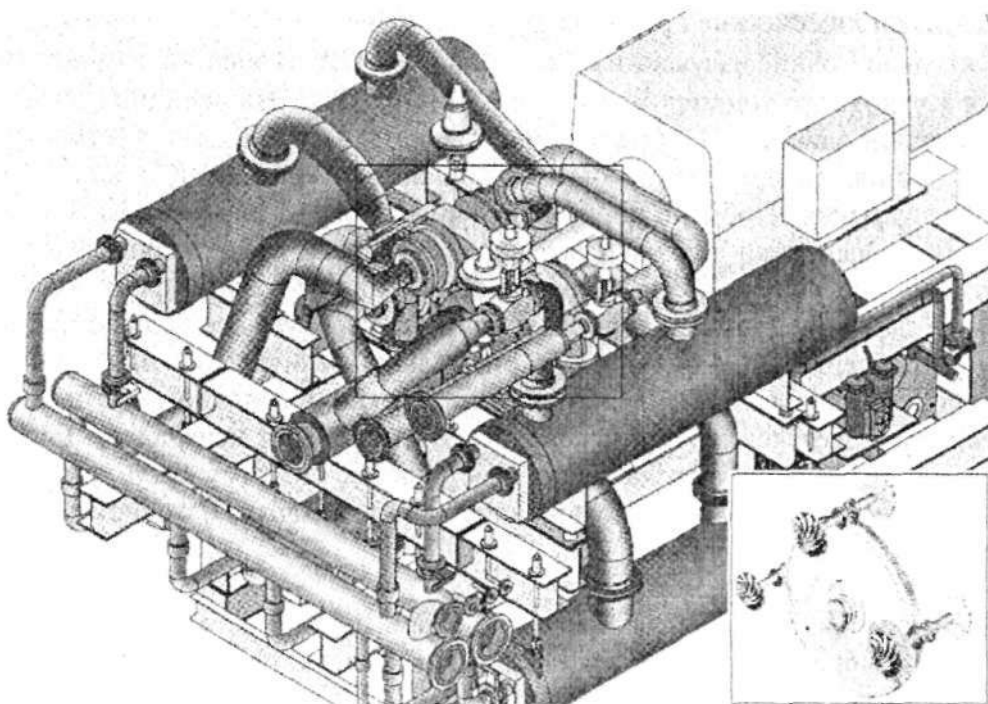
В результате преобразования энергии сжатого газа в работу в ходе адиабатного расширения происходит снижение температуры газа: порядка  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  на шаг ступени снижения давления в  $0,1\text{ МПа}$ . При низкой температуре некоторые компоненты, составляющие смесь «природный газ», изменяют свое содержание в потоке газа, а избыточное количество в ином агрегатном состоянии выделяется в поток. При охлаждении ниже температуры точки росы избыточная влага выделяется в жидкой или твердой фазах. Тяжелые углеводороды, например, пропан-бутановые фракции, в соответствии с изотермой равновесия, частично переходят в жидкое состояние. В результате образуется смесь наподобие снежной массы, которая негативно воздействует на проточную часть турбины, с одной стороны увеличивает необратимые потери, изменяя геометрические характеристики направляющего аппарата, с другой - снижает надежность работы установки из-за возможности ускоренного разрушения рабочих лопаток. Кроме того, по нормам природный газ должен поступать потребителю с температурой не ниже  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому его необходимо подогревать до или после турбогенератора, о чем говорилось выше. В существующих утилизационных турбоустановках газ либо не подогревается, что связано с небольшим теплоперепадом, срабатываемом в них, либо подогревается водой с температурой  $70\text{-}130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Нагрев природного газа, в свою очередь, зависит от срабатываемого теплоперепада и начальной температуры потока газа. В последнем случае могут возникнуть проблемы с обеспечением установки требуемым теплоносителем.

Для устранения этих недостатков целесообразно рассмотреть возможность применения многоступенчатого расширения потока газа с промежуточным подводом теплоты после каждой ступени, что, с одной стороны, приближает процесс к изотермическому, с другой - увеличивает работу процесса. При этом тепловой



перепад, срабатываемый на каждой ступени, снижается пропорционально числу ступеней расширения, в связи с чем снижается и теплота, требуемая для возврата температуры потока газа к начальному значению после расширения в каждой ступени, что позволяет рассмотреть использование в тех же теплообменниках более доступного теплоносителя, например, использование оборотной воды и пр. Очевидно, что стоимость и площадь для размещения такой установки оказывается в несколько раз больше простейшей установки с одноступенчатой схемой, что является малопривлекательным.

Многоступенчатая схема с несколькими расширительными машинами и теплообменниками возможна, но ее необходимо реализовывать с учетом указанных ограничений. Подобным образом поступили в концерне Atlas Copco, где создали турбодетандерную установку производительностью от 0,5 до 20 тыс. м<sup>3</sup>/ч. В ней от 2-х до 6-ти радиальных высокооборотных ступеней расширения вращают общий вал редуктора и далее генератор. Подогрев газа осуществляется после каждой ступени в выносных теплообменниках (рис. 2).



*Рис. 2. Турбодетандерная установка концерна Atlas Copco*

Для Республики Беларусь следует рассмотреть возможность внедрения подобных установок малой мощности, ежегодный энергосберегающий потенциал которых эквивалентен расходу до 400 млн кубометров природного газа, требуемого на выработку до 1,5 млрд киловатт-часов электроэнергии. Это эквивалентно 80 млн дол. США при цене \$210 за тысячу кубометров природного газа, которая установлена Республике Беларусь в 2009 г. В этой связи возникает задача разработки и создания компактной, тихоходной, многоступенчатой турбины, снимающей обозначенные выше проблемы. Разработка такого варианта многоступенчатой турбины ведется в Белорусском национальном техническом университете.

## ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Н. Н. Рулько, А. Б. Пахолок

*Барановичский государственный университет, Беларусь*

Научный руководитель В. М. Благодарный

Вся энергия, используемая и имеющаяся на Земле и в ее недрах, обязана своим происхождением прежде всего энергии гравитации и излучения Солнца. Если Солнце погаснет, то и жизнь планеты Земля прекратится. Солнечное излучение, нагревая атмосферный воздух, поверхность суши, воды и океана, преобразует солнечную энергию в другие виды энергии. Самым большим резервуаром-накопителем и преобразователем солнечной энергии является океан, который занимает почти 70 % земной поверхности. В настоящее время более 90 % всей энергии, используемой человечеством, приходится на ископаемое топливо (уголь, нефть, газ, торф и т. п.), т. е. отложенных запасов солнечной энергии. При этом 25 % энергоресурсов используется на производство электроэнергии, а остальные 75 % идут на получение промышленного и бытового тепла, на транспорт и промышленные и химические производства.

Ежегодно Солнце излучает на Землю  $0,8 \cdot 10^{14}$  кВт · ч энергии, что эквивалентно 84 трлн т условного топлива (у. т.) или  $2,52 \cdot 10^{24}$  Дж. Эта величина носит название солнечной единицы [1]. Отклонение от нормы в ту или другую сторону на несколько процентов превратило бы нашу планету в выжженную или, наоборот, ледяную пустыню. Чтобы не произошло термального загрязнения нашей планеты, должен быть выдержан тепловой баланс, т. е. годовой предел производства и использования энергии не должен превышать солнечную единицу. В то же время всемерное развитие промышленности и хозяйства требует все большего производства и потребления энергии, и оно действительно увеличивается за счет интенсивного использования ископаемых источников энергии, в основном нефти и газа (через несколько десятков лет все ископаемое топливо будет исчерпано). Кроме того, происходит загрязнение окружающего пространства. Поэтому актуальными и важными проблемами являются использование альтернативных источников энергии и снижение энергопотребления.

Солнечное излучение может быть:

- прямым - солнечное излучение при ясной погоде, которое прямо падает на плоскость коллектора, при этом эффективность последнего зависит от угла падения излучения на плоскость;

- диффузным - при любой облачной погоде, в этом случае снижается действие солнечного потока;

- отраженным - окружение каждого строения отражает солнечное излучение. Но эти лучи падают на плоскость коллектора с переборами;

- глобальным - это сумма прямого и диффузного излучений. При безоблачной погоде достигает почти  $1000 \text{ Вт/м}^2$ , при пасмурной погоде это излучение падает до 80-100 Вт/м (получается 100%-е диффузное излучение). В зависимости от того, в какой форме будет использована солнечная энергия, с помощью каких средств, можно говорить о пассивном или активном использовании.

Пассивное использование - это соответствующая солнечная архитектура сооружений, когда форма и конструкция здания спроектированы так, чтобы падающее солнечное излучение, сбор и распределение тепла в здании вели к максимальному эффекту.

Активное использование - это для подогрева бытовой воды, нагревание помещений; производство электроэнергии солнечными фотоэлементами или другими системами, концентрирующими солнечное излучение.

Для типового здания использование солнечной энергии может сэкономить до 15 % всей энергии, затрачиваемой на отопление. Если принять во внимание, что в Беларуси более 60 % (в жилом фонде) и все 70 % всей энергии используется на обогрев зданий, то можно видеть, какой огромный потенциал экономии энергии скрывается в солнечной архитектуре.

Наибольшее значение для экономии энергии имеют активные системы, которые получают тепловую энергию с помощью жидкостных или вакуумных (плоских и трубчатых) коллекторов, которые в настоящее время используются на подогрев бытовой воды, воды для отопления, для бассейнов и купален, подогрев воздуха, используемого для сушки. По конструкции коллекторы делятся на плоские и трубчатые жидкостные, трубчатые вакуумные, концентрированные, магазинные (бункерные).

Эффективность солнечных коллекторов зависит от времени года и наклона плоскости коллектора, на которую падает солнечное излучение. Основными условиями применения солнечных коллекторов являются:

- подробный анализ условий, не только технических и экономических, но и эксплуатационных, а также уклада жизни;
- при выборе месторасположения для коллектора необходимо иметь в виду хороший доступ для регулярного контроля и ремонта коллектора;
- различие солнечного излучения в зимнее и летнее время;
- расположение солнечных коллекторов: в летнее время коллектор может быть расположен в горизонтальной плоскости, в зимнее время рекомендуется коллектор наклонить под углом 45°, чтобы получить максимальный нагрев коллектора;
- уменьшить потери энергии в стеклянной защите коллектора, в боковых стенках, в разводах, поэтому разводы между коллектором и питателем, теплообменником необходимо делать как можно короче и обеспечивать их хорошую изоляцию;
- экономическое исследование, для выполнения которого в качестве исходных данных служат реальные способы подготовки теплой воды и обогрева помещения, инвестиционные и эксплуатационные расходы.

Преимуществами использования солнечной энергии являются низкие эксплуатационные расходы (солнечная энергия бесплатна); высокая долговечность устройств (15-20 лет), несложное обслуживание и ремонт; полученная энергия от солнечного излучения может обеспечить 20-50 % от общего потребного тепла и 50-70 % тепла для подогрева бытовой воды; экономия использования ископаемых топлив, сжигание которых загрязняет природу (эмиссия SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и пыль).

Недостатками использования солнечной энергии являются необходимость в дополнительном источнике энергии при недостатке солнечной энергии; возврат инвестиций зависит от уровня цен на топливо, используемое перед установкой коллекторов, от габаритов комплекса, привлечения дополнительных источников энергии.

Одним из направлений использования альтернативных источников энергии является использование солнечной энергии. В Беларуси, по метеорологическим данным, в среднем 250 дней в году пасмурных, 185 - с переменной облачностью и 30 ясных, а среднегодовое поступление солнечной энергии на белорусскую землю с учетом ночей и пасмурных дней составляет 243 Ккал/см<sup>2</sup> в сутки [2].

## Литература

1. Галл, А. Земной путь солнца / А. Галл // Наука и инновации. - 2006. - № 1(35). - С. 10-11.
2. Молочко, Ф. Альтернативные источники - часть энергетической безопасности / Ф. Молочко // Наука и инновации. - 2006. - № 1(35). - С. 12-13.

## РАСЧЕТ УСТАВОК УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

А. Н. Гуминский

*РУП «Витебскэнерго» Оршанская ТЭЦ, Беларусь*

Научный руководитель Л. И. Евминов

В условиях постоянного увеличения цен на топливно-энергетические ресурсы остро стоит проблема энергосбережения, затрагивающая все отрасли народного хозяйства страны. Актуальна данная проблема и для энергетики.

Анализ эксплуатации систем электроснабжения показывает, что большое количество понижающих подстанций работает с очень низким коэффициентом загрузки понижающих трансформаторов, и часто потери холостого хода превышают нагрузочные. Поэтому актуальной является разработка устройства управления режимом работы трансформаторов подстанции (УУРП) [1], позволяющего подключать дополнительные мощности из резерва при увеличении нагрузки потребителей и выводить мощности в резерв при уменьшении нагрузки. Ниже приводится методика расчета уставок УУРП, от которой зависят экономические показатели внедрения УУРП и согласование с работой релейной защиты.

Для выбора тока срабатывания УУРП необходимо определить значение нагрузки, при которой следует переходить от одного режима работы к другому. Характеристическая нагрузка определяется из условия равенства потерь в режимах работы одним и двумя трансформаторами:

$$\Delta P'_X + \Delta P'_K \cdot \left(\frac{S}{S_{\text{НОМ}}}\right)^2 = 2(\Delta P'_X + \Delta P'_K \cdot \left(\frac{S}{2 \cdot S_{\text{НОМ}}}\right)^2), \quad (1)$$

где  $S$  – значение характеристической нагрузки, МВА;  $S_{\text{НОМ}}$  – номинальная мощность трансформатора, МВА;  $\Delta P'_X$ ,  $\Delta P'_K$  – приведенные потери холостого хода и короткого замыкания, кВт.

Приведенные потери учитывают потери активной мощности, как в самом трансформаторе, так и создаваемые им в элементах питающей системы электроснабжения в зависимости от потребляемой трансформатором реактивной мощности:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + k_{\Sigma} \cdot S_{\text{НОМ}} \frac{I_X \%}{100}, \text{ кВт}; \quad (2)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + k_{\Sigma} \cdot S_{\text{НОМ}} \frac{u_K \%}{100}, \text{ кВт}; \quad (3)$$

где  $\Delta P_X$  и  $\Delta P_K$  – потери мощности холостого хода и короткого замыкания (каталожные данные), кВт;  $I_X \%$  – ток холостого хода трансформатора;  $u_K \%$  – напряжение короткого замыкания трансформатора;  $k_{\Sigma}$  – коэффициент удельного прироста потерь

активной мощности, зависит от места размещения источника реактивной мощности, покрывающее потребление ее трансформатором.

В первом приближении можно принимать  $k_3$  для трансформаторов, установленных на электростанциях, равным 0,015 кВт/кВА, и для трансформаторов понижающих подстанций – 0,04 кВт/кВА [2].

Из (1) определяем значение характеристической нагрузки:

$$S_{\text{ХАР}} = S = S_{\text{НОМ}} \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P'_x}{\Delta P'_k}}, \text{ МВА.} \quad (4)$$

В таблице для сравнительного анализа приведены характеристические нагрузки и соответствующие им коэффициенты загрузки некоторых типов силовых трансформаторов с высшим напряжением 10 кВ, 35 кВ, 110 кВ подстанций.

**Характеристические нагрузки трансформаторов**

$S_{\text{НОМ}}$ кВА	10 кВ			35 кВ			110 кВ		
	Тип	$S_{\text{ХАР}}$ кВА	Кз	Тип	$S_{\text{ХАР}}$ кВт	Кз	Тип	$S_{\text{ХАР}}$ кВА	Кз
1000	ТМЗ-1000/10/0,4	605	0,6	ТМН-1000/35/0,4	635	0,64	ТМН-2500/110/11	1641	0,66
1600	ТМЗ-1600/10/0,4	910	0,57	ТМН-1600/35/11	993	0,62	ТМН-6300/110/11	3902	0,62
				ТМН-2500/35/11	1544	0,62	ТДН-10000/110/11	5739	0,57
				ТМН-6300/35/11	3731	0,59	ТРДН-40000/110/10,5-10,5	20900	0,52

Значение тока обмотки высшего напряжения трансформатора при характеристической нагрузке составит:

$$I_{\text{ХАР}} = \frac{S_{\text{ХАР}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ВН}}}, \quad (5)$$

где  $U_{\text{ВН}}$  – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора, кВ.

Уставка тока срабатывания УУРП на включение второго трансформатора:

$$I_{\text{ВКЛ}} = K_{\text{ВКЛ}} \cdot I_{\text{ХАР}}, \text{ А,} \quad (6)$$

где  $K_{\text{ВКЛ}}$  – коэффициент срабатывания УУРП на включение, принимается равным 1–1,05, исходя из индивидуальных графиков нагрузки подстанции.

Уставка тока срабатывания УУРП на отключение одного из трансформаторов (восстановление нормального режима):

$$I_{\text{ОТКЛ}} = K_{\text{ОТКЛ}} \cdot I_{\text{ХАР}}, \text{ А,} \quad (7)$$

где  $K_{\text{ОТКЛ}}$  – коэффициент срабатывания УУРП на отключение, принимается 0,95–1, исходя из индивидуальных графиков нагрузки подстанции.

Введение коэффициентов  $K_{\text{ВКЛ}}$ ,  $K_{\text{ОТКЛ}}$  необходимо для исключения «дребезга» при работе УУРП. На рис. 1 показаны зоны режимов работы одним и двумя трансформаторами. При попадании тока в зону между  $I_{\text{ОТКЛ}}$  и  $I_{\text{ВКЛ}}$  режим работы будет определяться предшествующим режимом (до попадания тока в зону между  $I_{\text{ОТКЛ}}$  и  $I_{\text{ВКЛ}}$ ).

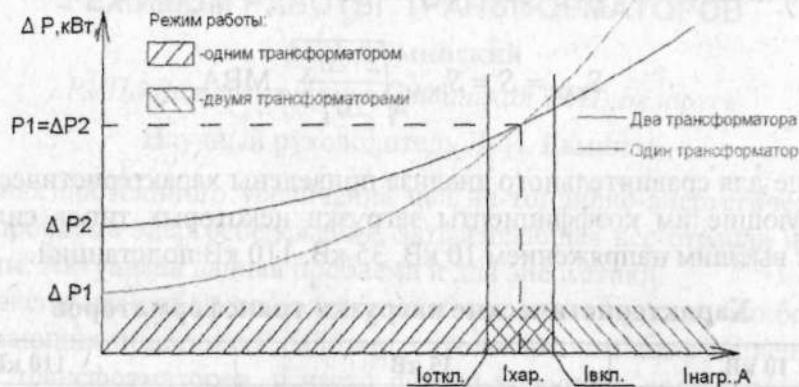


Рис. 1. Зоны режимов работы трансформаторов

Работа УУРП должна блокироваться подачей на соответствующий оптовход МР700 блокирующего сигнала в случаях: пуска и срабатывания защит, в зоне действия которых находятся трансформатор и шины низкого напряжения; пуска защит отходящих присоединений; пуска автоматического включения резерва (АВР) секций низкого напряжения; пуска устройств противоаварийной автоматики (ПА); отсутствия синхронизма (в случаях включения трансформаторов на параллельную работу в цикле работы УУРП при питании от различных систем).

Количество блокирующих сигналов зависит от многих факторов: схемы внешнего электроснабжения, схемы подстанции, типа оборудования и др. Поэтому для каждого энергообъекта в индивидуальном порядке необходимо рассматривать списки блокирующих сигналов.

При невозможности технической реализации блокирующих сигналов (например, при использовании комплектов защит на электромеханической базе) время срабатывания УУРП должно отстраиваться от времени срабатывания защит, АВР, ПА и т. д.

В общем случае, время срабатывания УУРП на включение отстраивается:

– от времени срабатывания защит:

$$t_{\text{ВКЛ}} = t_{\text{РЗА}} + \Delta t, \text{ с}, \quad (8)$$

где  $t_{\text{РЗА}}$  – наибольшая выдержка времени защиты присоединений, отходящих от шин высшего и низшего напряжения подстанции (включая защиты самого трансформатора и шин), с;  $\Delta t = 1 \text{ с}$  – ступень селективности УУРП;

– от времени самозапуска двигателей обеих секций шин низшего напряжения, если пусковой ток двигателей превышает уставку тока включения УУРП ( $I_{\text{ПУСК}} \geq I_{\text{ВКЛ}}$ ):

$$t_{\text{ВКЛ}} = t_{\text{С.ЗАП}} + \Delta t, \text{ с}, \quad (9)$$

где  $t_{\text{С.ЗАП}}$  – время самозапуска двигателей обеих секций шин низкого напряжения, с.

Время срабатывания УУРП на отключение отстраивается от времени работы защиты минимального напряжения шин с пуском АВР:

$$t_{\text{откл}} = t_{U_{\min}} + \Delta t, \text{ с}, \quad (10)$$

где  $t_{U_{\min}}$  – выдержка времени органа минимального напряжения АВР, с.

Уставка контроля наличия напряжения на втором источнике питания находится по формуле

$$U_{\text{с.р}} = \frac{U_{\text{РАБ.мин}}}{K_{\text{отс}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{У}}}, \quad (11)$$

где  $U_{\text{РАБ.мин}}$  – минимальное рабочее напряжение, В;  $K_{\text{отс}}$  – коэффициент отстройки, принимается 1,2;  $K_{\text{в}}$  – коэффициент возврата реле максимального напряжения;  $K_{\text{У}}$  – коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

#### Литература

1. Евминов, Л. И. Устройство управления режимом работы трансформаторов / Л. И. Евминов, А. Н. Гуминский // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2009. – № 1.
2. Цирель, Я. А. Эксплуатация силовых трансформаторов на электростанциях и в электросетях / Я. А. Цирель, В. С. Поляков. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1985.

## МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Е. Л. Шенец

ОАО «Белтрансгаз», г. Минск

Научный руководитель Н. В. Токочакова

Моделирование, как познавательный прием, неотделимо от развития знания. Практически во всех технических науках построение и использование моделей является мощным орудием познания, позволяющим изучать закономерности и свойства сложных объектов. Реальные объекты и процессы бывают столь многогранны и сложны, что лучшим способом их изучения часто является построение модели, отображающей часть взаимосвязей реального объекта, и исследование вначале этой модели для формирования знаний об изучаемом объекте [1]. Моделирование энергопотребления промышленных потребителей преследует три основных цели:

- понимание устройства конкретной системы, ее структуры, свойств, законов развития и взаимодействия с окружающим миром;
- управление системой, определение наилучших способов управления при заданных целях и критериях;
- прогнозирование прямых и косвенных последствий реализации заданных способов и форм воздействия на систему.

Для достижения указанных целей необходимо создание искусственной или естественной системы, находящейся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способной замещать его в определенных отношениях, дающая информацию о самом моделируемом объекте [2]. По характеру моделей автором [3] предложена следующая классификация:

1. Предметное моделирование, при котором модель воспроизводит геометрические, физические, динамические или функциональные характеристики объекта. Например, модель моста, плотины, модель крыла самолета.

2. Аналоговое моделирование, при котором модель и оригинал описываются единым математическим соотношением. Примером могут служить электрические модели, используемые для изучения механических, гидродинамических и акустических явлений.

3. Знаковое моделирование, при котором в роли моделей выступают схемы, чертежи, формулы.

4. Мысленное моделирование, при котором модели приобретают мысленно наглядный характер. Примером может в данном случае служить модель атома, предложенная в свое время Бором.

5. Особым видом моделирования является включение в эксперимент не самого объекта, а его модели, в силу чего последний приобретает характер модельного эксперимента [4], [5]. Этот вид моделирования свидетельствует о том, что нет жесткой грани между методами эмпирического и теоретического познания.

Исходя из данной классификации, для целей управления энергетической эффективностью наиболее удобными являются знаковое и мысленное моделирование, которое позволяет без проведения дорогостоящих натуральных экспериментов получать численные характеристики воздействия на моделируемую систему. Важнейшим видом знакового моделирования является математическое (логико-математическое) моделирование, осуществляемое средствами языка математики и логики. На рис. 1 представлена классификация методов математического моделирования.

Математическое моделирование - это процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью. В принципе, для исследования характеристик процесса функционирования любой системы математическими методами, включая и машинные, должна быть обязательно проведена формализация этого процесса, т. е. построена математическая модель. Любая математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект с некоторой степенью приближения.

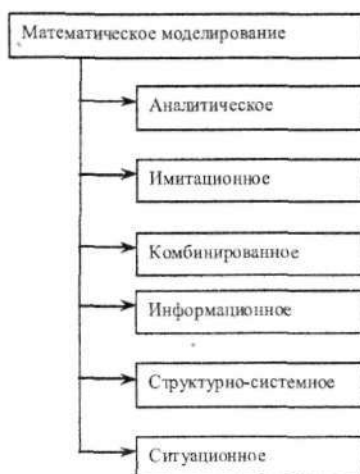


Рис. 1. Классификация методов математического моделирования

Для аналитического моделирования характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых детерминированных соотношений (алгебраических, интегро-дифференциальных, конечно-разностных и т. п.) или логических условий [2].

При имитационном моделировании алгоритм моделирования воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики системы. Основным преимуществом имитационного моделирования по сравнению с аналитическим является возможность решения более слож-



ных задач и возможность учета стохастических воздействий на систему. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия, которые часто создают трудности при аналитических исследованиях [2].

Комбинированное (аналитико-имитационное) моделирование позволяет объединить достоинства аналитического и имитационного моделирования. При построении комбинированных моделей производится предварительная декомпозиция процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы, и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели.

Информационное моделирование (часто называемое кибернетическим) связано с исследованием моделей, в которых отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессам. В этом случае стремятся отобразить лишь некоторую функцию и рассматривают реальный объект как «черный ящик», имеющий ряд входов и выходов, и моделируются некоторые связи между выходами и входами. Таким образом, в основе информационных (кибернетических) моделей лежит отражение некоторых информационных процессов управления, что позволяет оценить поведение реального объекта. Для построения модели в этом случае необходимо выделить исследуемую функцию реального объекта, попытаться формализовать эту функцию в виде некоторых операторов связи между входом и выходом и воспроизвести данную функцию на имитационной модели, причем на совершенно другом математическом языке и, естественно, иной физической реализации процесса [6], [7].

Структурно-системное моделирование базируется на некоторых специфических особенностях структур определенного вида, используя их как средство исследования систем или разрабатывая на их основе, с применением других методов формализованного представления систем (теоретико-множественных, лингвистических), специфические подходы к моделированию. Структурно-системное моделирование включает: методы сетевого моделирования; сочетание методов структуризации с лингвистическими (языковыми); структурный подход в направлении формализации построения и исследования структур разного типа (иерархических, матричных, произвольных графов) на основе теоретико-множественных представлений и понятия номинальной шкалы теории измерений.

Ситуационное моделирование основано на модельной теории мышления, в рамках которой можно описать основные механизмы регулирования процессов принятия решений. В основе модельной теории мышления лежит представление о формировании в структурах мозга информационной модели объекта и внешнего мира. Эта информация воспринимается человеком на базе уже имеющихся у него знаний и опыта. Основной целью данного моделирования является определение целесообразного поведения человека в определенных ситуациях, которое определяется путем формирования целевой ситуации и мысленного преобразования исходной ситуации в целевую.

Каждый из рассмотренных методов моделирования, при моделировании электропотребления промышленных потребителей, обладает различной трудоемкостью. Так, аналитическое моделирование потребует сбора большого количества исходной информации (по составу оборудования, нагрузке, времени работы), при этом не всегда данная информация доступна при определении прогнозных значений электропотребления. Информационное моделирование требует в качестве исходной информа-

ции данные о фактических значениях энергопотребления и факторах на него повлиявших, однако отличается сложным математическим аппаратом и высокой трудоемкостью построения модели. Имитационное моделирование имеет разработанный и широко применяемый в программных средствах математический аппарат, а в качестве исходной информации использует те же данные, что и информационный метод моделирования.

#### Литература

1. Хачатурова, С. М. Математические модели системного анализа / С. М. Хачатурова // Новосибир. гос. техн. ун-т [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm>. - Дата доступа : 12.07.2007.
2. Герасимович, Л. С. Системный анализ агроэнергетики : курс лекций / Л. С. Герасимович. - Минск : УП «Технопринт», 2004. - 126 с.
3. Катайцева, Е. С. Исследование и совершенствование режимов электропотребления металлургических производств : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Е. С. Катайцева; СГИУ - Новокузнецк, 2002. - 22 с.
4. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - Москва : Наука, 1976. - 283 с.
5. Дэниел, Н. Применение статистики в промышленном эксперименте / Н. Дэниел ; пер. Э. К. Лецкий ; под ред. Э. К. Лецкого. - Москва : Изд-во «Мир», 1979. - 299 с.
6. Свободная энциклопедия // MedioWiki [Электронный ресурс]. - Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная\\_нейронная\\_сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть). - Дата доступа : 17.12.2006.
7. Заенцев, И. В. Нейронные сети / И. В. Заенцев // Воронеж, гос. ун-т [Электронный ресурс]. - 1999. - Режим доступа: <http://nncourse.chat.ru/course.pdf>. - Дата доступа: 10.02.2007.

## **АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

**П. М. Колесников**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Трансформаторы входят в состав основного оборудования электростанций, распределительных подстанций и т. д. При эксплуатации необходимо иметь возможность как можно более раннего выявления проявляющихся отклонений от нормы, проведения требуемого объема профилактических работ, качественного ремонта.

Прежде чем говорить о способах диагностирования состояния трансформаторов, рассмотрим наиболее характерные повреждения, которые могут возникнуть в масляных трансформаторах. Наиболее распространенным видом повреждения силовых трансформаторов напряжением 10 кВ и более является: повреждение высоковольтных вводов, устройств регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), повреждения обмоток и изоляции трансформаторов, повреждения в активной стали трансформатора.

Основной проблемой диагностирования состояния масляных трансформаторов является то, что для того чтобы осмотреть какой-либо внутренний узел, надо произвести отключение, слить масло, выполнить ревизию и затем снова залить масло, что потребует целый комплекс мероприятий.

Поэтому инструкциями заводов-изготовителей капитальные ремонты трансформаторов напряжением 110 кВ и выше и мощностью 80 МВ-А и более электростанций и подстанций, основных трансформаторов собственных нужд электростанций должны производиться первый раз не позже чем через 12 лет после включения в

эксплуатацию с учетом результатов профилактических испытаний, а в дальнейшем по мере необходимости в зависимости от результатов измерений и состояния трансформаторов. Это стало возможным благодаря большим успехам в развитии способов проверки состояния трансформаторов и определения соответствующих показателей, по которым можно судить о работоспособности, иначе говоря, благодаря достижениям в области диагностики.

Под диагностикой понимается система мероприятий, проводимых с помощью различных технических средств для проверки и оценки состояния трансформаторов. Используются простейшие визуальные, механические, физические, химические и другие способы контроля состояния, а также их комбинации.

Обычно для практических целей из всех возможных способов контроля того или иного параметра выбирают простейший, и лишь для более тщательной проверки, уточнения места и характера дефекта применяют более сложные способы.

Рассмотрим основные параметры комплексного диагностирования трансформатора.

Диагностирование проводится повышенным переменным напряжением и повышенным выпрямленным напряжением, при этом осуществляются следующие измерения и проверки:

- сопротивление изоляции обмоток трансформатора;
- сопротивление изоляции конструктивных элементов;
- сопротивления обмоток трансформатора постоянному току;
- сопротивление изоляции вводов 110 кВ силовых трансформаторов;
- сопротивление короткого замыкания ( $Z_k$ ) трансформатора;
- тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток трансформатора;
- тангенса угла диэлектрических потерь вводов 110 кВ;
- проверка коэффициента трансформации;
- потери холостого хода;
- круговые диаграммы РПН.

Проводятся следующие проверки:

- испытание повышенным напряжением;
- проверка переключающего устройства;
- проверка индикаторного силикагеля.

Перечисленные параметры могут быть сняты только при отключении трансформатора.

Мероприятия, которые проводятся без отключения трансформатора:

- тепловизионный контроль состояния трансформатора (снимаются термограммы поверхностей бака трансформатора в местах расположения отводов обмоток, по высоте бака, периметру трансформатора, верхней его части, в местах болтового крепления колокола бака, системы охлаждения и их элементов);

- хроматографический анализ растворенных в масле газов (определение концентраций следующих газов, растворенных в масле: водорода ( $H_2$ ), метана ( $CH_4$ ), ацетилена ( $C_2H_2$ ), этилена ( $C_3H_4$ ), этана ( $C_2H_6$ ), оксида углерода ( $CO$ ), диоксида углерода ( $CO_2$ ), фурановые соединения);

- общехимический анализ масла из бака трансформатора и РПН (пробивное напряжение, кислотное число, температура вспышки, влагосодержание, механические примеси,  $tg\delta$ );

- измерение характеристик частичных разрядов в масле и изоляции;
- измерение вибрации бака.

На основании данных, снятых без отключения трансформатора, можно сделать выводы о состоянии и необходимости проведения дальнейших испытаний с отключением трансформатора.

### **Выводы**

С целью повышения надежности трансформаторов и снижения объемов ремонтных работ целесообразным является развитие методов диагностирования трансформаторов во время их работы в различных режимах.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПИ-ТРУБОПРОВОДОВ**

**В. А. Григорьев**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Новиков

В настоящее время основными проблемами систем теплоснабжения являются:

- высокая степень износа основных фондов в ТЭК страны;
- неэффективная работа оборудования тепловых сетей;
- высокие теплотери в системах теплоснабжения.

Решение последней проблемы возможно за счет применения современных энергосберегающих технологий на основе ПИ-трубопроводов. Технология бесканальной прокладки индустриально изолированных трубопроводов теплоснабжения является прогрессивным способом экономии энергоресурсов. Наиболее актуальной данная технология является для Республики Беларусь, так как наша республика не обладает достаточным количеством внутренних энергоресурсов и важность их экономии является неоспоримой и стратегически важной.

Целью данной работы является повышение эффективности работы системы теплоснабжения г. п. Костюковка Гомельского района за счет уменьшения тепловых потерь при применении ПИ-трубопроводов.

Анализ теплопотребления г. п. Костюковка был выполнен на основании данных [1], [2]. Расход тепловой энергии на отопление жилого поселка определялся по показаниям коммерческих счетчиков тепловой энергии, установленных на вводе в каждое здание. Потери тепловой энергии определялись как разница между отпущенным и потребленным объемом тепловой энергии.

Данные о фактической выработке и потреблении тепла на нужды теплоснабжения г.п. Костюковка, представленные в табл. 1 свидетельствуют о значительном превышении нормируемых теплотерь. Для сетей теплоснабжения поселка фактическое потребление составило в 2007 г. 22707 Гкал на нужды отопления и вентиляции и 12371 Гкал на горячее водоснабжение при выработке соответственно 32367 Гкал и 16067 Гкал. Тепловые потери в долях от фактического потребления тепловой энергии составляют 43 и 30 % соответственно. Это связано с тем, что около 35 % тепло-трассы проложено до 1978 г. и нуждается в замене.

Таблица 1

## Сводный баланс потребления тепловой энергии на нужды г. п. Костюковка

Структура баланса	Вид теплоснабжения		Итого
	Отопление и вентиляция	Горячее водоснабжение	
Отпущено котельной, Гкал	32367	16067	48434
Потреблено на поселке, Гкал	22707	12371	35078
Потери, Гкал	9660	3696	13356

В табл. 2 представлены протяженность и характеристики существующих и предлагаемых на замену ПИ-трубопроводов вместо обычных магистральных тепловых сетей без разбивки на участки между тепловыми камерами. Так как система теплоснабжения 4-трубная, то при расчете теплопотерь удельные теплопотери были взяты для пары прямой-обратный трубопровод по [3].

Таблица 2

## Характеристики тепловых сетей г. п. Костюковка

Диаметр трубопровода, мм	Удельные теплопотери, Вт/м	Длина пары трубопроводов, м	Теплопотери	
			МВт · ч /год	Гкал/год
Существующие ПИ-трубопроводы				
Отопление и вентиляция				
325	138	947	590	507
219	116	1019	533	459
159	106	603	288	248
108	87	232	91	78
ГВС				
200/150	106	947	843	725
150/100	87	1019	745	640
100/80	73	603	370	318
80/65	69	232	134	116
Итого	—	5602	3595	3091
Предлагаемые на замену ПИ-трубопроводы				
Отопление и вентиляция				
200	116	343	180	154
159	106	330	158	136
108	87	575	226	194
76	88	176	70	60
ГВС				
150/100	87	343	251	216
100/80	73	330	202	174

Окончание табл. 2

Диаметр трубопровода, мм	Удельные теплотери, Вт/м	Длина пары трубопроводов, м	Теплопотери	
			МВт · ч/год	Гкал/год
80/65	69	575	333	287
50/40	64	176	95	81
Итого	–	2848	1514	1302
Итого по всей системе теплоснабжения поселка			5108	4393
Итого по всей системе с учетом потерь на подпитку (0,75 % от объема сетей)			6036	5190

Как видно из таблицы, замена трубопроводов с истекшим нормативным сроком службы позволит снизить тепловые потери до 5190 Гкал/год (на отопление и вентиляцию до 0,58 Гкал/ч, на горячее водоснабжение до 0,3 Гкал/ч).

Технико-экономическое обоснование замены обычных трубопроводов на предизолированные было выполнено в соответствии с «Методическими рекомендациями по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий» Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

Экономический эффект от применения предизолированных труб достигается за счет: сокращения тепловых потерь в теплотрассах; снижения потребления электроэнергии на транспорт тепловой энергии [4].

Были определены:

а) перерасход топлива, получаемый при использовании существующих теплопроводов:  $\Delta B_{тз} = 1315$  т у. т.;

б) расход топлива, необходимый для покрытия перерасхода электроэнергии на производство и транспорт тепловой энергии с учетом потерь в электросетях:  $\Delta B_э = 75,3$  т у. т.;

в) общая экономия топлива от замены труб теплотрассы на Пи-трубы:  $\Delta B = 1390,3$  т у. т.;

г) экономия в денежном выражении (при стоимости 1 т у. т. около 0,503 млн руб.):  $\Delta Э_{год} = 699,3$  млн руб.;

д) капиталовложения в мероприятие:  $K = 2355,5$  млн руб.;

е) основные показатели эффективности использования средств по [5]:

- простой срок окупаемости  $T = 3,37$  лет;
- динамический срок окупаемости  $T_d = 4,32$  лет;
- чистый дисконтированный доход  $ДД = 1\,941,396$  млн руб.;
- внутренняя норма доходности  $E_{вн} = 14,8$  %;
- индекс прибыльности  $\Pi_i = 1,82$ .

Таким образом, в результате расчета полученные значения чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и индекса прибыльности подтверждают эффективность использования средств, в случае направления их на выполнение данного энергосберегающего мероприятия.

#### Литература

1. Расчет норм расхода топлива и электрической энергии на отпуск тепловой энергии котельной ОАО «Гомельстекло»: отчет. – Гомель, 2008.
2. Баланс тепловой энергии ОАО «Гомельстекло» за 2007 год: отчет. – Гомель, 2007.

3. Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации / разработано ОАО «Белэнергоремналадка». - Минск, 2006.
4. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий // Департамент по энергоэффективности Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь. - Минск, 2006.
5. Инструкция по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий / утверждено постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва энергетики Респ. Беларусь и Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь 24.12.2003 г.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЭР**

**И. О. Якушкина, М. О. Мизунова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Новиков

Задача оптимизации системы теплоснабжения в ряде случаев может быть решена сочетанием применения энергоэффективных технологий и децентрализацией системы теплоснабжения. Сегодня многие предприятия получают тепло от одного источника - городской или собственной котельной. Городское тепло стоит дорого. Вариант с одной собственной котельной также часто не оптимален - себестоимость тепла остается высокой, так как к тепловым сетям предприятия подключены сторонние потребители (ЖКХ); требуется частичная или полная реконструкция. Итогом централизации становятся протяженные тепловые сети, которые снижают КПД всей системы и требуют дополнительных затрат на обслуживание. В каждом конкретном случае оптимизация системы теплоснабжения в целом позволит достичь главного результата - эффективного и экономичного использования топливно-энергетических ресурсов.

Целью данной работы является повышение эффективности работы системы теплоснабжения г. п. Костюковка Гомельского района. Источником системы теплоснабжения поселка является котельная градообразующего предприятия ОАО «Гомельстекло».

Анализ работы систем теплоснабжения поселка и ОАО «Гомельстекло» позволил сделать следующие выводы:

- для всех котлов котельной ОАО «Гомельстекло» истекает нормативный срок службы;

- установленная мощность заводской котельной 98 Гкал/ч значительно превышает максимальное расчетное теплотребление, которое составляет порядка 40 Гкал/ч, что приводит к необоснованному снижению КПД котельной;

- необходима реконструкция тепловых сетей г. п. Костюковка (около 35 % магистральных теплотрасс проложено до 1978 г. и нуждается в замене), вследствие чего тепловые потери значительно превышают нормативные и в долях от фактического потребления тепловой энергии составляют порядка 38 %. После завершения реконструкции тепловых сетей (замены обычных трубопроводов на ПИ-трубы) расчетная нагрузка на поселок составит 19 МВт [1], [2];

- существует протяженный участок четырехтрубной теплотрассы (2Ду300, 2Ду200) длиной 505 м без потребителей тепловой энергии от котельной ОАО «Гомельстекло» до тепловых сетей г. п. Костюковка, что приводит к дополнительным тепловым потерям;

– при передаче нагрузки поселка на автономный источник теплоснабжения, завершении перевода парового котла ДКВР 20/13 в водогрейный режим и введением в эксплуатацию когенерационной установки в тепловое хозяйство предприятия на существующей котельной отпадает необходимость использования водогрейных котлов ПТВМ 30М № 1 и ПТВМ 30М № 2;

– в поселке существует здание старой котельной, которое находится в удовлетворительном состоянии, что значительно сократит капитальные затраты на создание автономного источника теплоснабжения;

– дополнительно может быть получен экономический эффект от замены сетевых насосов на насосы с меньшей производительностью и более эффективных по гидравлической и электрической части.

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости проведения технико-экономического обоснования создания автономной котельной в г. п. Костюковка с целью передачи тепловой нагрузки поселка от котельной ОАО «Гомельстекло». Поэтому были рассмотрены следующие варианты:

– замена котлов и сетевых насосов на котельной ОАО «Гомельстекло»;

– передача тепловой нагрузки на проектируемую котельную, работающую на природном газу;

– передача тепловой нагрузки на проектируемую котельную, работающую на МВТ;

– передача тепловой нагрузки на проектируемую комбинированную котельную;

– передача тепловой нагрузки на ряд проектируемых модульных котельных работающих на газу, на примере наиболее крупного потребителя поселка – Дома культуры.

Состав основного оборудования: варианты 1, 2 – три котла КВГМ-6,5 производительностью по 6,5 МВт; вариант 3 – два котла СН 500 ДН производительностью по 5,0 МВт и два котла СН 450 ДН производительностью по 4,5 МВт; вариант 4 – два котла ВА-8000 производительностью по 8,0 МВт (для покрытия отопительной нагрузки) на газу и один котел СН 300 ДН производительностью 3,0 МВт (для нужд горячего водоснабжения) на МВТ; вариант 5 – два котла КВ-0,36 производительностью по 0,36 МВт.

Создание большого количества модульных котельных на МВТ в селитебной зоне представляется экологически не целесообразным, вследствие значительного увеличения выбросов вредных веществ.

Технико-экономическое обоснование переноса нагрузки г. п. Костюковка на проектируемую котельную было выполнено в соответствии с [3], а основные результаты расчетов представлены в таблице.

**Основные результаты технико-экономического расчета**

Вариант	Ориентировочные капиталовложения, млн руб.	Экономия условного топлива, т у. т./год	Экономия от мероприятия, млн руб./год	Срок окупаемости, лет
1. Реконструкция котельной ОАО «Гомельстекло»	904,8	171	86	10,5
2. Проектируемая котельная в г. п. Костюковка на газу	904,8	273,3	137,4	6,6



Окончание

Вариант	Ориентировочные капиталовложения, млн руб.	Экономия условного топлива, т у. т./год	Экономия от мероприятия, млн руб./год	Срок окупаемости, лет
3. Проектируемая котельная в г. п. Коспоковка на МВТ	8145	229,3	1578,5	5,16
4. Проектируемая комбинированная котельная в г. п. Костюковка	2298	253,7	660,3	3,48
5. Ряд проектируемых модульных котельных в г. п. Костюковка на газу на примере одного крупного объекта	148	30,5	15,3	9,7

Как следует из таблицы, наиболее экономически целесообразным является вариант 4 – передача нагрузки г. п. Костюковка на проектируемую комбинированную котельную.

Экономический эффект от передачи нагрузки г. п. Костюковка на проектируемую котельную будет достигнут за счет:

- разности в стоимости сжигаемого топлива – 532,5 млн руб./год;
- от внедрения котлов малой мощности с большим КПД на газообразном топливе вместо незагруженных котлов большой мощности – 24,4 т у. т./год;
- снижения потребления электроэнергии на сетевые насосы – 390 тыс. кВт · ч/год;
- сокращения теплотерь за счет вывода из эксплуатации протяженного участка теплотрассы – 102,3 т у. т./год.

Основные показатели эффективности использования средств по [4]:

- простой срок окупаемости  $T = 3,48$  лет;
- динамический срок окупаемости  $T_d = 4,5$  лет;
- чистый дисконтированный доход ДД = 1 759,258 млн руб.;
- внутренняя норма доходности  $E_{вн} = 13,5$  %;
- индекс прибыльности  $\Pi_{и} = 1,77$ .

Таким образом, в результате расчета полученные значения чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и индекса прибыльности подтверждают эффективность использования средств, в случае направления их на выполнение данного энергосберегающего мероприятия.

Для существующей котельной ОАО «Гомельстекло» передача нагрузки на проектируемую котельную позволит снизить потребление электроэнергии на 913,4 тыс. кВт · ч/год (на 50,9 %); снизить расход топлива (природный газ) на 7795,45 т у. т./год (на 62,4 %). Все это приведет к повышению конкурентоспособности продукции предприятия вследствие уменьшения топливной составляющей в цене на продукцию.

На примере оптимизации системы теплоснабжения г. п. Костюковка видно, что создание автономного источника теплоснабжения приводит к значительному экономическому эффекту. Но дальнейшая децентрализация системы, т. е. установка модульных котельных, не целесообразна. Поэтому принятие решения о децентрализации систем теплоснабжения должно основываться на технико-экономическом анализе.

## Литература

1. Наладка наружных тепловых сетей г. п. Костюковка от котельной ОАО «Гомельстекло» : техн. отчет. - Минск, 2005.
2. Техничко-экономическое обоснование переноса котельной с территории ОАО «Гомельстекло» на территорию г. п. Костюковка для повышения эффективности показателей работы котельной : отчет. - Гомель, 2009.
3. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий / Департамент по энергоэффективности Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь. - Минск, 2006.
4. Инструкция по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий : утв. постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва энергетики Респ. Беларусь и Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь, 24.12.2003 г.

**КЕРАМИЧЕСКИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ****А. О. Добродей***Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подценежный

В условиях, постоянно растущих потребностей в использовании искусственного освещения остро стоит вопрос о высокоэффективных источниках света, способных удовлетворить спрос на освещение при минимальных затратах электроэнергии. Такими высокоэффективными источниками света являются светоизлучающие диоды (СИД).

В последние годы ведутся интенсивные разработки осветительного оборудования с использованием твердотельных источников излучения - мощных СИД белого цвета свечения. Новые электролюминесцентные источники освещения обладают низким энергопотреблением, высоким КПД (до 90 %) и большим сроком службы - до 50 тыс. часов непрерывной работы. Это открывает новые пути энергосбережения, так как на нужды освещения тратится от 10 до 20 % вырабатываемой электроэнергии.

Современные светодиоды с наибольшим световым потоком излучают свет длиной волны 470 нм (синий). Белый свет получают путем смешения излучений светодиодов и люминофоров. Для производства белых светодиодов в качестве желтого люминофора используют иттрий-алюминиевый гранат (ИАГ), легированный церием.

Основные способы получения белого света [1]:

- Синий, зеленый и красный СИД.
- Синий и желтый СИД,
- Синий СИД + желтый люминофор.
- Ультрафиолетовый СИД + синий, зеленый и красный люминофор.
- Ультрафиолетовый СИД + синий и желтый люминофор.

Чтобы конкурировать с традиционными источниками света, белые СИД должны иметь большую световую эффективность и повышенное количество света, излучаемое одним прибором. В настоящее время коммерческие белые СИД имеют эффективность 160 лм/Вт. Большинство из методов повышения эффективности связаны с улучшением извлечения света из кристалла. Люминофор является другим компонентом, требующим улучшения.

В НИЛ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого проводятся научно-исследовательские и технологические работы по созданию люминесцентных трансформирующих материалов с улучшенными спектральными и тепло-

физическими характеристиками (YAG:  $Ce^{3+}$ ,  $Eu^{3+}$ ; YAG:  $SiO_2$ ,  $Ce^{3+}$ , YAG:  $SiO_2$ ,  $MgO$ ,  $Ce^{3+}$  и др.), а также прогрессивных коллоидно-химических методов их производства. Варианты формирования ультрадисперсных люминесцирующих порошков представлены в таблице.

#### Варианты формирования ультрадисперсных люминесцирующих порошков

Способ синтеза порошка	Исходные реагенты	Температура термообработки, °С	Параметры порошка $D_{cp}$ , $S_{уд}$	Примечания
Соосаждение в среде аммиака	$Y(NO_3)_3$ , $Al(NO_3)_3$ , $NH_4OH$	1000–1200	3–5 мкм 8,3 м <sup>2</sup> /г	Микropорошки
Термохимический синтез (горение)	$Y(NO_3)_3$ , $Al(NO_3)_3$ , многоосновные спирты	900–1100	40–50 нм 50–100 м <sup>2</sup> /г	Агломерированные, легко диспергирующиеся порошки

Разработан способ формования плотной люминесцирующей керамики на основе иттрий-алюминиевого граната, легированного церием  $Y_3Al_5O_{12}: Ce^{3+}$ , с использованием ультрадисперсных порошков оксида иттрия ( $Y_2O_3$ ) и алюминия ( $Al_2O_3$ ), с использованием фторида лития (LiF) и диоксида кремния ( $SiO_2$ ) в качестве комплексной жидко-фазной добавки. Спектры люминесценции керамических образцов представлены на рис. 1.

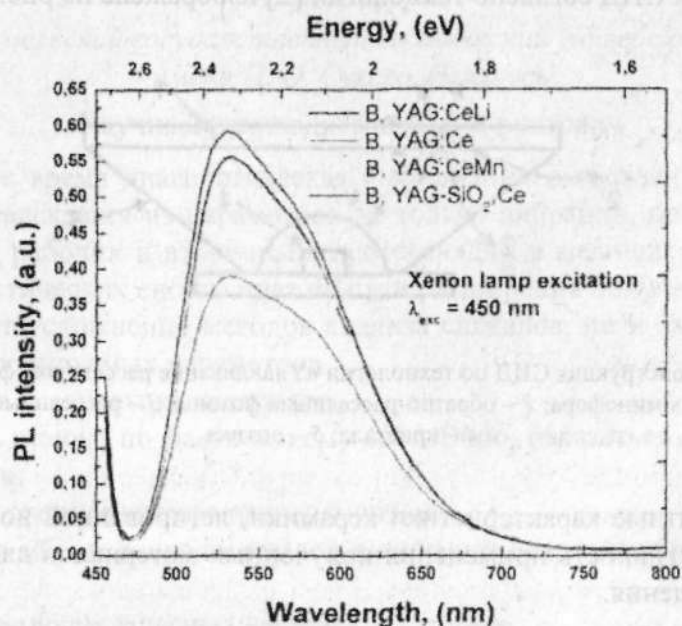


Рис. 1. Спектры люминесценции керамических образцов

Использование жидкофазных спекающих добавок – LiF и  $SiO_2$  значительно интенсифицирует процесс синтеза фазы граната, повышает степень уплотнения керамики и снижает температуру ее формования. Смачивающая жидкая фаза приводит к

увеличению скорости диффузии компонентов и облегчает перемещение частиц твердой фазы. При жидкофазном спекании возможно получение практически беспористых изделий при пониженных температурах и атмосферном давлении.

Химический состав –  $Y_3Al_5O_2 : Ce^{3+}$ , размер кристаллитов в спеченном керамическом материале составляет от 5 до 10 мкм, структура является плотноупакованной с наличием некоторого числа закрытых пор. Плотность керамического материала, полученного путем спекания прессовок в присутствии лития фторида и добавки ТЭОС составляет приблизительно 96 % от теоретической плотности  $Y_3Al_5O_2$ . Керамика обладает интенсивной люминесценцией в желто-зеленой области спектра при возбуждении источником с длиной волны 450 нм (синий светодиод).

Но даже несмотря на то, что используемый в настоящее время люминофор имеет высокую эффективность, способ его размещения внутри прибора ведет к повышенным световым потерям. В большинстве случаев этот свет поглощается внутри корпуса прибора.

Существует несколько вариантов размещения люминофора вдали от кристалла. Однако эффективного расположения люминесцирующего экрана не было предложено. Была разработана и запатентована новая концепция [2], названная «Улавливание рассеянных фотонов». Согласно этой технологии, люминофор размещается на некотором расстоянии от кристалла и оптика между кристаллом и слоем люминофора формирует эффективное извлечение обратно-рассеянных фотонов. Экспериментальные результаты [2] показали, что эффективность по сравнению с традиционными конструкциями СИД повышается на 60 %. Кроме того, установлено, что увеличивается также срок службы СИД за счет уменьшения деградации эпоксидной смолы, нанесенной на кристалл. Деградация связана с ухудшением отвода тепла от кристалла, выделяющегося во время работы.

Конструкция СИД согласно технологии [2] изображена на рис. 2.

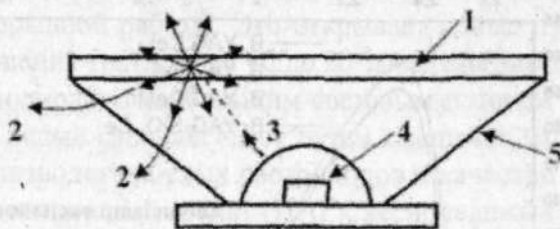


Рис. 2. Конструкция СИД по технологии «Улавливание рассеянных фотонов»: 1 – слой люминофора; 2 – обратно-рассеянные фотоны; 3 – рассеянные фотоны; 4 – кристалл; 5 – оптика

Люминесцентные характеристики керамики, легированной ионами церия, подтвердили перспективность применения полученных материалов для оптоэлектроники и систем освещения.

#### Выводы

1. Увеличение световой эффективности существующих ресурсов освещения позволит производить необходимое количество света, уменьшая при этом потребность в электроэнергии.
2. В настоящее время наиболее приемлемым способом получения сверхъярких светодиодов с белым цветом свечения является применение люминофоров, преобразующих излучение синего цвета в широкий спектр, соответствующий солнечному.

3. Для конструирования СИД белого света требуется разработка более эффективных, высокостабильных, долговечных и более близких к солнечному спектру люминофоров-преобразователей синего и УФ-излучения (существующие люминофоры быстро выгорают, технологии производства энергоемки, а отсюда и стоимость белых СИД очень высока).

4. Люминофоры, разрабатываемые в НИЛ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого, по эффективности люминесценции не уступают традиционным и обладают более высоким «спектроскопическим потенциалом».

5. Полученная керамика обладает интенсивной люминесценцией в желто-зеленой области спектра при возбуждении источником с длиной волны 450 нм (синий СИД).

6. Высокоплотная люминесцентная керамика на основе гранатов перспективна для создания сверхъярких источников белого света повышенной мощности, долговечности и однородности излучения. Люминесцентная керамика перспективна для применения в осветительных устройствах, преобразующих излучение синих и УФ СИД в белый свет со спектром, близким к солнечному.

#### Литература

1. Применение светодиодов для систем освещения (обзор) / А. О. Добродей [и др.] // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. - 2008. - № 1. - С. 37-49.
2. Nadarajah Narendran. Phosphor placement in white LED packages // Photonics Spectra. - 2006. - № 7. - P. 58-62.

## **АНАЛИЗ СРЕДСТВ ВИБРОДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**А. А. Алферов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Грунтович

В настоящее время диагностическая информация о состоянии вращающегося оборудования извлекается из параметров не только вибрации, но и других процессов, в том числе рабочих и вторичных, протекающих в машинах. Естественно, что развитие диагностических систем идет по пути расширения получаемой информации не только за счет усложнения методов анализа сигналов, но и за счет расширения количества контролируемых параметров.

Техническая диагностика позволяет:

- проводить ремонт по фактическому состоянию, отказаться от ремонта планового и аварийного;
- увеличить среднее время между ремонтами;
- уменьшить объем расхода деталей в процессе эксплуатации различного оборудования;
- уменьшить объем запасных частей;
- повысить качество ремонта и устранить вторичные поломки;
- продлить ресурс работающего оборудования на строго научной основе;
- повысить безопасность эксплуатации энергетического оборудования;
- сократить эксплуатационные затраты на 30-40 %;
- уменьшить потребление теплоэнергоресурсов.

На современном этапе на рынке присутствует множество приборов для измерения вибрация, но, к сожалению, они все импортного производства. Они делятся на три категории, в зависимости от назначения:

- приборы для балансировки;
- приборы общего уровня вибрации;
- приборы для анализа вибрации.

Балансировочные приборы служат для балансировки роторов электрических машин и турбин, к ним относятся:

- балансировочный прибор ВБ-5;
- балансировочный прибор ВМ-4.

ВБ-5 позволяет в режиме балансировки измерять размах вибросмещения оборотной составляющей вибрации и фазовый угол с помощью стробоскопа. Программа фазовой автоподстройки частоты осуществляет автоматический поиск и захват оборотной составляющей вибрации, производит автоподстройку частоты полосового фильтра, повышает устойчивость показаний фазового угла вибрации; в режиме анализа с помощью перестраиваемого полосового фильтра может измеряться виброскорость или вибросмещение отдельной составляющей спектра вибрации.

Малогабаритный балансировочный прибор ВМ-4 с автономным питанием и встроенным стробоскопом предназначен для измерения параметров вибрации и балансировки роторов вентиляторов, насосов, электродвигателей и другого оборудования в собственных опорах.

Приборы общего уровня измеряют общий уровень вибрации, обычно в частотном диапазоне от 10-1000 Гц, и позволяют оценить работоспособность или аварийное состояние электрооборудования. К ним относятся:

- переносный виброметр Vibro Vision;
- малогабаритные виброметры «К1», «Корсар» и др.

Виброметр марки Vibro Vision предназначен для контроля уровня вибрации и экспресс-диагностики дефектов вращающегося оборудования и позволяет измерять общий уровень вибрации (СКЗ, пик, размах), оперативно диагностировать состояние подшипников качения.

Виброметр регистрирует сигналы в размерности виброускорения, виброскорости, виброперемещения при помощи встроенного или внешнего датчика.

Дополнительными функциями прибора являются определение состояния подшипников качения на основе расчета эксцесса виброускорения и простейшего анализа вибросигналов.

Малогабаритный виброметр марки «К1» предназначен для проведения измерения вибрации в размерности виброскорости (мм/с) в стандартном диапазоне частот от 10 до 1000 Гц.

Прибор «Корсар» благодаря малым габаритам и простоте использования может применяться в эксплуатационных и ремонтных службах персоналом, не имеющим специальной подготовки в области вибродиагностики.

Применяется для вибродиагностики:

- вращающегося оборудования - насосов различных марок, компрессоров (в том числе поршневых);
- турбоагрегатов, вентиляторов, газодувков, дымососов и т. д.;
- фундаментов;
- прессовки активных элементов маслонаполненных трансформаторов и маслонасосов.

Для анализа вибрации используются приборы «Топаз» и «Кварц», основными достоинствами которых являются одновременность процессов получения, обработки информации и выдачи рекомендаций о состоянии диагностируемого оборудования.

При помощи приборов для вибродиагностики может быть получена амплитудно-частотная спектрограмма, общий вид которой представлен на рис. 1.

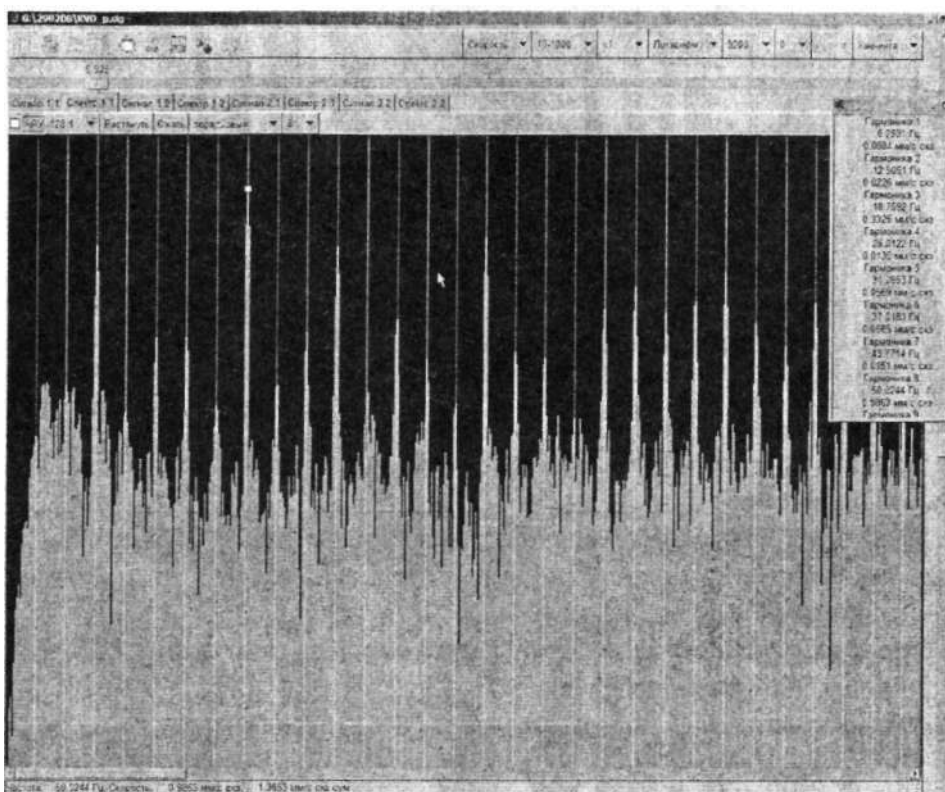


Рис. 1. Общий вид амплитудно-частотной спектрограммы

Обработка спектрограммы происходит одним из двух методов: анализ прямого спектра или методом огибающей. В асинхронных электродвигателях по спектрам вибрации выявляют:

- неисправности подшипников скольжения;
- неисправности подшипников качения;
- нарушение соосности магнитного поля статора и ротора;
- ослабление расклиновки обмотки статора;
- старение и высыхание изоляции статорной обмотки;
- овальность ротора и бочки статора;
- ослабление жесткости статорной обмотки в лобовой части;
- ослабление прессовки крайних пакетов электротехнической стали статора;
- магнитная несимметрия в двигателе;
- несимметрия фаз двигателя.

Вибродиагностика применяется не только для поиска дефектов в электрооборудовании, но и в электрических сетях для анализа вибрации проводов линии электропередачи. Для этого используется специальный прибор, приведенный на рис. 2.

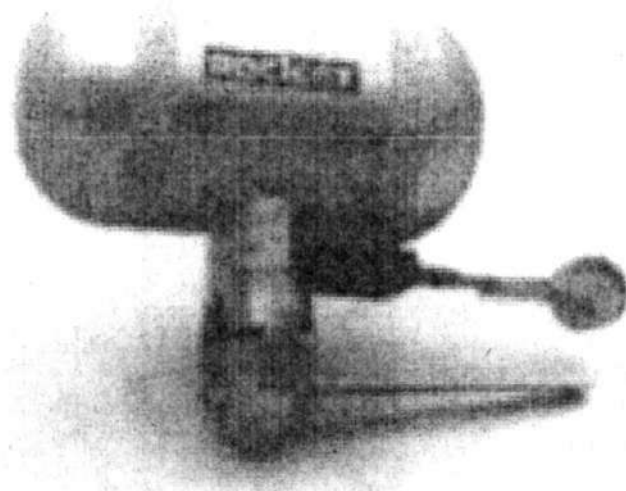


Рис. 2. Прибор для контроля и анализа проводов ЛЭП

Прибор позволяет:

- определять возможные проблемные места на линиях электропередачи, возникающие из-за вибрации;
- оценивать на месте в реальных погодных условиях характеристики вибраций линий электропередачи с различной конструкцией, натяжением проводов и техническим обеспечением;
- обеспечивать данными для составления реальных программ по обслуживанию и обновлению линий электропередачи;
- оптимизировать выбор и размещение виброгасителей и распорок.

### **ОПЕРАТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА КОНТАКТОРА РПН БЕЗ ВЫВОДА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ИЗ РАБОТЫ**

**М. А. Прохорчик**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Широков

Большие резервы повышения эффективности эксплуатации электрооборудования заключены в переходе на техническое обслуживание по реальной потребности, что невозможно без использования надежных методов выявления и оценки его текущего технического состояния. Это и определяет необходимость развития системы технической диагностики. Объектом исследования является диагностирование устройства РПН силового трансформатора без вывода его из работы.

Цель работы - разработка новых методов диагностирования устройства РПН силового трансформатора.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования на физическом макете трансформатора с РПН, на предмет адекватности действительности результатов, полученных с помощью разработанных методов.

Данные с осциллографа обрабатывались в системе компьютерной математики MATLAB, результаты представлены ниже (рис. 1-3).



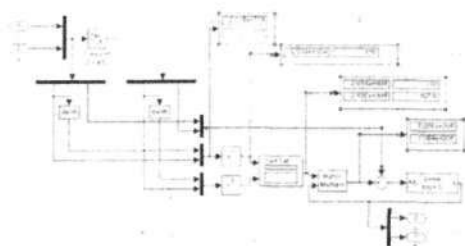


Рис. 1. Программа для обработки измерений в реальном времени

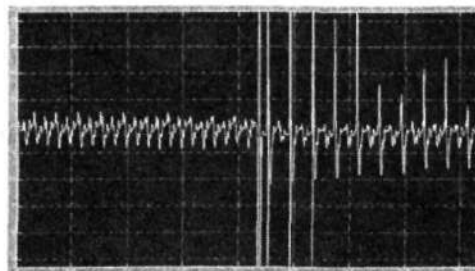


Рис. 2. Расчетное значение  $R(t)$

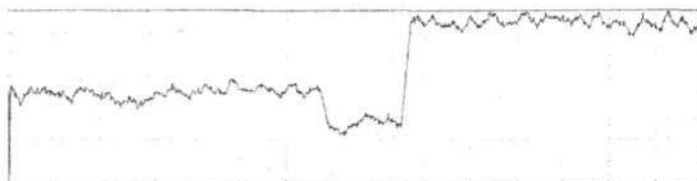


Рис. 3. Тренд, выделенный из расчетного  $R(t)$

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: высокая технологичность измерения, предлагаемые методы не критичны к точности измерительных преобразователей.

Эффективность методов определяется высокой технологичностью. Разработанные методы могут применяться как в отдельном устройстве диагностирования устройства РПН силового трансформатора, так и интегрироваться в существующие комплексы диагностики силовых трансформаторов. Практическое использование данных методов повышает эксплуатационную надежность силовых трансформаторов, тем самым, снижая риск ущерба от недоотпуска электроэнергии в результате аварии силового трансформатора, а также предотвращения аварий влекущих повреждения для устранения которых, требуется капитальный ремонт, для восстановления силового трансформатора. Кроме того, применение средств непрерывного диагностирования позволяет продлить расчетный срок службы силовых трансформаторов, а экономический эффект от отсрочки замены силового трансформатора на срок, около, 10 лет, может достигать стоимости нового трансформатора того же типоразмера.

#### Литература

1. Прохорчик, М. Непрерывный мониторинг состояния устройства РПН силовых трансформаторов / М. Прохорчик // Литва без науки - Литва без будущего. Транспорт : сб. тр. 10 конф. молодых ученых Литвы. - Вильнюс : Техника, 2007.

### ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. В. Сугонякин**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. В. Бахмутская, Т. В. Алферова

В настоящее время на большинстве предприятий 30-70 % затрат в себестоимости выпускаемой продукции приходится на тепло и электроэнергию.

Главным достоинством новой технологии электро- и теплоснабжения - когенерации - является ее высокая эффективность и, как следствие, снижение стоимости производства энергии.

Основным элементом комбинированного источника электроэнергии и тепла (когенератора) является первичный газовый двигатель внутреннего сгорания с электрогенератором на валу. При работе двигатель-генератора утилизируется тепло газовых выхлопов, масляного холодильника и охлаждающей жидкости двигателя. При этом в среднем на 100 кВт электрической мощности потребитель получает 150-160 кВт тепловой мощности в виде горячей воды температурой 90 °С для отопления и горячего водоснабжения.

Сравнительный баланс когенерационной установки представлен на рис. 1.



Рис. 1. Сравнительный баланс когенерационной установки

Таким образом, когенерация удовлетворяет потребности объекта в электроэнергии и низкопотенциальном тепле. Главное ее преимущество перед обычными системами состоит в том, что преобразование энергии в данном случае происходит с большей эффективностью, чем достигается существенное сокращение расходов на производство единицы энергии.

Основные условия для успешного применения когенерационной технологии:

- при использовании когенератора в качестве основного источника энергии, то есть при загрузке 365 дней в году, исключая время на плановое обслуживание;
- при максимальном приближении когенератора к потребителю тепла и электроэнергии, в этом случае достигаются минимальные потери при транспортировке энергии;
- при использовании наиболее дешевого первичного топлива - природного газа.

Наибольший эффект применения когенератора достигается при его работе параллельно с внешней сетью. При этом возможна продажа излишков электроэнергии, например, в ночное время, а также при прохождении часов утреннего и вечернего максимумов электрической нагрузки. По такому принципу работают 90 % когенераторов в странах Запада.

Система управления когенератором обеспечивает автоматический пуск и останов, параллельную работу генератора с внешней сетью, автоматическое распределение нагрузок при параллельной работе нескольких когенераторов и выполнение других функций по требованию заказчика.

Преимуществами когенерационных установок являются:

- высокая надежность;
- компактное блочное исполнение, минимизирующее требования к строительным и монтажным работам;
- низкий уровень шума, обеспеченно и стандартно поставляемым противошумным кожухом;
- высокое соотношение качества и цены и вытекающая из этого максимальная экономия при эксплуатации;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Комбинированное производство тепла и электроэнергии, называемое когенерацией, представляет собой способ эффективного и экологического использования первичной энергии. Эффективность достигнута за счет использования тепловой энергии при производстве электрической энергии. При традиционном способе производства электроэнергии это тепло без пользы теряется.

Последовательно использование когенерационного способа производства электроэнергии и тепла дает около 40 % экономии топлива и в той же мере участвует в уменьшении экологической нагрузки на регион. При когенерации исходят из принципа, по которому это самая чистая энергия, которую вообще не надо производить.

Электрическая энергия производится трехфазными генераторами, тепловая энергия получается путем охлаждения двигателя внутреннего сгорания, масла и продуктов сгорания. Производство обоих видов энергии неотделимо связано и дано тесное соотношение производства отдельных видов энергии.

Установки с асинхронным генератором могут работать независимо от сети. Они могут использоваться в качестве заменяющих аварийных источников, когда в случае потери питания требуется в рабочем порядке обеспечить работу оборудования, находящегося под напряжением и во время отсутствия энергии в сети.

Основным производителем когенерационных установок является американская фирма Caterpillar. Электростанции Caterpillar могут работать на природном газе, попутном газе, пропане, биогазе, газе мусорных свалок, газе сточных вод, особых газах (например, шахтном газе, коксовом газе, древесном газе).

Выпускается три типа электростанций Caterpillar:

- газопоршневые установки;
- комплектные когенерационные установки в модульном исполнении;
- когенерационные установки с разделенным блоком утилизации.

Когенерационная установка позволяет создать на предприятии автономную систему электроснабжения и теплоснабжения, причем тепло в виде воды или пара, производится фактически бесплатно, а стоимость электроэнергии в 1,5-2 раза ниже, чем при покупке у энергокомпаний. Суммарный КПД ГТЭС при сжигании газа достигает 83-93 %, что значительно превосходит показатели существующих теплоэлектростанций и газотурбинных станций, где КПД при сжигании газа составляет всего 27-36 %.

Тепловая схема когенерационной установки представлена на рис. 2.

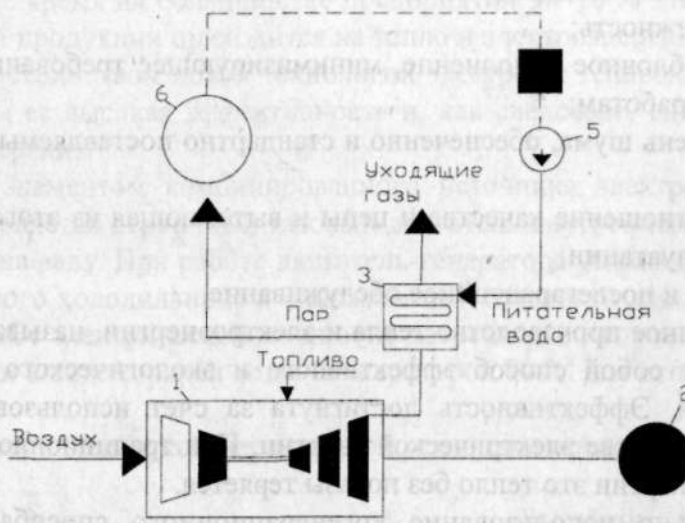


Рис. 2. Тепловая схема когенерационной установки

Преимущества газопоршневых когенерационных теплоэлектростанции:

- короткий срок окупаемости – от 2 до 4 лет – в зависимости от стоимости газа и существующих тарифов на электрическую и тепловую энергию;
- большой срок эксплуатации – 15–30 лет, в зависимости от мощности и типа агрегатов, при годовой наработке не менее 8000 часов;
- широкий диапазон мощности отдельных агрегатов – 50–17000 кВт, на основе которых можно строить ГТЭС до 400 МВт;
- короткое время строительства – от 1 до 6 месяцев, в зависимости от мощности;
- низкие эксплуатационные расходы на минимизированные распределительные электрические и тепловые сети и низкие потери энергии в сетях;
- высокая надежность энергоснабжения;
- высокая адаптивность к нагрузке – в работе находится столько агрегатов, сколько достаточно для работы потребителей в данный момент.

На ЧУП «Светотехника» планируется ввод в эксплуатацию когенерационной установки Caterpillar G3406TA мощностью 160 кВт.

В настоящее время теплоснабжение предприятия (отопление и бытового горячее водоснабжение (ГВС)) осуществляется от собственной котельной, оснащенной двумя водогрейными котлами (производства США) типа НШ825, и НН0850 мощностью 433 кВт и 202 кВт соответственно. Для целей ГВС на котельной внедрен пластинчатый теплообменник; котлы оснащены автоматикой регулирования процессов сгорания топлива (газа). С целью вывода из эксплуатации третьего котла «Минск 1» предприятием запланировано внедрение когенерационной установки Caterpillar G3406TA.

Кроме того применение когенерационной установки позволяет упростить схему электроснабжения предприятия и сократить протяженность кабельных линий путем запитки от нее трех близлежащих участков: порошковой окраски, пропитки и сушки ПРА, выдувных машин.

Таким образом, внедрение когенерационной установки на ЧУП «Светотехника» обеспечит годовую экономию электроэнергии в стоимостном выражении в размере 190,9 млн руб./год.

Научное издание

# **ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ**

## **МАТЕРИАЛЫ IX Международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов**

Гомель, 28-29 апреля 2009 года

Ответственный за выпуск Н. Г. Мансурова

Компьютерная верстка: Н. Б. Козловская, М. В. Аникеенко, Е. В. Темная

Редактирование и корректура: Н. Г. Мансурова, Н. И. Жукова,  
Н. В. Гладкова

Подписано в печать 08.09.09.

Формат 60x84/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура «Тайме».

Ризография. Усл. печ. л. 52,08. Уч.-изд. л. 34,66.

Тираж 160 экз. Заказ № 911 /247.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени И.О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.