

(40)

ISSN 1814-3520

№4
2009

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

Издательство Иркутского Государственного Технического Университета, 2009



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

Издательство Иркутского Государственного Технического Университета, 2009



№4⁽⁴⁰⁾
2009

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

(40)

№4
2009

Издательство Иркутского Государственного Технического Университета

Редакционная коллегия

И.М. ГОЛОВНЫХ,
профессор, доктор
технических наук,
главный редактор

А.Д. АФАНАСЬЕВ,
профессор, доктор
технических наук,
зам.главного
редактора

А.Н. ВИСЯЩЕВ,
профессор, кандидат
технических наук

Н.И. ВОРОПАЙ,
член-корреспондент
РАН, профессор,
доктор технических
наук

Р.Д. ГУТГАРЦ,
профессор, доктор
экономических наук

А.Н. ИВАНОВ,
профессор, доктор
геолого-
минералогических наук

М.И. КУЗЬМИН,
академик РАН,
профессор, доктор
геолого-
минералогических наук

И.В. НАУМОВ,
профессор, доктор
исторических наук

А.В. ПЕТРОВ,
профессор, доктор
технических наук

А.И. ПРОМПТОВ,
профессор, доктор
технических наук

К.Л. ЯСТРЕБОВ,
профессор, доктор
технических наук

Журнал основан в 1997 г.
Периодичность издания - 4 раза в год

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций.

Свидетельство ПИ №77-13046 от 15 июля 2002 г.
Учредитель Иркутский государственный технический
университет

Ответственный за выпуск Г.П.Привалова
Дизайн и макет издания Е.В.Хохрин

Адрес редакции:
664074, г.Иркутск, ул.Лермонтова,83, ауд. Д-215
email: pgr@istu.edu

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

★ Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Пункты расхода компонентов в химических балансах резервуаров озера Байкал.....	6
★ Афанасьев А.Д., Иванов Н.А., Ржещичкий А.Э., Кондратьев В.В. Наночастицы углерода в отходах производства алюминия и их модифицирующие свойства.....	13
★ Герасимов Н.С., Гребенщикова В.И., Носков Д.А. Изотопно-геохимические различия баргузинских и зазинских гранитов (Восточное Прибайкалье).....	17
★ Кононов Е.Е. О происхождении песчаных толщ Северного Прибайкалья.....	23
★ Мурашова Е.Г. Анализ продольных профилей рек Зейско-Буреинской равнины.....	28
★ Овсянников С.С. Сравнительный анализ экологических и технико-экономических показателей ртутного и безртутных методов получения хлора и каустической соды.....	30
★ Тимофеев С.С. Современные подходы к оценке экономических потерь от несчастных случаев на производстве.....	34

Разработка месторождений твердых полезных ископаемых

◆ Соколов А.Д., Такайшвили Л.Н., Витюк А.К. Угольная промышленность Амурской области: существующее состояние и возможности развития.....	41
◆ Сосновская Е.Л., Филонюк В.А., Жуков А.А., Рубцов С.Л. Геомеханические условия горного массива Майского золоторудного месторождения.....	46







Транспорт

🚗 Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С., Фазуллин М.Р. Снижение энергоемкости оборудования для ремонтной окраски и сушки автомобилей.....	50
🚗 Буй Мань Кыонг. Проблемы компьютерного анализа усталостной прочности деталей машин с учетом влияния температуры.....	53
🚗 Воробьев И.А., Зальцман Г.К., Воробьев А.А. Методика определения остаточного ресурса и продления срока службы некоторых ответственных сооружений железнодорожного транспорта.....	57
🚗 Елисеев С.В., Упырь Р.Ю. Особенности динамики виброзащитных трехмассовых систем. Формы самоорганизации движения.....	62
🚗 Рассоха В.И. Эксплуатация мобильных машин в условиях регламентированного усталостного повреждения элементов несущих систем.....	67
🚗 Федотов А.И., Бойко А.В., Буранов А.В., Цогт Д. Экспериментальное исследование параметров, характеризующих взаимодействие автомобильного колеса с опорными роликами диагностических стенов.....	72






Экономика

💰 Воробьева О.А. Переход на международные стандарты финансовой отчетности как фактор влияния на конкурентоспособность региона.....	78
💰 Герцекович Д.А. Зеркальные пары. Анализ дисбаланса валютных курсов. Мультивалютная визуализация.....	81
💰 Давыдова Е.С. Реинжиниринг бизнес-процессов: этапы и принципы проведения.....	85
💰 Ермолаев И.А. Институциональные факторы повышения эффективности внешнеторговой деятельности российского лесного сектора.....	87
💰 Жаркова Е.В. Японские инвестиции в развитие нефтегазодобывающего комплекса Иркутской области.....	90
💰 Калюжнова Н.Я., Юдаев А.В. Анализ позиционирования компаний на фармацевтическом рынке на основе цепочки создания ценности.....	93
💰 Кириллова Т.К. Концепция формирования и развития туристического кластера на территории Ольхонского района.....	100
💰 Копылова В.А. Инвестиционная стратегия развития лесопромышленного комплекса.....	104
💰 Краснова М.В. Стратегический управленческий учет денежных потоков.....	107
💰 Лапина Т.И. Тенденции развития молочного скотоводства в Иркутской области.....	111
💰 Литвинова О.В. Исследование влияния эксплуатационных затрат на воспроизводство жилищного фонда.....	114
💰 Маринов А.А. Инновационная деятельность как объект государственного регулирования.....	118
💰 Парфентьева О.В. Управление образовательной программой на основе процессного подхода в филиале как структурном подразделении образовательного учреждения.....	122
💰 Пешкова М.В. Оценка затрат воспроизводства жилищного фонда региона.....	128
💰 Соболев А.С. Оценка инвестиций в создание предприятия по производству кирпича в Иркутской области.....	131
💰 Сольская И.Ю., Кононенко А.В., Снеткова А.В. Развитие методических подходов к оценке инвестиционного процесса.....	135









СОДЕРЖАНИЕ **Экономика**

-  **Тимчук О.Г.** Основные проблемы и тенденции развития ЖКХ на муниципальном уровне..... 139
-  **Ткачук Л.Т., Короткова Г.К.** Формирование системы научных знаний в области экономики культуры (отечественные и зарубежные подходы)..... 142
-  **Цыбиков Д.Н.** Анализ и пути совершенствования экономических программ в Республике Бурятия..... 148
-  **Чепиков Э.В., Наталуха И.А.** Оптимальные инвестиционные стратегии фирмы в стохастических условиях..... 150
-  **Шульгин М.В.** Проблемы потребления, деятельности и потребительского поведения..... 155
-  **Яськова Н.Ю., Бакрунов Ю.О., Бормотов В.П.** Влияние финансового кризиса на развитие инвестиционно-строительной сферы..... 161


 **Строительство и архитектура**

-  **Гончаров М.Н.** Городская площадь. Основные стилевые этапы развития и архитектурно-ландшафтные приёмы как норма их эстетической выразительности..... 165
-  **Калинин Д.С., Калинин В.Д., Романов Р.В.** Разработка систем теплоснабжения с энерготехнологическими станциями..... 171
-  **Рудых О.Л.** Расчёт тепло – и влагообмена МКЭ в земляном полотне железных и автомобильных дорог..... 175
-  **Снитко Л.В.** Устойчивость опор линий электропередачи, расположенных на обводнённых и слабых грунтах 179
-  **Солодянкина С.В.** Градостроительное проектирование в аспекте внедрения инструментов экологически ориентированного территориального планирования..... 182



 **Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь**

-  **Агарышев А.И., Власов В.Г., Куклин В.Л.** Анализ измеренных и рассчитанных напряжённостей поля радиоволн УКВ диапазона..... 189
-  **Касьянов Г.Т., Сторожко А.В.** Ускоритель электронов в мостовой выпрямительной электросхеме..... 192
-  **Краснояров А.Е.** Автоматический информационно-измерительный комплекс для долговременного мониторинга экосистемы озера Байкал..... 194
-  **Маршалко Ю.С.** К вопросу о разработке компьютерных систем непрерывного мониторинга взрывоопасных технологических объектов..... 197
-  **Муратов В.И., Куценко С.М.** Об отклике измерительной системы при регистрации частичных разрядов... 200
-  **Скрыпник О.Н.** Обеспечение посадки воздушных судов на основе синхронной системы обмена данными. 202
-  **Слепченко А.П.** Повышение точности определения координат воздушного судна при оптимизации размещения посадочных навигационных опорных точек..... 205
-  **Черкашин К.В.** Использование данных сети двухчастотных GPS-приемников для диагностики состояния ионосферы..... 207


 **Химия и металлургия**

-  **Радионов Е.Ю., Ершов В.А.** Особенности магнитной гидродинамики электролизеров ОА-300 5-ой серии Иркутского алюминиевого завода..... 210

 **Кибернетика. Управление в сложных системах**

-  **Бойков А.В., Русанов В.А., Шишкин Г.М.** Использование многомерной реализации Калмана-Месаровича для построения апостериорной модели динамики сложного физико-механического процесса | 214
-  **Сычева И.А., Самохвалова С.Г.** Методика широтно-импульсно- модулированного управления асинхронным двигателем с комбинированием двух- и трехуровневого инверторов..... 219

 **Гуманитарные науки**

-  **Сергиенко Л.С., Грицких И.В., Варфоломеева К.В.** Об использовании новых технологий в процессе обучения..... 224

Уважаемые читатели!

Предлагаем вашему вниманию очередной выпуск научного журнала "Вестник Иркутского государственного технического университета".

Журнал включен в "Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук", утвержденный ВАК Минобрнауки России, по следующим направлениям: науки о Земле; разработка месторождений твердых полезных ископаемых; транспорт; электроника, измерительная техника, радиотехника и связь; строительство и архитектура; экономика.

"Вестник ИрГТУ" реферировается и рецензируется.

Приглашаем вас к активному творческому сотрудничеству также по научным направлениям:

- машиностроение и механика;
- энергетика и электроника;
- геология, поиски и разведка МПИ;
- техника и технология разработки месторождений твердых полезных ископаемых с учетом энергосбережения и экологических требований;
- геодезия и картография;
- охрана окружающей среды;
- химия и химические технологии;
- цветная металлургия;
- обогащение полезных ископаемых;
- строительные конструкции и материалы;
- коммунальное хозяйство;
- кибернетика, управление в сложных системах;
- философские, правовые, технико-экономические и социокультурные аспекты отношений человека к обществу и природе.

Редколлегия





УДК 550.84 (571.53)

ПУНКТЫ РАСХОДА КОМПОНЕНТОВ В ХИМИЧЕСКИХ БАЛАНСАХ РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ**О.Ю.Астраханцева¹, С.С.Тимофеева², О.М.Глазунов³**^{1,3}Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а.²Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Установлено, что в резервуарах основной пункт расхода части катионов, органического вещества, биогенных элементов и группы микроэлементов – аккумуляция: в Селенгинском резервуаре – в донных отложениях и малая часть в водах, а в остальных резервуарах – в водах и малая часть в донных отложениях. Основное количество поступившего вещества в резервуары транзитно.

Ил. 5. Табл. 2. Библиогр. 5 назв.

*Ключевые слова: потоки; аккумуляция; химический баланс; резервуары.***COMPONENTS CONSUMPTION POINTS IN THE CHEMICAL BALANCES OF THE RESERVOIRS OF THE LAKE BAIKAL****O.Y. Astrahantseva, S.S. Timofeeva, O.M. Glazunov**The Institute of Geochemistry named after A.P. Vinogradov of Siberian Department of Russian Academy of Sciences,
1a Favorskii St., Irkutsk, 664033Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The authors determined that in the reservoirs the main consumption point of part of cations of an organic substance, biogenic elements and a group of microelements is accumulation. It occurs in bottom sediments and the smaller part in waters of Selenginskii reservoir. It occurs in waters and the smaller part in bottom sediments of the rest of reservoirs. The remaining basic amount of the substance received by the reservoirs is via.

5 figures. 2 table. 5 sources.

Key words: flows; accumulation; chemical balance; reservoirs.

Учет механизмов взаимодействия вод озера с окружающей средой – потоками в исследовании вод оз. Байкал позволяет понять механизмы формирования и трансформации химического состава природных вод в различных обстановках и установить интенсивность обменных процессов в озере. Проведена оценка термодинамического состояния вод озера Байкал и потоков, в них впадающих, рассчитаны водные балансы резервуаров и исследовано взаимодействие в системе "оз. Байкал – окружающая среда" [1-4]. Установлено, что интенсивности водообмена в резервуарах и условия формирования вещества (температура, давление, химический состав, взаимодействие вещества резервуаров с веществом потоков) индивидуальны по меньшей мере в пяти резервуарах оз. Байкал и обусловлены морфологией (сложным строением дна и глубиной), влияющей на своеобразие температурных характеристик и гидродинамических процессов и со-

ответственно на механизм формирования качества вод озера. Созданы химические балансовые модели резервуаров озера Байкал. Химическую балансовую модель озера Байкал составляют химические балансовые характеристики пяти резервуаров озера – Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного – с потоками, впадающими в резервуары и вытекающими из них. В оценке внешней и внутренней нагрузок на озеро Байкал важны как внешние, так и внутренние источники вещества, определенные именно для каждого резервуара оз. Байкал. Внешняя и внутренняя нагрузки (количество вещества, поступающее в оз. Байкал с внешними и внутренними потоками в 10^9 г/год) сильно различаются на всем протяжении озера и средние их содержания для всего озера Байкал не дают представления об их роли в озере. Каждый резервуар оз. Байкал индивидуален по количеству вещества в резервуаре, испытываемым внеш-

¹Астраханцева Ольга Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории физико-химического моделирования, тел.: (3952)425512, e-mail: astra@igc.irk.ru

Astrahantseva Olga Yurjevna, a junior research assistant of the laboratory of physical and chemical modelling, tel.: (3952)425512, e-mail: astra@igc.irk.ru

²Тимофеева Светлана Семеновна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, тел. (3952)405106.

Timofeeva Svetlana Semenovna, a doctor of technical sciences, a professor, the head of the Chair of Industrial Ecology and Safety of Life Activity, tel.: (3952)405106.

³Глазунов Олег Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории химического и ультраосновного магматизма.

Glazunov Oleg Mihailovich, a doctor of geological and mineralogical sciences, a professor the principal research worker of the laboratory of geochemical and ultrabasic magmatism.



ней и внутренней нагрузкам, по источникам прихода и по набору компонентов, совершающих круговорот внутри резервуаров [5]. Физико-химические процессы, происходящие в водах оз. Байкал вследствие взаимодействия вещества резервуаров оз. Байкал с веществами потоков, впадающих в каждый резервуар, индивидуальны в каждом резервуаре.

В данной статье мы попытаемся понять характер аккумулятивных процессов в резервуарах, а именно: какие элементы связываются и накапливаются в их водах и донных отложениях, а для каких они не являются геохимическим барьером и элементы проходят через резервуар транзитом. Проследим пункты статьи "Расход" – количество вещества (в 10^9 г/год), уходящего из резервуара со следующими потоками: со стоком озерных вод в другие резервуары озера и Ангару и с потоком в донные отложения – для основных компонентов, микрокомпонентов, биогенных элементов и органического вещества в каждом резервуаре.

Для оценки роли каждого из потоков в расходе количества компонентов в резервуарах оз. Байкал суммарный (внешний – сток озерных вод в другие резервуары озера и реку Ангару и внутренний – поток в донные отложения) расход каждого компонента принят за 100%. Это позволило понять, что для каждого из резервуаров расход вещества индивидуален, каждый из потоков может быть основным по расходу какого-либо компонента в каком-либо из пяти резервуаров и для расчета химических балансов резервуаров необходим учет внешнего и внутреннего потоков.

Расход основных компонентов в озере следующий: в статьях "Расход" Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского резервуаров половина общего количества K^+ уходит в донные отложения, половина – со стоком озерных вод в другие резервуары озера; Na^+ – около третьей части поступает в донные отложения, остальное количество мигрирует со стоком озерных вод; Ca^{2+} – почти весь уходит со стоком; Mg^{2+} – основная часть мигрирует со стоком озерных вод, остальное количество – в донные осадки. В

Северном резервуаре картина другая, а именно: почти весь K^+ , основная часть Na^+ и Mg^{2+} , около половины Ca^{2+} уходят в донные отложения, остальное – со стоком озерных вод в другие резервуары озера (рис. 1, табл. 1). Что касается анионов, то основной пункт их расхода во всех резервуарах – сток озерных вод в другие резервуары озера и в Южном резервуаре – в Ангару.

Микроэлементы Al, Mn, As, Cr, Cu, Pb, Co, V, Rb, Ti во всех резервуарах, кроме Селенгинского, утилизируются с потоком в донные отложения практически целиком (рис. 2, табл. 1). Половина общего количества Cd, Zn, U, Br поступает в донные отложения, половина уходит со стоком. В Селенгинском резервуаре Al, Mn, As, Cr, Co, V, Rb, Ti и 50% Pb мигрируют в донные отложения. Практически полностью уходят со стоком B, Hg, Sr, Mo. В Северном резервуаре половина общего содержания B в резервуаре поступает в донные отложения, половина уходит со стоком озерных вод. В Селенгинском и Ушканьеостровском резервуарах у ряда микроэлементов поведение отличается от такового тех же элементов в глубоких резервуарах: в Селенгинском резервуаре Cu практически полностью, а Pb на 50% уходят со стоком озерных вод. Также ведет себя Br в обоих резервуарах: практически весь мигрирует со стоком озерных вод. Больше половины Mo в обоих резервуарах уходит в донные отложения, остальное – со стоком озерных вод. Таким образом, в Южном, Среднем и Северном резервуарах B, Hg, Sr, Mo, в Селенгинском кроме них еще Cu и 50% Pb, а в Селенгинском и Ушканьеостровском системах еще и Br не участвуют в комплексобразовании и не уходят в донные отложения, а присутствуют в растворенных формах в воде. Понятно, что загрязнение этими металлами – B, Hg, Sr, Mo – очень опасно, т.к. они не утилизируются в донные отложения, а сохраняются в растворенном виде в водах озера и при концентрациях, превышающих предельно допустимые, становятся токсичными для гидробионтов.

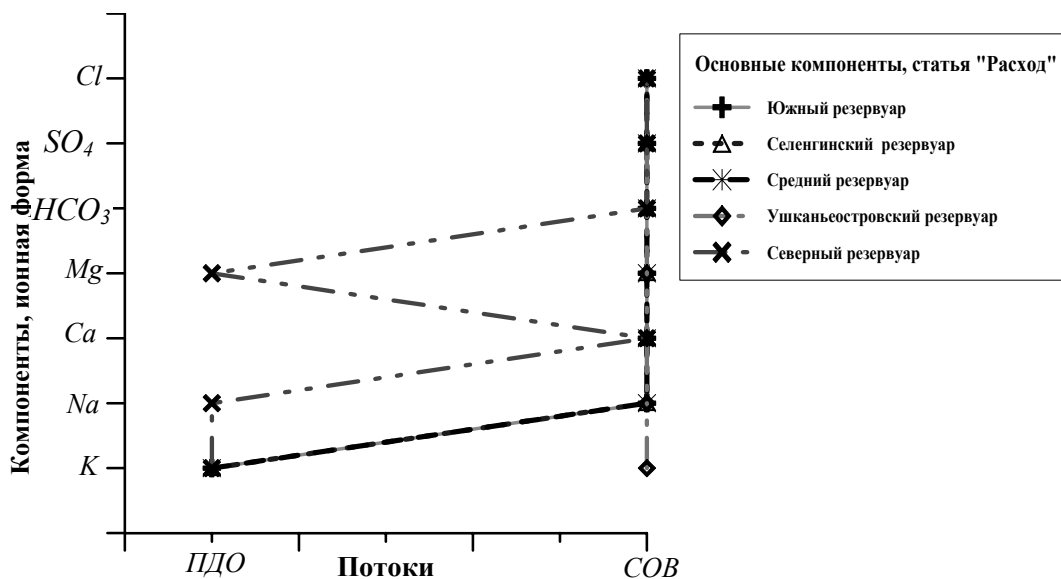


Рис. 1. Пункты расхода основных компонентов в пяти резервуарах оз. Байкал. По оси абсцисс: PDO – поток в донные отложения; SOV – сток озерных вод в другие системы

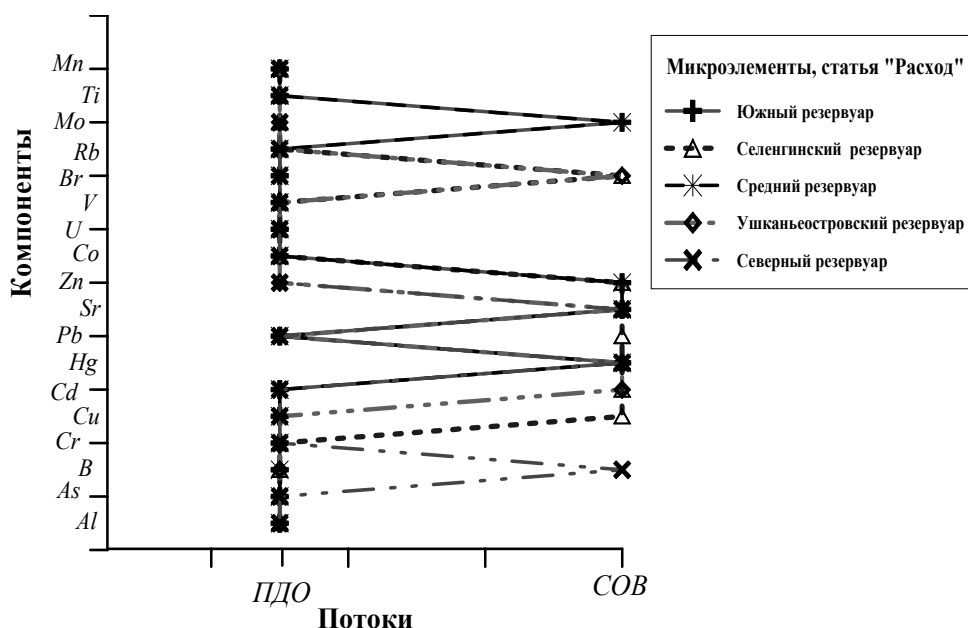


Рис. 2. Пункты расхода микроэлементов в пяти резервуарах оз.Байкал (обозначения см. на рис. 1)

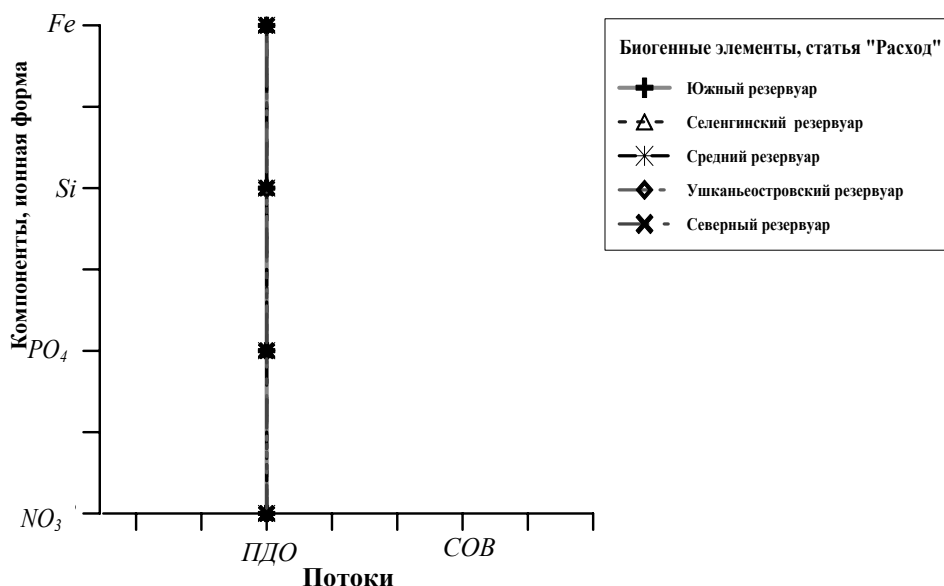


Рис. 3. Пункты расхода биогенных элементов в пяти резервуарах оз. Байкал (обозначения см. на рис. 1)

Биогенные элементы $Fe_{общ}$, Si , PO_4^{3-} в статье "Расход" во всех резервуарах практически целиком – больше 90% – поступают в донные отложения (рис.3, табл. 1). Во всех резервуарах, кроме Среднего и Северного, около 20% NO_3^- мигрирует со стоком озерных вод в другие резервуары озера, остальное – в донные отложения. В Среднем и Северном резервуарах весь NO_3^- (больше 90%) утилизируется в донные отложения.

В Южном, Среднем, Северном резервуарах половина количества расходуемого $C_{орг}$ уходит в донные отложения, половина – со стоком (рис. 4, табл. 1). В менее глубоких резервуарах – Селенгинском, Ушканьеостровском – третья часть $C_{орг}$ поступает в донные отложения, остальная часть уходит со стоком озерных вод. С $N_{орг}$ картина та же, что и с $C_{орг}$, только в Северном резервуаре в донные отложения утилизируется большая часть (77%), в сток – остальное. Во всех ре-

зервуарах больше 80% $P_{орг}$, в Селенгинском 70%, в Северном 90,9% уходят в донные отложения, остальное – со стоком озерных вод в другие резервуары озера и в Ангару. С $S_{орг}$ картина та же, что и с $C_{орг}$.

Рассмотрим пункты расхода компонентов по резервуарам (см. рис. 1-4). Видно, что расход компонентов в резервуарах индивидуален. Сравним процентное содержание компонентов в пунктах статьи "Расход" для каждого резервуара оз. Байкал (табл. 2). Проследим поведение компонентов в резервуарных статьях "Расход". Картина вырисовывается следующая: пункты расхода катионов – со стоком озерных вод и с потоком в донные отложения, а анионов – только со стоком озерных вод в другие резервуары озера и Ангару (см. рис. 1, табл. 1). Катионы участвуют в химических круговоротах внутри резервуаров. Микроэлементы Al, Mn, As, Cr, Cu, Pb, Co, V, Rb, Ti во всех резервуарах (в Селенгинском резервуаре Al, Mn, As,

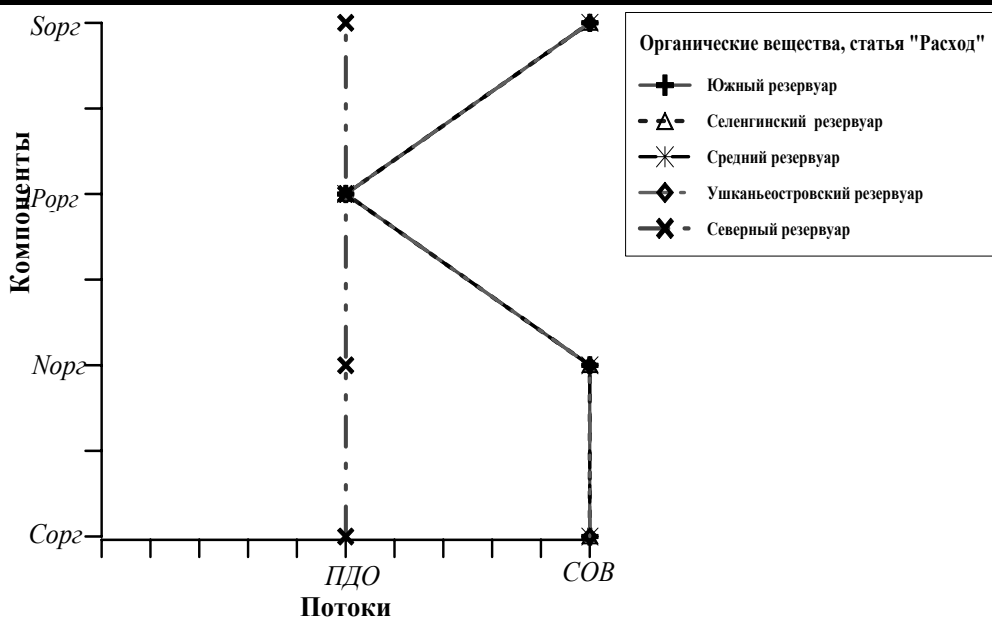


Рис. 4. Пункты расхода органических веществ в пяти резервуарах оз. Байкал (обозначения см. на рис. 1)

Cr, Co, V, Rb, Ti и 50 % Pb) утилизируются в донные отложения практически целиком. Во всех резервуарах, кроме Северного, половина содержания Zn, U, Вг в статье "Расход" мигрирует в донные отложения, половина со стоком (в Селенгинском резервуаре Zn и Вг целиком уходят со стоком озерных вод). В, Hg, Sr, Mo (в Северном половина В) во всех резервуарах, в Селенгинском еще Си и 50 % Pb, а в Ушканьеостровском еще и Вг практически полностью уходят со стоком озерных вод. Биогенные элементы практически целиком утилизируются с потоком в донные отложения. Расход органического вещества в резервуарах сле-

дующий: половина или чуть большая часть расходных $S_{орг}$, $S_{орг}$, $N_{орг}$ мигрирует со стоком озерных вод в другие резервуары озера, половина – в донные отложения, основная часть расходного $P_{орг}$ уходит в донные отложения (в Северном резервуаре $P_{орг}$ уходит в донные отложения целиком). Резервуары обмениваются, т.е. в пункты "приток озерных вод из других резервуаров озера" и "сток озерных вод в другие резервуары озера" поступает основное количество статьи "Расход" главных компонентов, органических веществ $S_{орг}$, $S_{орг}$, $N_{орг}$ и микроэлементов. Из Южного резервуара: Cd, Zn, U, Hg, Sr, Mo, В; Селенгинского:

Таблица 1
Содержание компонентов в пунктах статьи "Расход" для резервуаров мегасистемы "Оз. Байкал"

Компоненты	Расход компонентов в озере Байкал, %					
	Южный резервуар			Селенгинский резервуар		
	Потоки компонентов в донные отложения	Сток в Ангару	Суммарный расход	Потоки компонентов в донные отложения	Сток в другие резервуары	Суммарный расход
K^+	56.6	43.4	100	51	49	100
Na^+	31.4	68.6	100	24.2	75.8	100
Ca^{2+}	8.68	91.3	100	6.95	93	100
Mg^{2+}	26.1	73.9	100	22.4	77.6	100
Al	98.2	1.82	100	94.3	5.67	100
Si	94.3	5.7	100	85.7	14.3	100
Mn^{2+}	98	2.03	100	98.1	1.86	100
$Fe_{общ}$	99.1	0.889	100	98.8	1.22	100
SO_4^{2-}	2.47	97.5	100	1.87	98.1	100
HCO_3^-	0	100	100	0	100	100
Cl	0.471	99.5	100	0.301	99.7	100
NO_3^-	81.5	18.5	100	85.8	14.2	100
PO_4^{3-}	94	6.04	100	95.7	4.32	100
H						
O	0	100	100	0	100	100
As	83.1	16.9	100	81.5	18.5	100
B	10.8	89.2	100	9.78	90.2	100
Cr	89	11	100	82.4	17.6	100
Cu	88	12	100	2.83	97.2	100



Cd	51.6	48.4	100	30.9	69.1	100
Hg	1.13	98.9	100	0.951	99	100
Pb	86.9	13.1	100	48.7	51.3	100
Sr	3.48	96.5	100	2.22	97.8	100
Zn	40	60	100	0.827	99.2	100
Co	97.4	2.58	100	96.8	3.24	100
U	53.9	46.1	100	51.4	48.6	100
V	89.6	10.4	100	89.5	10.5	100
Br	60.1	39.9	100	4.95	95.1	100
Rb	81.6	18.4	100	89.4	10.6	100
Mo	14	86	100	62.9	37.1	100
C _{орг}	41.7	58.3	100	23.3	76.7	100
N _{орг}	47.6	52.4	100	33.1	66.9	100
P _{орг}	82.4	17.6	100	70	30	100
S _{орг}	41.7	58.3	100	23.3	76.7	100
CO ₂	1.19	98.8	100	0.91	99.1	100
Ti	100	0	100	100	0	100
Минерализация	20.5	79.5	100	15.7	84.3	100
K ⁺	61.6	38.4	100	44.1	55.9	100
Na ⁺	32	68	100	20.8	79.2	100
Ca ²⁺	11.1	88.9	100	5.47	94.5	100
Mg ²⁺	33.4	66.6	100	16.9	83.1	100
Al	93.8	6.18	100	91.6	8.43	100
Si	94.1	5.89	100	91.2	8.8	100
Mn ²⁺	98.8	1.16	100	98.6	1.36	100
Fe _{общ}	99.4	0.595	100	99.1	0.925	100
SO ₄ ²⁻	3.4	96.6	100	1.85	98.2	100
HCO ₃ ⁻	0	100	100	0	100	100
Cl ⁻	0.59	99.4	100	0.299	99.7	100
NO ₃ ⁻	91.6	8.43	100	81.3	18.7	100
PO ₄ ³⁻	98	2.04	100	96.2	3.8	100
H						
O	0	100	100	0	100	100
As	88.6	11.4	100	80.3	19.7	100
B	16.1	83.9	100	9.15	90.9	100
Cr	90.4	9.57	100	93.8	6.22	100
Cu	92.4	7.58	100	76.3	23.7	100
Cd	90.5	9.53	100	41.9	58.1	100
Hg	1.69	98.3	100	0.738	99.3	100
Pb	82.1	17.9	100	86.8	13.2	100
Sr	3.81	96.2	100	1.94	98.1	100
Zn	1.54	98.5	100	59.6	40.4	100
Co	97.2	2.79	100	96.6	3.37	100
U	64.9	35.1	100	45.8	54.2	100
V	89.5	10.5	100	94.4	5.59	100
Br	58.4	41.6	100	1.33	98.7	100
Rb	93.8	6.25	100	83.5	16.5	100
Mo	18.1	81.9	100	59.6	40.4	100
C _{орг}	44.8	55.2	100	37.7	62.3	100
N _{орг}	46.6	53.4	100	34	66	100
P _{орг}	83.1	16.9	100	70.3	29.7	100
S _{орг}	44.8	55.2	100	37.9	62.1	100
CO ₂	1.68	98.3	100	0.904	99.1	100
Ti	100	0	100	100	0	100
Минерализ.	24.5	75.5	100	17.8	82.2	100
K ⁺	90.1	9.87	100	84.9	15.1	100
Na ⁺	76.7	23.3	100	65.2	34.8	100



Ca ²⁺	44.3	55.7	100	30.1	69.9	100
Mg ²⁺	73.8	26.2	100	60.5	39.5	100
Al	99	0.969	100	99.4	0.624	100
Si	99.1	0.889	100	98.6	1.45	100
Mn ²⁺	99.8	0.164	100	99.7	0.266	100
Fe _{общ}	99.8	0.204	100	99.8	0.202	100
SO ₄ ²⁻	16	84	100	11	89	100
HCO ₃ ⁻	0	100	100	0	100	100
Cl ⁻	3.33	96.7	100	2.26	97.7	100
NO ₃ ⁻	98	1.99	100	95.6	4.45	100
PO ₄ ³⁻	98.4	1.58	100	99	0.967	100
H						
O	0	100	100	0	100	100
As	97.7	2.34	100	96	4	100
B	53.4	46.6	100	37.1	62.9	100
Cr	98.1	1.95	100	97.6	2.38	100
Cu	98	1.98	100	97.1	2.94	100
Cd	85.9	14.1	100	94.4	5.64	100
Hg	21.5	78.5	100	5.27	94.7	100
Pb	97.5	2.52	100	95.2	4.84	100
Sr	16.8	83.2	100	15	85	100
Zn	90.4	9.62	100	1.24	98.8	100
Co	99.4	0.568	100	99.2	0.791	100
U	89.6	10.4	100	85.1	14.9	100
V	98	1.95	100	97.5	2.52	100
Br	94.1	5.91	100	88	12	100
Rb	98.3	1.73	100	95.2	4.79	100
Mo	58.4	41.6	100	63.5	36.5	100
C _{орг}	62.4	37.6	100	75.1	24.9	100
N _{орг}	77	23	100	81.2	18.8	100
P _{орг}	90.9	9.07	100	95.2	4.84	100
S _{орг}	62.4	37.6	100	75	25	100
CO ₂	17.8	82.2	100	5.54	94.5	100
Ti	100	0	100	100	0	100
Минерализация	65.6	34.4	100	62.1	37.9	100

Cu, Zn, Br, Mo, B, Hg, Sr, Pb; Среднего: B, Hg, Sr, Mo, Zn, U, Br; Ушканьеостровского: B, Cd, Hg, Sr, Zn, U, V, Br, Mo; Северного: B, Hg, Sr, Mo. Участие биогенных элементов в этих статьях минимально (до 2 % от суммарного расхода). Следовательно, резервуары получают при обмене с другими резервуарами и с внешней нагрузкой основное количество всех основных компонентов, индивидуальную группу микрокомпонентов и органические вещества C_{орг}, S_{орг}, N_{орг}. Резервуары, кроме Селенгинского, практически не обмениваются с другими резервуарами, т.е. "автономны" по биогенным компонентам (Si, Fe_{общ}, NO₃⁻, PO₄³⁻), P_{орг} и микроэлементам: Al, Mn²⁺, As, Cr, Cu, Co, Rb, V, Ti, кроме того, в Южном резервуаре еще Pb; в Среднем Cd; в Северном Cd, Pb, Zn, U, Br и основной компонент K⁺. Круг компонентов, совершающих химические круговороты, определен для каждого резервуара оз. Байкал: в Южном резервуаре это Na⁺, Mg²⁺, Al, Si, Mn²⁺, Fe_{общ}, NO₃⁻, PO₄³⁻, As, Cr, Cu, Cd, Pb, Zn, Co, U, V, Mo, Rb, N_{орг}, P_{орг}, N_{орг}, Ti; в Среднем K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al, Mn²⁺, Si, Fe_{общ}, NO₃⁻, PO₄³⁻, As, Cr, Pb, Cu, Cd, Co, B, U, Mo, V, Rb, C_{орг}, N_{орг}, S_{орг}, P_{орг}, Ti; в Ушканьеостровском K⁺,

Na⁺, Mg²⁺, Al, Si, Mn²⁺, Fe_{общ}, NO₃⁻, PO₄³⁻, As, Cr, Cd, Zn, Cu, V, U, Mo, Co, Pb, Rb, P_{орг}, N_{орг}, Ti; в Северном K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, Al, Si, Mn²⁺, Fe_{общ}, NO₃⁻, PO₄³⁻, As, Cr, Cu, Cd, Pb, Sr, Zn, Mo, Co, U, V, B, Br, Rb, C_{орг}, N_{орг}, S_{орг}, P_{орг}, Ti; в Селенгинском Mn²⁺, As, Cd, Co, U, V, PO₄³⁻, Fe_{общ}, P_{орг}. Как мы видим, для каждого резервуара существует свой, индивидуальный, набор компонентов, совершающих химический круговорот внутри резервуара. В Северном резервуаре "по кругу ходит" наибольшее количество компонентов. Как уже отмечалось выше, общими компонентами, участвующими в химическом круговороте, для всех резервуаров оз. Байкал, кроме Селенгинского, являются Si, Fe_{общ}, PO₄³⁻, NO₃⁻, Mn, Al, As, Cr, Cu, Co, Rb, V, P_{орг}, Ti. Можно говорить, что в водах оз. Байкал происходит Mn-Fe-Al-Si круговорот.

Расчет химических балансов каждого резервуара показал, что часть поступающего в донные отложения вещества захоранивается. В Южном резервуаре захоранивается 4% от поступающего в резервуар с внешней и внутренней нагрузками вещества, в Селенгинском – 7%, в Среднем – 4%, в Ушканьеостровском –

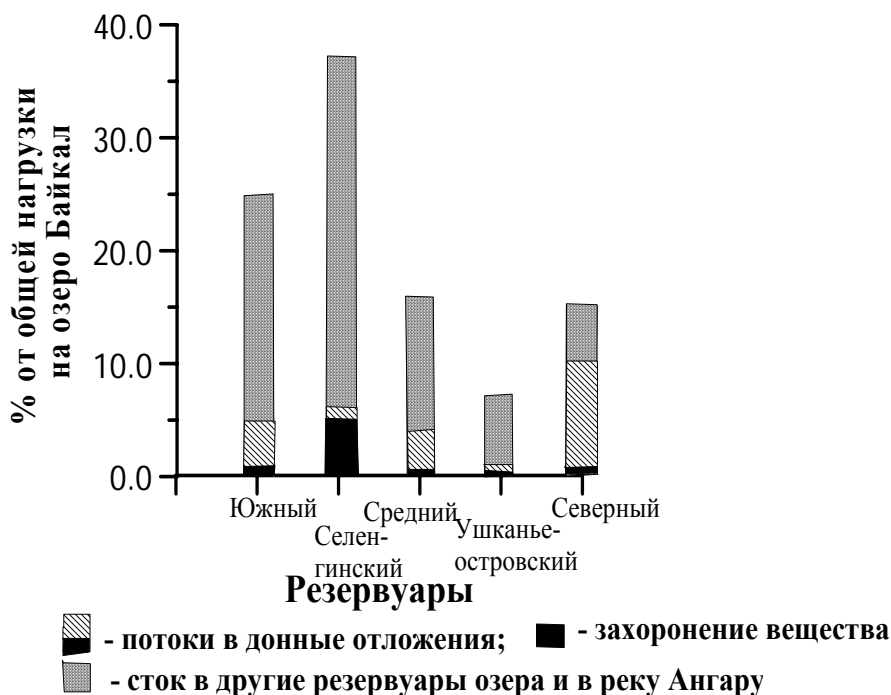


Рис. 5. Расход вещества в резервуарах оз. Байкал со стоком озерных вод в другие резервуары озера и Ангару, с потоками в донные отложения и в захоронение

Таблица 2

Содержания основных микро-биогенных компонентов и органического вещества во внешних и внутренних потоках расхода в резервуарах оз. Байкал, %

Содержание компонентов	Резервуары					
	Южный	Селенгинский	Средний	Ушканьеостровский	Северный	Оз. Байкал
Сток озерных вод	100	100	100	100	100	100
основные компоненты	98,9	99,2	96	89,3	89,4	96,3
микроэлементы	0,08	0,2	0,4	0,8	0,9	0,3
биогенные элементы	0,3	0,6	1,3	4,1	4,5	1,4
органические вещества	0,7	0,6	2,3	5,8	5,2	2
Поток в донные отложения	100	100	100	100	100	100
основные компоненты	20,3	24,2	21	16,5	21,3	21
микроэлементы	5,8	5,3	4,3	5,2	3,2	4,4
биогенные элементы	70,6	66,5	69,5	78,3	73	71,2
орг. вещества	3,3	4	5,2	3,7	2,4	3,4

1%, в Северном – 6% (рис. 5). В Селенгинском резервуаре захоранивается 91% вещества, поступившего с потоками в донные отложения. В остальных резервуарах картина обратная – захоранивается: в Южном резервуаре 17%, в Среднем – 13%, в Ушканьеостровском – 6%, в Северном – 9% вещества от поступившего с потоком в донные отложения, остальное вещество возвращается с потоком из донных отложений. Нужно отметить, что захоронение вещества в каждом из четырех резервуаров избирательное, индивидуальное: из поступивших с потоком в донные отложения целиком захораниваются: в Южном резервуаре K^+ , Br, $C_{орг}$, $S_{орг}$, в Среднем – Br, в Ушканьеостровском – $C_{орг}$, $S_{орг}$, остальное поступившее вещество частично захоранивается, а в основном возвращается обратно с потоками из донных отложений.

Все резервуары оз. Байкал являются “проточными” (основное количество компонентов получают из внешних источников и основной пункт расхода – сток

озерных вод) по основным компонентам (кроме K^+ в Северном резервуаре), по органическому веществу ($C_{орг}$, $N_{орг}$, $S_{орг}$) и микроэлементам B, Hg, Sr, Mo, кроме них еще в Селенгинском Br, Cu, Zn, в Среднем Zn, в Ушканьеостровском Br.

Из вышесказанного можно сделать выводы: резервуары транзитны для основного количества поступившего в них вещества и являются барьерами для части катионов, органического вещества, для биогенных элементов и группы микроэлементов. Аккумуляция вещества в резервуарах индивидуальна, похожа в четырех резервуарах озера и резко отличается в Селенгинском резервуаре. В Южном, Среднем, Ушканьеостровском и Северном резервуарах связанное вещество накапливается в водах и лишь малая часть – в донных отложениях. В Селенгинском резервуаре картина обратная: аккумуляция связанного вещества происходит в донных отложениях и лишь малая часть – в водах.

**Библиографический список**

1. Астраханцева О.Ю. Создание физико-химической модели "Мегасистема "Оз. Байкал"". Выделение полуавтономных подсистем в озере Байкал // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2003. №7. С. 124-129.
2. Астраханцева О.Ю. Многорезервуарная система "Озеро Байкал" // Вестник ИрГТУ. 2007. № 2, т. 1. С. 46-53.
3. Астраханцева О.Ю., Глазунов О.М. Водный баланс мегасистемы "Озеро Байкал" // Вестник ИрГТУ. 2008. № 3. С. 151-157.
4. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Химические балансы пяти резервуаров озера Байкал – основа современных, научно обоснованных методов регулирования рационального природопользования для экосистемы оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. 2009. №1. С. 11-24.
5. Астраханцева О.Ю., Тимофеева С.С., Глазунов О.М. Основные источники прихода компонентов в химических балансах резервуаров озера Байкал // Вестник ИрГТУ. 2009. № 3. С. 6-17.

УДК 669.046.52+669.054.79

НАНОЧАСТИЦЫ УГЛЕРОДА В ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ И ИХ МОДИФИЦИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА**А.Д.Афанасьев¹, Н.А.Иванов², А.Э.Ржечицкий³, В.В.Кондратьев⁴**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Установлено, что энергоемкий процесс производства алюминия является источником углеродного отхода, содержащего нанобъекты в виде одно- и многослойных углеродных нанотрубок. Проведены исследования по выделению нанобъектов и определению их модифицирующих свойств.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: отходы алюминиевого производства; нанобъекты; углеродные нанотрубки; модифицирующие свойства.

CARBON NANOPARTICLES IN THE ALUMINUM PRODUCTION WASTES AND THEIR MODIFYING PROPERTIES**A.D.Afanasjev, N.A.Ivanov, A.E.Rzhechitskiy, V.V.Kondratjev**Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

It is determined that the power-consuming process of aluminum production is the source of carbon waste which contains nanoobjects in the form of single- and multilayered carbon nanotubes. The studies on separation of nanoobjects and their modifying properties determination have been carried out.

4 figures. 1 table. 5 sources.

Key words: aluminum production wastes; nanoobjects; carbon nanotubes; modifying properties.

Вопросы экономики [1, 2] и экологичности производства алюминия всегда были и будут оставаться актуальными. Алюминиевое производство при использовании технологии Содерберга с боковым токоподводом и самообжигающимися анодами является достаточно «грязным». На алюминиевых заводах образуется большое количество твердых техногенных отходов, состоящих в основном из углерода и соединений фтора, натрия и серы, а также газообразные выбросы в атмосферу (фтористый водород, диоксид серы, смолистые). И если выбросы в атмосферу можно снизить, применяя более совершенные типы укрытий электро-

лизеров и системы газоочистки, то в плане твердых отходов требуется разработка решений, обеспечивающих утилизацию с получением легко реализуемых продуктов. Также необходимо учитывать реалии современных рыночных отношений, т.е. предприятие, по возможности, при переработке отходов должно получать товарные продукты, которые могут быть использованы в основном или вспомогательных производствах. Алюминиевая промышленность является основным потребителем фтористых солей и по темпам роста, объему производства занимает ведущее место в цветной металлургии. Таким образом, основной зада-

¹Афанасьев Александр Диомидович, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по научной работе, тел.: (3952)405050.

Afanasjev Alexander Diomidovich, a doctor of physical and mathematical sciences, a professor, a pro-rector on scientific work, tel.: (3952)405050.

²Иванов Николай Аркадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, зам. директора Физико-технического института, тел.: (3952)405654.

Ivanov Nikolay Arkadjevich, a candidate of physical and mathematical sciences, an associate professor, a deputy director of the Physical and Technical Institute, tel.: (3952)405654.

³Ржечицкий Александр Эдвардович, ведущий инженер Физико-технического института, тел.: (3952)405654.

Rzhechitskiy Alexander Edvardovich, a leading engineer of the Physical and Technical Institute, tel.: (3952)405654.

⁴Кондратьев Виктор Викторович, кандидат технических наук, начальник отдела инновационных технологий Физико-технического института.

Kondratjev Victor Victorovich, a candidate of technical sciences, the head of the department of innovation technologies of the Physical and Technical Institute.



чей переработки отходов является извлечение из них фтора и его соединений с попутным производством полезных углеродных продуктов.

На сегодняшний момент научные исследования в области переработки отходов производства алюминия уже позволяют перевести данный процесс из разряда убыточных в разряд экономически выгодных. Например, фторуглеродсодержащие отходы могут стать источником для производства углеродной продукции и вторичного фтористого сырья. С этой точки зрения вложение средств в новые технологии утилизации отходов уже может приносить экономическую выгоду: кроме сокращения платы за размещение и хранение отходов, предприятие будет получать экономию при использовании регенерированных фтористых соединений.

Промышленно применяемый метод производства алюминия – электролиз глинозема (Al_2O_3) в расплаве фторидов натрия и алюминия. На жидкометаллическом катоде происходит выделение алюминия, а анод, изготовленный из углеродных композиций, окисляется до монооксида и далее – двуоксида углерода. Дополнительным механизмом убыли анода является его коррозионное разрушение.

На существующих электролизерах различных конструкций сила тока варьируется от 80 до 330 кА при средней разности потенциалов 4-6В. Температура процесса составляет 950-970°C. С учетом механизмов синтеза углеродных нанотрубок [3] в процессе электрохимической деструкции поверхности анода возможно отщепление отдельных одно- и многослойных графеновых плоскостей (рис. 1) с последующим их сворачиванием в нанотрубки (рис. 2). Другим возможным механизмом образования углеродных нанотрубок является пиролиз газов, выделяющихся при обжиге в процессе формирования самообжигающегося анода.

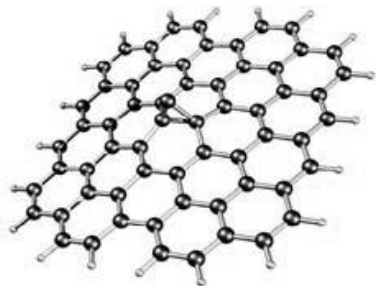


Рис. 1. Схематическое изображение графеновой плоскости

Продукты разрушения анода попадают в расплав электролита и извлекаются при технологической обработке электролизера. Извлеченный материал является отходом производства – угольной пеной, и представляет собой механическую смесь, содержащую 10-40% углерода и 40-50% фтористых солей (криолит и хиолит).

Следует отметить, что в процессе электролиза имеется некоторый подсос воздуха и, соответственно, может происходить частичное окисление углерода, что приведет к обогащению угольной пены более ус-

тойчивыми к окислению углеродными нанотрубками.

С учетом имеющегося опыта разработки технологии переработки угольной пены [4] были проведены исследования по выделению наноразмерной фракции из угольной пены.

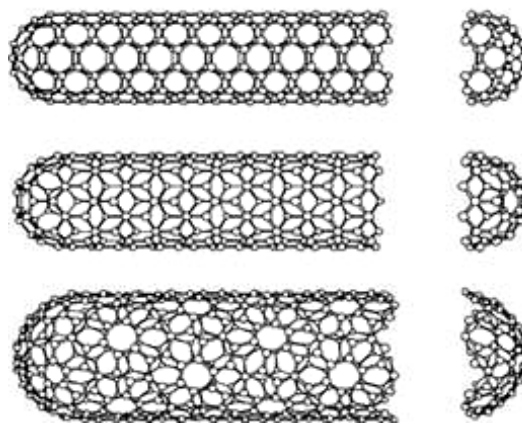


Рис. 2. Схематическое изображение углеродных нанотрубок различных типов

Угольная пена измельчалась, извлекались соединения фтора до остаточного содержания менее 0,2%, далее углеродный остаток обрабатывался гидрохимическим и высокотемпературным методом. Образовавшаяся пульпа с тонкодисперсной взвесью углеродных частиц обрабатывалась ультразвуком для диспергации углеродных образований и концентрировалась методом центрифугирования. Пробы углеродных частиц исследовались на содержание наночастиц при помощи электронного микроскопа LEO 906 E.

В результате исследований в подготовленных пробах обнаружены монотрубчатые структуры углерода с диаметром 20 – 30 нм и длиной 200 – 250 нм. Фотографии наночастиц представлены на рис. 3.

Известно, что углеродные нанотрубки обладают модифицирующими упрочняющими свойствами при добавках в металлы или композитные материалы. Основной проблемой для модификации металлов является равномерное распределение нанодисперсного модификатора по объему модифицируемого материала. Для определения модифицирующих свойств обнаруженных углеродных монотрубчатых структур проведена опытная выплавка чугуна во вспомогательном чугуно-литейном производстве Кандалакшского алюминиевого завода с использованием углеродного наномодификатора с содержанием нанобъектов на уровне 0,1% масс. [5]. При опытной выплавке чугуна металлургический графит заменялся углеродсодержащей частью угольной пены, образовавшейся при электролизном производстве алюминия на электролизерах с боковым токоподводом. Параллельно при одинаковых технологических параметрах проведена выплавка стандартного чугуна-свидетеля с использованием металлургического графита. В ходе опытной выплавки отклонений от стандартных технологических параметров не отмечено. Пробы опытного чугуна и чугуна-свидетеля проанализированы на химический состав, а также выполнен анализ прочности на разрыв.

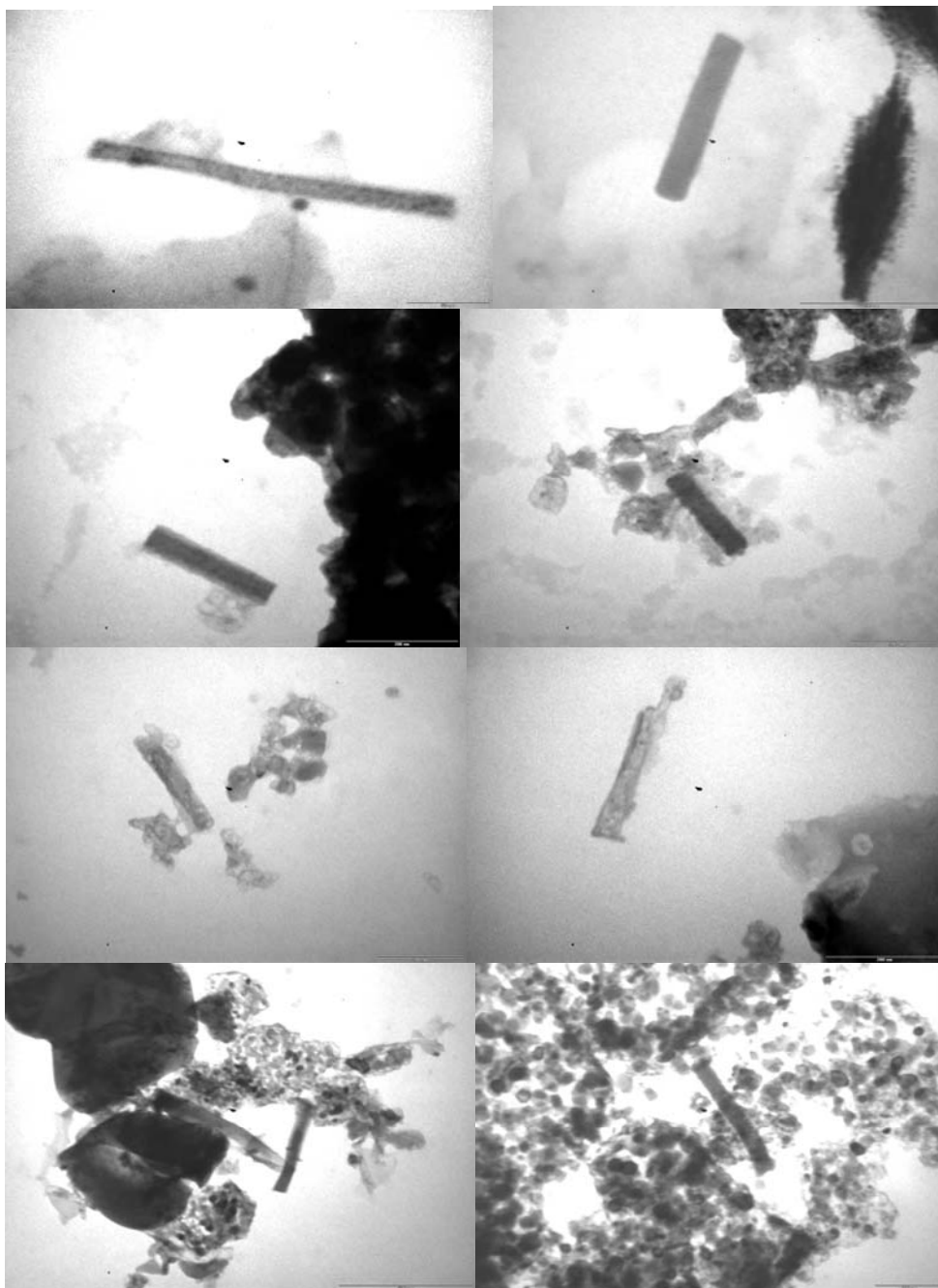


Рис. 3. Фотографии углеродных нанотрубок

Результаты исследований представлены в таблице и на рис. 4.

Анализ прочностных характеристик показал, что опытный чугун более прочный, по сравнению с рядовым чугуном, и имеет предел прочности на разрыв 67 кН. Рядовой чугун имеет предел прочности на разрыв 52 кН.

Таким образом, в результате проведенных исследований по содержанию наноструктур в углеродных отходах производства алюминия и определению их

модифицирующих свойств выделен углеродный модификатор, содержащий нанотрубочатые наночастицы углерода, влияние которых при выплавке чугуна позволило увеличить прочность на разрыв на 29% по сравнению с рядовым чугуном.

Разработанный модификатор имеет ряд конкурентных преимуществ по сравнению с аналогами. Преимущества заключаются в следующем:

- модификатор выделяется из углеродсодержащих отходов алюминиевого производства, которые накоп-

Сравнительный анализ опытного чугуна и чугуна-свидетеля

Чугун	Содержание, %											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	V	Pb	Fe
Опытный	3,302	2,834	0,695	0,4722	0,045	0,103	0,126	0,157	0,011	0,0095	<0,002	93,2
Свидет.	3,309	2,685	0,733	0,4343	0,047	0,101	0,249	0,1663	0,0121	0,0076	<0,002	93,2

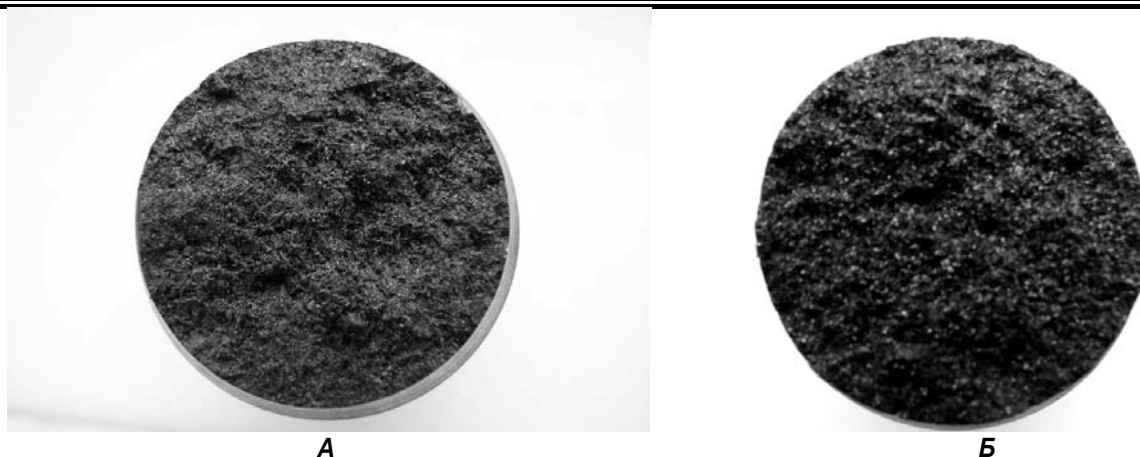


Рис. 4. Вид зернистой структуры чугуна в месте разрыва: А – опытный чугун, более мелкое зерно; Б – чугуносвидетель, более крупное зерно

лены на территории РФ в количестве десятков миллионов тонн и не используются другими отраслями промышленности;

- модификатор содержит наночастицы из класса однослойных нанотрубок с модифицирующими свойствами, заданной концентрацией в диапазоне 0,001-0,1% и размерами: длина – 200-400 нм, диаметр 20-30 нм;

- при добавках модификатора в шихту повышение прочности готового продукта составляет более 20%;

- при добавках модификатора за счет направленной кристаллизации повышается коррозионная стойкость черных металлов, что позволит без избыточных затрат производить кислотостойкие изделия из чугуна;

- при добавках модификатора в бетоны за счет направленной кристаллизации повышается прочность готовых изделий как на разрыв, так и на изгиб;

- технология получения наноразмерного модификатора позволяет получить готовый продукт с невысокой, по сравнению с аналогами, себестоимостью, а также произвести сопутствующие востребованные продукты – фтористые соли со средней стоимостью 45 тыс. рублей за тонну для процесса электролитического получения алюминия и углеродный восстановитель для карботермического производства кремния;

- технология получения наноразмерного модификатора основана на типовом оборудовании и легко реализуема в условиях крупнолабораторных установок или в условиях действующих химических, гидрометаллургических или строящихся производственных мощностей.

Технико-экономические показатели наноразмерного модификатора зависят от кондиции продукта и объемов производства. Модификатор, произведенный на крупнолабораторной установке, включающей переделы гидрохимии, центрифугирования, диспергирования, термообработки и гравитационного осаждения, имеет концентрацию наночастиц на уровне 1% и может использоваться для непосредственных добавок в полуфабрикат. Себестоимость 1 кг модификатора по крупнолабораторной схеме производства составляет 7000 рублей с учетом затрат на химреактивы, электроэнергию и трудозатраты. Такая себестоимость вызвана тем, что в качестве сырья для модификатора выступают фтор- и углеродсодержащие отходы про-

изводства алюминия, образующиеся при высоких температурах и плотностях тока при сгорании углеродного анодного массива. Данные отходы содержат около 15% углерода, массовая доля модификатора в котором составляет 1,0-1,5%.

Наиболее привлекательным вариантом модификатора является наноразмерный модификатор, содержащий наночастицы на уровне 0,1-0,01% и производимый в промышленных масштабах с сопутствующим получением фтористых солей с заданными свойствами. Данный углеродный модификатор используется как замена части или всей углеродной сырьевой составляющей в шихте для производства черных металлов, цемента либо композитов. В этом случае возможна переработка миллионов тонн фтор- и углеродсодержащих отходов, накопленных на полигонах 11-ти алюминиевых заводов РФ по промышленной технологии. Каждая тонна отхода перерабатывается в 530 кг низкомолекулярного металлургического криолита с себестоимостью на уровне 17 000 рублей и ценой реализации на текущий 2009 г. на уровне 45 000 рублей. Разница между себестоимостью и ценой реализации низкомолекулярного криолита практически покрывает затраты на химреактивы, электроэнергию и трудозатраты и в результате из одной тонны отхода в качестве целевого продукта производится около 105 кг углеродного модификатора, содержащего наночастицы на уровне 0,1-0,01%, с себестоимостью на уровне 4 000 – 5000 рублей за тонну.

Библиографический список

1. Сирдалл Адольф (Элкем Алюминий Листа, Фарзунд, Норвегия). Технология электролиза Содерберга – проблемы и возможности в будущем // Технико-экономический вестник «Русского Алюминия». 2002. №1. С. 65-68.
2. Бурцева Н.Н. Экономическая политика в сфере обращения с отходами // Энергия. 2001. №10. С. 60-64.
3. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук. Т.167, №9. С. 945-971.
4. Hui Hu, Bin Zhao, Mikhail E. Itkis, Robert C. Haddon. Nitric Acid Purification of Single-Walled Carbon Nanotubes // J. Phys. Chem. B 2003, 107, 13838-13842.
5. Кондратьев В.В. Исследование и разработка комплексной технологии утилизации твердых фторуглеродсодержащих отходов алюминиевого производства: дис. ... канд. техн. наук. Иркутск, 2007.



УДК 550.4:539.183.2(571.54)

ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ БАРГУЗИНСКИХ И ЗАЗИНСКИХ ГРАНИТОВ (ВОСТОЧНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**Н.С.Герасимов¹, В.И.Гребенщикова², Д.А.Носков³**Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а.

На основе полученных данных рассматриваются различия изотопно-геохимических характеристик гранитов баргузинского комплекса, слагающих основной объем Ангаро-Витимского батолита, и гранитов постбатолитового зазинского комплекса. Делается вывод о необоснованности включения последнего в состав Ангаро-Витимского батолита. Приводятся доказательства раннепалеозойского возраста гранитов Ангаро-Витимского батолита и позднепалеозойского возраста гранитов зазинского комплекса и их различная геохимическая специфика.

Ил. 5. Табл. 2. Библиогр. 22 назв.

*Ключевые слова: геохимия; изотопный состав; гранит; Ангаро-Витимский батолит; зазинский комплекс.***ISOTOPIC AND GEOCHEMICAL DIFFERENCES OF BARGUZINSKII AND ZAZINSKII GRANITES (EASTERN TRANSBAIKALIA)****N.S.Gerasimov, V.I.Grebenschikova, D.A.Noskov**The Institute of Geochemistry named after A.P. Vinogradov of Siberian Department of Russian Academy of Sciences,
1a Favorskii St., Irkutsk, 664033

Based on the obtained new data the authors examine the differences of isotopic and geochemical characteristics of granites of Barguzinskii complex that form the bulk of Angara-Vitimskii batholite and granites of postbatholite Zazinskii complex. They make a conclusion on the groundlessness of inclusion the last into the structure of Angara-Vitimskii batholite. They give proofs of the early palaeozoic age of the granites of the Angara-Vitimskii batholite and late palaeozoic age of the granites of the Zazinskii complex and their different geochemical specific character.

5 figures. 2 table. 22 sources.

Key words: geochemistry; isotopic composition; granite; Angara-Vitimskii batholite; Zazinskii complex.

Ангаро-Витимский батолит занимает огромную территорию Восточного Прибайкалья [3, 9, 19]. Породы батолита представлены различными по текстуре и структуре интрузивными и автохтонными гранитами. В восточной части батолита встречаются небольшие массивы и штоки кварцевых сиенитов, двуполевошпатовых гранитов и аляскитов зазинского комплекса. По петрографическим особенностям они относятся к субвулканической ассоциации.

До сих пор продолжается дискуссия по поводу возраста Ангаро-Витимского батолита. Современные представления о возрасте пород батолита можно свести к двум наиболее распространенным точкам зрения. Одна предполагает полихронное формирование батолита с выделением двух этапов: каледонского и герцинского [16], другая основана на убеждении, что весь батолит сформирован в один позднепалеозойский этап [9]. Существующие радиологические датировки не дают однозначного ответа в пользу той или другой точки зрения. Они зачастую противоречат наблюдаемым геологическим взаимоотношениям. Например, возраст гранитов баргузинского комплекса в ряде публикаций определяется цифрами 300-280 млн. лет [9, 16], а возраст пород более молодого зазинского комплекса 340-300 млн. лет [18].

Если позднепалеозойский возраст гранитов зазинского комплекса сейчас не ставится под сомнение, поскольку радиологические датировки не вступают в противоречие с наблюдаемыми взаимоотношениями пород комплекса как с баргузинскими гранитами, так и с девонскими отложениями, то позднепалеозойский радиологический возраст гранитов баргузинского комплекса прямо противоречит наблюдаемым геологическим взаимоотношениям [12]. И.Г. Кременецкий и В.К.Хрусталева [12] приводят следующие доказательства раннепалеозойского возраста гранитов баргузинского комплекса:

1. По правобережью р. Кыджимит (водораздел его притоков Хакусы-Ара-Заза) среди биотитовых порфировидных гранитов отмечались ксенолиты метапород, в которых была найдена ордовикская фауна цефалопод.

2. На левом борту р. Кыджимит баргузинские граниты прорывают метапороды с фауной ордовикских мшанок (в междуречье ручьев Хортяк – Александровский).

3. В бассейне р. Ср. Мылдылген (устье руч. Доватка) биотитовые, биотит-амфиболовые среднезернистые граниты баргузинского комплекса секут и метаморфизуют песчаники и известняки, в которых были

¹Герасимов Николай Семенович, ведущий инженер, тел.: 89149135286.

Gerasimov Nikolay Semenovich, a leading engineer, tel.: 89149135286.

²Гребенщикова Валентина Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, тел.: (3952)426600, e-mail: vgreb@igc.irk.ru

Grebenschikova Valentina Ivanovna, a doctor of geological and mineralogical sciences, tel.: (3952)426600, e-mail: vgreb@igc.irk.ru

³Носков Денис Анатольевич, младший научный сотрудник, тел.: (3952)511471.

Noskov Denis Anatoljevich, a junior research worker, tel.: (3952)511471.



отмечены ордовикские нитевидные водоросли.

4. Верхняя возрастная граница баргузинского комплекса установлена на северо-западном склоне Икатского хребта (г. Чертов Голец и долина р. Акул). Здесь на протяжении 20 км на выветрелой поверхности баргузинских гранитов лежит слабометаморфизованная конгломерато-песчано-алевролитовая толща с девонскими микрофоссилиями. В основании толщи расположен горизонт базальных конгломератов, содержащий в обломочной части валуны и гальку нижележащих гранитов и карбонатных пород укшиканской свиты нижнего кембрия.

Противоречия между наблюдаемыми взаимоотношениями пород и их радиологическими датировками часто вызваны тем, что не всегда верно учитывается влияние на сохранность изотопных систем минералов постмагматических наложенных процессов, в частности, метасоматоза, проявленного на площади распространения гранитоидов батолита. Эти процессы способствуют миграции радиоактивных и радиогенных изотопов, в результате чего искажаются их соотношения, обусловленные законом радиоактивного распада. Определенный по таким искаженным соотношениям возраст часто не соответствует реальным геологическим событиям. Хорошо известна способность стронция к растворению и переносу гидротермальными растворами. Высокой подвижностью обладает и уран-свинцовая система в цирконах, что было доказано многими теоретическими и экспериментальными исследованиями [5, 6, 8, 21 и др.]. Установлено, что более всего растворимость циркона зависит от кислотности-щелочности флюида [1]. Возрастание щелочности приводит к резкому росту растворимости циркона и к выносу радиогенного свинца. Растворяющиеся наиболее дефектные, метамиктные участки кристаллов замещаются новой фазой, часто имеющей конкордантный возраст. Этот возраст является возрастом перекристаллизации [11]. Отсюда, не всякая конкордантная датировка соответствует возрасту образования минерала.

Сходство изотопных датировок, полученных для гранитов баргузинского и зазинского комплексов, привело к тому, что вопреки полевым наблюдениям, минералогическим, петрохимическим и геохимическим различиям, все они рядом исследователей стали относиться к одному позднекарбонному этапу магматизма. Возраст наложенной фельдшпатизации с образованием крупных порфиробласт решетчатого микроклина в гранитах баргузинского комплекса оценивается в 332-300 млн. лет [17]. Какая-то часть опубликованных датировок фиксирует этот процесс, а не возраст гранитов комплекса, что создает дополнительные трудности в интерпретации геохронологических данных. Обоснованность включения в состав Ангаро-Витимского батолита гранитов зазинского комплекса также требует дополнительного изучения.

Нами были проведены определения возраста гранитов баргузинского комплекса в двух массивах из пространственно разобщенных частей батолита: Тельмамском, расположенном в бассейне среднего течения р. Витим на северном фланге батолита, и

Гаргинском – в центральной части батолита. Первый из них считается автохтонным, образовавшимся в результате магматического замещения вмещающих пород, второй – аллохтонным. Оба массива находятся в районах интенсивных гравитационных аномалий, маркирующих положение и отражающих морфологию магмаподводящих каналов. Геологические наблюдения в районе Гаргинской гравитационной аномалии (мощность батолита ~ 15 км) показали, что центральная часть аномалии сложена порфириовидными биотитовыми гранитами (магмаподводящий канал), а крайние части представлены равномернозернистыми, преимущественно крупнозернистыми биотитовыми гранитами и лейкогранитами, переходящими на удалении в мелко-среднезернистые, слабополосчатые, трахитоидные биотитовые граниты. Такой характер строения гравитационной аномалии типичен и для других гравитационных аномальных участков батолита.

Отобранные для изотопных анализов образцы гранитов ($\text{SiO}_2 = 70-74\%$) имеют высокие концентрации стронция (600-1500 г/т) и относятся к наименее измененным разновидностям с первичными магматическими соотношениями рубидия и стронция. Результаты датирования приведены в табл. 1 и на рис. 1. Возраст и начальный изотопный состав стронция обоих массивов совпадают в пределах погрешности измерений. Можно достаточно обоснованно считать граниты этих массивов комагматами. Полученные результаты дополняют представления о сходстве гомогенных гранитов автохтонных массивов и гранитов аллохтонных массивов. Мы согласны с Л.С. Бородиным [7] в том, что «...понятие «автохтонности» в прямом значении этого термина относится не к гранитам, а к новообразованным гибридным и метасоматическим породам приконтактных зон. Другими словами, нет оснований для выделения особой группы автохтонных (неинтрузивных) массивов и их противопоставления по характеру первичного гранитообразования аллохтонным массивам». Инъекционные гнейсы, теневые мигматиты и гибридные породы зон перехода от гранитов к вмещающим метаморфитам образовались, по нашему мнению, одновременно с внедрением интрузивных гранитов. В.М. Ненахов с соавторами [15] определяли возраст цирконов из гибридных пород, имеющих расплывчатые границы с гранитоидами витимканского комплекса (большинство исследователей считают его аналогом баргузинского комплекса). Вычисленный ими возраст $439 \pm 1,6$ млн. лет совпадает в пределах погрешности с нашей оценкой возраста баргузинских гранитов. Заметим, что ранее витимканский и баргузинский комплексы относились В.Г. Беличенко к одному раннепалеозойскому этапу магматизма [4], а Б.А. Литвиновский с соавторами [13] считали, что витимканский комплекс не имеет самостоятельного значения, слагающие его породы аналогичны породам баргузинского комплекса раннего палеозоя и представляют гранитоиды Ангаро-Витимского батолита-гиганта.

Таким образом, раннепалеозойский возраст гранитов (баргузинских, витимканских) установлен как

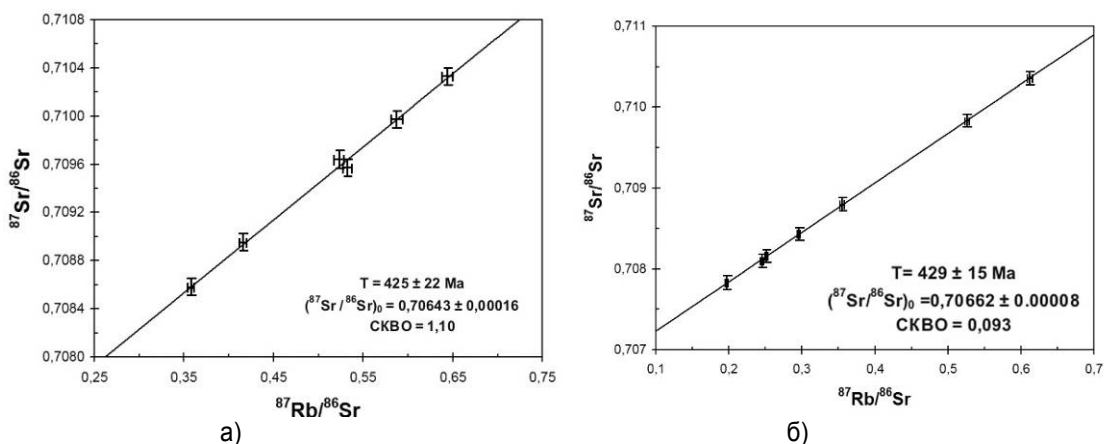


Рис. 1. Изохроны, полученные Rb-Sr методом для гранитов баргузинского комплекса: а – Гаргинский массив; б – Тельмамский массив

радиоизотопными датировками, так и прямыми наблюдениями взаимоотношений гранитов с вмещающими и перекрывающими породами [12]. В обоих случаях однозначно определяется силурийский возраст. Отметим еще раз, что на силурийское время образования Ангаро-Витимского батолита ранее указывал Б.А. Литвиновский [20].

По макроэлементам интрузивные и автохтонные граниты Ангаро-Витимского батолита не различаются между собой (табл. 2), а по микроэлементному составу (редкоземельные элементы) отмечаются довольно существенные различия. В интрузивных гранитах отсутствует европиевая аномалия, а в автохтонных (гнейсовидных, полосчатых) отмечается отчетливый европиевый максимум [2, 10].

Радиологическое определение возраста зазинского комплекса было проведено по образцам, отобраным из пород Шалутинского массива (табл. 1). По

сложившимся представлениям, формирование массива происходило в две фазы. Сначала внедрялись кварцевые сиениты, затем – лейкократовые граниты. Возраст массива был определен Б.А. Литвиновским с соавторами [14]. На основании изучения гранитоидов Улекчинского, Байсинского и Шалутинского массивов сделан вывод о позднекарбовом возрасте зазинского комплекса. Мы сравнили полученные нами результаты с результатами Б.А. Литвиновского и др. [14].

На петрохимической диаграмме Л.С. Бородина (рис. 2) фигуративные точки составов пород Шалутинского массива образовали в поле субщелочных гранитоидов два пространственно изолированных ареала, в первом из которых объединены породы первой фазы внедрения из обеих выборок (нашей и Б.А. Литвиновского), а во втором – второй фазы. На этой же диаграмме показано положение составов пород изученных нами массивов баргузинского комплек-

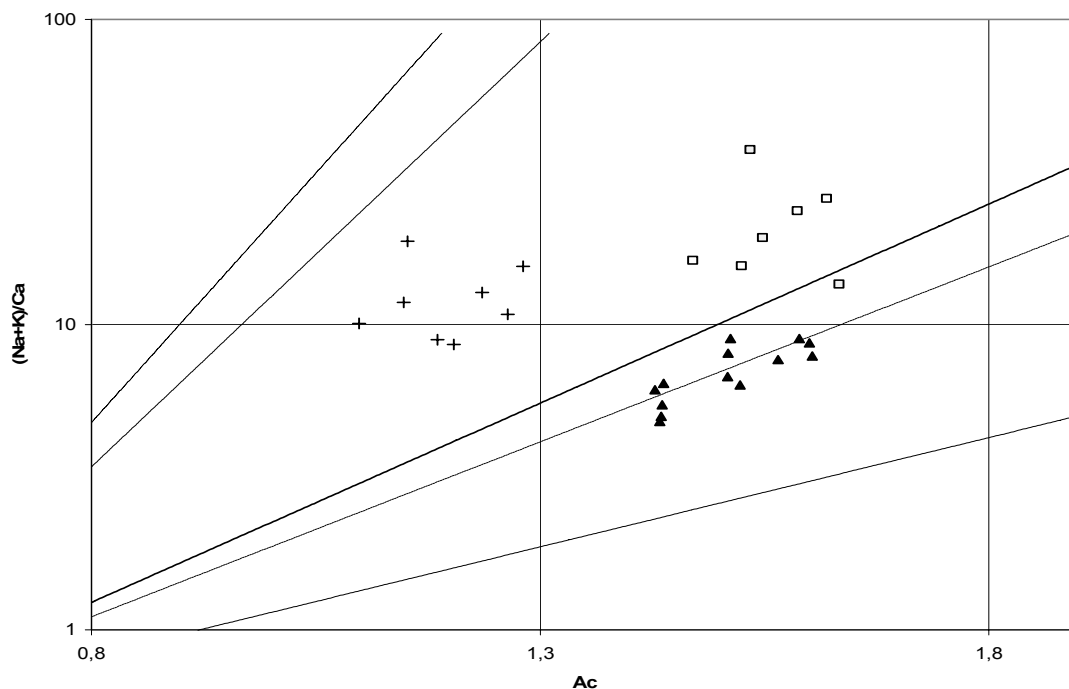


Рис. 2. Сравнение составов гранитов баргузинского комплекса (▲), кварцевых сиенитов (+) и лейкогранитов (□) зазинского комплекса на петрохимической диаграмме Л.С. Бородина [5]

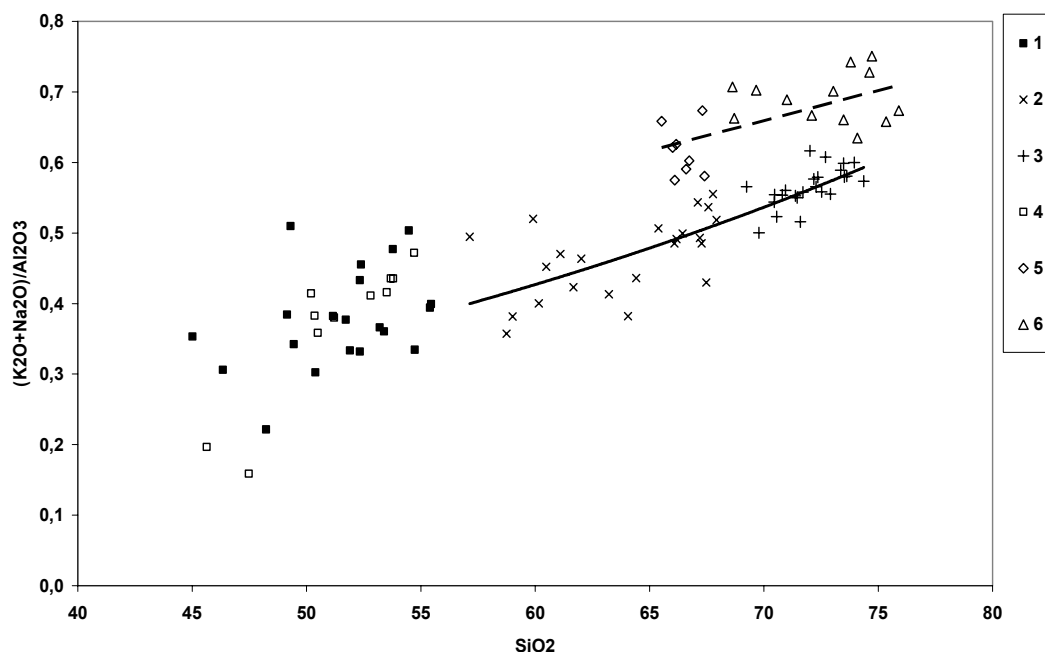


Рис. 3. Диаграмма $(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3-SiO_2$ для пород баргузинского и зазинского комплексов:

1 – габброиды, ассоциирующие с породами баргузинского комплекса; 2 – монцодиориты, кварцевые диориты, гранодиориты баргузинского комплекса; 3 – граниты баргузинского комплекса; 4 – габброиды, ассоциирующие с породами зазинского комплекса; 5 – сиениты зазинского комплекса; 6 – граниты зазинского комплекса

са. Фигуративные точки расположились вдоль главного известково-щелочного тренда, подтверждая известково-щелочной состав родоначальной магмы гранитов Ангаро-Витимского батолита.

Такие же отчетливые различия между гранитами баргузинского и зазинского комплекса проявлены на диаграмме $(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3 - SiO_2$ (рис. 3). Составы гранитов разных комплексов образуют известково-щелочной (баргузинский) и субщелочной (зазинский) тренды. При этом останцы габброидов и в том, и в другом комплексе перекрываются между собой, что может свидетельствовать об их едином происхождении. Как уже отмечалось, породы зазинского комплекса отличаются от баргузинских гранитов по геохимическим особенностям (Ba, Sr, щелочи и др.) [2, 10] и, в частности, по содержанию урана и тория (рис. 4).

Результаты изотопного датирования определяют

различие во времени внедрения гранитоидов двух фаз Шалутинского массива. Возраст гранитоидов ранней фазы равен 313 ± 6 млн. лет, а возраст лейкократовых гранитов поздней фазы, рассчитанный по третьей модели Макинтайра [22], равен 302 ± 25 млн. лет (рис. 5). Эта датировка согласуется с U-Pb датировкой циркона из лейкократовых гранитов Ангырского массива (303 ± 7 млн. лет), также относимых к зазинскому комплексу [9]. В свете новых данных, ранее опубликованная датировка зазинского комплекса, равная 288 ± 8 млн. лет [14], кажется несколько заниженной. Причина занижения возраста может заключаться в том, что в одну выборку были объединены породы разных фаз внедрения. Линия регрессии в таком случае не отвечает условиям изохронной модели, а является линией смешения (псевдохроной).

Таблица 1

Содержание рубидия и стронция и изотопный состав стронция в породах баргузинского и зазинского комплексов

Номер пробы	Порода, минерал	Rb, г/т	Sr, г/т	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$
Тельмамский массив, баргузинский комплекс					
41541	гранит	106	1563	0,1973	0,70783
41545-2	гранит	190	1047	0,5264	0,70983
41535	гранит	131	1287	0,2962	0,70843
41536	гранит	151	1234	0,3551	0,70880
41538	гранит	123	1420	0,2511	0,70816
41545	гранит	169	803	0,6124	0,71036
41543	гранит	116	1374	0,2460	0,70810
Гаргинский массив, баргузинский комплекс					
AV-47	гранит	94	760	0,3583	0,70858
AV-76	гранит	101	632	0,4623	0,70923
AV-35	гранит	114	632	0,5233	0,70964



AV-29	гранит	105	735	0,4162	0,70895
AV-41-1	гранит	113	618	0,5326	0,70957
AV-31	лейкогранит	121	595	0,5876	0,70997
AV-34	лейкогранит	125	563	0,6448	0,71033
Шалутинский массив, зазинский комплекс					
SH-10	кварцевый сиенит	186	332	1,6285	0,71270
SH-11	кварцевый сиенит	198	370	1,5563	0,71251
SH-8-1	кварцевый сиенит	219	149	4,2854	0,72456
SH-3	кварцевый сиенит	224	238	2,7344	0,71776
SH-2	субщелочной лейкогранит	224	141	4,6184	0,72560
SH-4	субщелочной лейкогранит	240	93	7,5172	0,73801
SH-5	субщелочной лейкогранит	228	74	9,0429	0,74529
SH-8	субщелочной лейкогранит	178	219	2,3664	0,71641

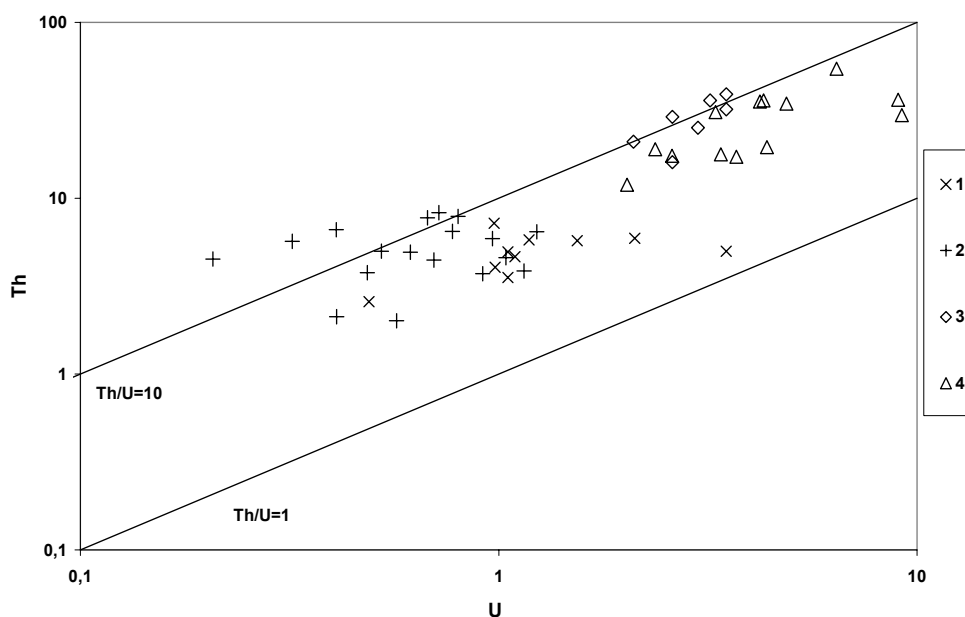


Рис. 4. Диаграмма соотношения Th-U для пород баргузинского и зазинского комплексов: 1 – монцодиориты, кварцевые диориты, гранодиориты баргузинского комплекса; 2 – граниты баргузинского комплекса; 3 – сиениты зазинского комплекса; 4 – граниты зазинского комплекса

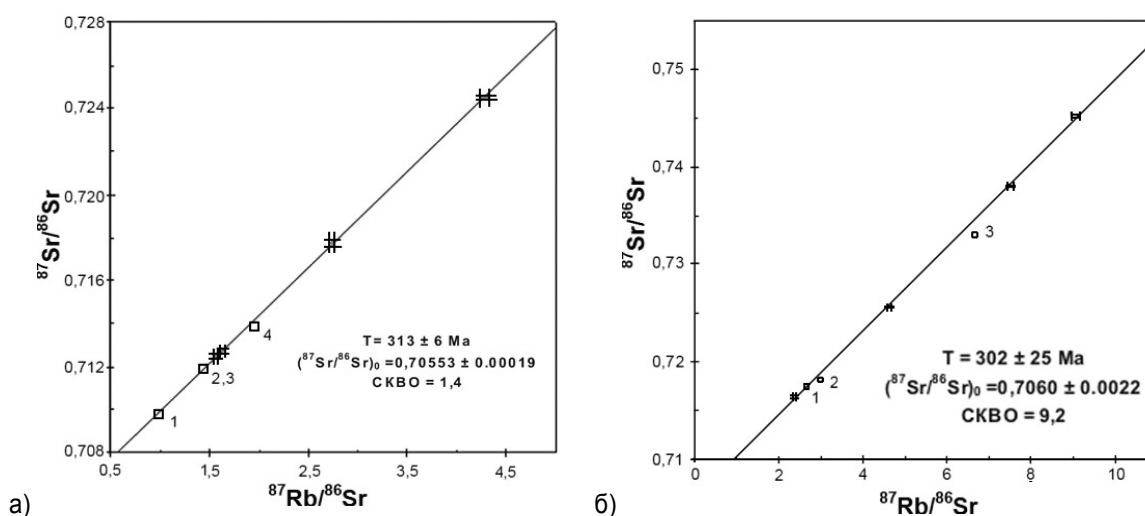


Рис. 5. Изохроны для пород Шалутинского массива: а – кварцевые сиениты Шалутинского массива, точки 1, 2, 3, 4 – по данным [14], остальные точки – данные авторов; б – лейкограниты, точки 1, 2, 3 – по данным [14], остальные точки – данные авторов



Таблица 2

Химический состав пород исследованных массивов (номера проб соответствуют табл. 1)

Номер обр.	AV-47	AV-76	AV-29	AV-35	AV-41-1	AV-31	AV-34	41545-2	41536
SiO ₂	71,7	70,46	71,96	72,91	72,16	73,62	73,94	70,77	71,62
TiO ₂	0,282	0,367	0,237	0,188	0,253	0,174	0,167	0,12	0,18
Al ₂ O ₃	14,88	15,04	14,59	14,58	14,58	14,06	13,89	16,23	15,41
Fe ₂ O ₃	2,03	2,53	2	1,71	1,87	1,65	1,52	1,2	0,99
MnO	0,033	0,044	0,035	0,042	0,041	0,037	0,037	0,01	0,02
MgO	0,275	0,529	0,284	0,166	0,306	0,142	0,15	0,31	0,3
CaO	1,557	2,047	1,858	1,616	1,422	1,411	1,454	1,92	2,31
Na ₂ O	4,28	4,17	4,7	4,49	4,14	4,5	4,41	4,15	4,24
K ₂ O	4,021	4,163	3,398	3,605	4,466	3,815	3,925	4,0	4,14
P ₂ O ₅	0,065	0,125	0,056	0,045	0,076	0,044	0,044		
ппп	0,72	0,33	0,72	0,45	0,52	0,43	0,31		
Сумма	99,84	99,81	99,84	99,8	99,83	99,88	99,95	98,71	99,21
№ обр.	41538	SH-10	SH-11	SH-3	SH-8-1	SH-2	SH-4	SH-5	SH-8
SiO ₂	70,97	66,61	65,53	68,62	69,66	73,04	74,72	73,8	72,09
TiO ₂	0,2	0,373	0,412	0,337	0,372	0,244	0,191	0,214	0,177
Al ₂ O ₃	15,81	16,3	16,61	15,2	15,1	13,59	12,85	13,03	14,33
Fe ₂ O ₃	1,71	3,1	3,18	3,09	2,42	2,36	1,61	2,24	2,17
MnO	0,02	0,061	0,063	0,062	0,057	0,026	0,019	0,023	0,014
MgO	0,39	0,523	0,69	0,479	0,482	0,244	0,146	0,173	0,304
CaO	2,49	1,36	1,602	1,22	0,993	0,868	0,522	0,568	0,849
Na ₂ O	4,24	4,91	4,31	4,38	4,47	3,5	3,25	3,01	3,89
K ₂ O	3,63	6,031	7,01	6,373	6,135	6,028	6,398	6,661	5,665
P ₂ O ₅		0,073	0,077	0,108	0,069	0,034	0,017	0,022	0,063
ппп		0,55	0,39	0,1	0,21	0,04	0,25	0,23	0,33
Сумма	99,46	100,08	100,08	100,07	100,06	99,95	100,01	100,01	100,01

Сравнение результатов наших изотопных анализов пород Шалутинского массива с изотопными анализами Б.А. Литвиновского с соавторами [14] показало (рис. 5), что фигуративные точки кварцевых сиенитов, независимо от авторства, все находятся на изохроне 313 ± 6 млн. лет.

На рис. 5,б показано положение точек лейкогранитов [14] по отношению к эрохроне 302 ± 25 млн. лет. Отмечается повышенный разброс точек относительно линии регрессии для лейкогранитов из обеих выборок. Причины разброса требуют дополнительного изучения.

Таким образом, полученные новые результаты выявили изотопно-геохимические различия гранитоидов баргузинского комплекса Ангаро-Витимского батолита и гранитов зазинского комплекса. Граниты баргузинского комплекса, производные известково-щелочной магмы, образовались в раннем палеозое (силур). Позднепалеозойские субщелочные гранитоиды зазинского комплекса генетически отличаются от гранитов баргузинского комплекса. Они являются по-

стбатолитовыми интрузиями и, как было отмечено [9], должны относиться к вулcano-плутонической ассоциации Монголо-Забайкальского подвижного пояса.

Работа поддержана проектом РФФИ № 06-05-65054 и 08-07-98003.

Библиографический список

1. Азимов П.Я. Термодинамический анализ устойчивости циркона во флюидных метаморфических системах // Изотопная геология в решении проблем геодинамики и рудогенеза: материалы II Российской конференции по изотопной геохронологии. СПб, 2003. С.18-23.
2. Ангаро-Витимский батолит: геолого-геофизические и геохимические особенности строения и составов пород / В.И.Гребенщикова [и др.] // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): материалы совещания. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2006. Вып. 4, т. 1. С. 78-81.
3. Ангаро-Витимский батолит – крупнейший гранитный Плутон / Б.А.Литвиновский [и др.]. Новосибирск: Изд-во ОИГГМ СО РАН. 1992. 141 с.
4. Беличенко В.Г. Нижний палеозой Западного Забайкалья. М.: Наука, 1969. 208 с.



5. Богомолов Е.С., Морозова И.М. Миграция свинца в неметамагнитных цирконах // Геохимия. 1981. №4. С.564-572.
6. Богомолов Е.С. Влияние размеров зерен цирконов на потери радиогенного свинца // Геохимия. 1991. №5. С. 719-723.
7. Бородин Л.С. Граниты Ангаро-Витимского батолита: модельный петрохимический и генетический анализ // Литосфера. 2006. №4. С. 40-56.
8. Взаимодействие метамиктного циркона с флюидом разного состава / Н.Г.Ризванова [и др.] // Геохимия. 2007. №5. С. 522-534.
9. Геохронология и геодинамическая позиция Ангаро-Витимского батолита / В.В.Ярмолюк [и др.] // Петрология. 1997. Т. 5, № 5. С. 451-466.
10. Гребенщикова В.И., Носков Д.А., Герасимов Н.С. Индикаторная роль урана, тория и РЗЭ при разделении гранитоидов баргузинского и зазинского комплексов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы III Международной конференции 23-27 июня 2009 г. Томск: STT, 2009. С.141-145.
11. Каулина Т.В. Особенности метаморфических цирконов с позиций кристаллогенезиса // XVI симпозиум по геохимии стабильных изотопов имени ак. А.П. Виноградова: тез. докл. М., 2001. С. 98-99.
12. Кременецкий И.Г., Хрусталева В.К. Магматизм центральной части Байкальской горной области // Граниты и эволюция Земли: геодинамическая позиция, петрогенезис и рудоносность гранитоидных батолитов: материалы I Международной геологической конференции. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2008. С. 204-207.
13. Литвиновский Б.А., Андреев Г.В., Конников Э.Г. Магматизм западной части зоны БАМ // Магматизм и метаморфизм зоны БАМ и их роль в формировании полезных ископаемых. Новосибирск: Наука, 1983. С. 94-102.
14. Литвиновский Б.А., Посохов В.Ф., Занвилевич А.Н. Новые Rb-Sr данные о возрасте позднепалеозойских гранитоидов Западного Забайкалья // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 5. С. 694-702.
15. О полихронности Ангаро-Витимского батолита В.М.Ненахов [и др.] // ДАН. 2007. Т. 414, № 4. С. 509-512.
16. О полихронности Ангаро-Витимского батолита по данным U-Pb метода по циркону и сфену / Л.А.Неймарк [и др.] // ДАН. 1993. Т. 333, № 5. С. 634-637.
17. О раннепалеозойском возрасте Ангаро-Витимского батолита / Н.С.Герасимов [и др.] // Материалы Всеросс. науч. совещ-я «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту)». Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2007. Вып.5, т.1. С. 49-51.
18. Рублев А.Г., Апруб С.В., Левский Л.К. Графический метод анализа дискордантных калий-аргоновых значений возраста // Изотопные методы измерения возраста в геологии. М.: Наука, 1979. С. 94-102.
19. Турутанов Е.Х., Гребенщикова В.И., Носков Д.А. Форма, размеры и вещественный состав пород Ангаро-Витимского батолита // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): материалы совещания. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2006. Вып. 4, т. 2. С. 183-187.
20. Условия образования сиенитовой магмы анорогенных гранитоидных серий: сиенит-гранитная серия Забайкалья / Б.А.Литвиновский [и др.] // Петрология. 1999. Т. 7, №5. С. 493-508.
21. Cherniak D. J., Watson E.B.. Pb diffusion in zircon// Chemical Geology 172. – 2000. – P. 5-24.
22. McIntyre G.A., Brooks C., Compston W. e.a. The statistical assessment of Rb-Sr isochrons// J. Geophys. Res., 1966. – Т. 71. – No. 22. – P. 5459-5468.

УДК 551.89 -550.93

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЕСЧАНЫХ ТОЛЩ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ**Е.Е.Кононов¹**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Обобщены материалы исследования песчаных толщ во впадинах Северного Прибайкалья. Пестрый фациальный состав песков, резко меняющийся на небольших расстояниях, преобладание в одних случаях озерных, озерно-аллювиальных, в других – делювиально-пролювиальных или золовых фаций указывает на то, что они являются полигенетическими образованиями, а в возрастном диапазоне охватывают практически всю четвертичную систему.

Ил. 2. Библиогр. 24 назв.

*Ключевые слова: палеогеография; стратиграфия; пески; оледенения.***ON THE ORIGIN OF SANDY DEPTHS OF THE NORTHERN TRANSBAIKALIA****E.E.Kononov**Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author generalizes the research data of sandy depths in the depressions of northern Transbaikalia. Variegated facial composition of sands sharply changing in small distances, the predominance of lacustrine, lacustrine and alluvial phases in some cases and deluvial and proalluvial or atmogenic phases in others indicates the fact that they are polygenetic formations and embrace nearly the whole Quaternary system in the age range.

2 figures. 24 sources.

Key words: paleogeography; stratigraphy; sands; glaciation.

¹Кононов Евгений Ефимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, тел.: (3952)405114, e-mail: kononov@istu.edu
Kononov Evgenii Efimovich, a candidate of geological and mineralogical sciences, an associate professor, tel.: (3952)405114, e-mail: kononov@istu.edu



Введение. Изучению песков во впадинах Прибайкалья и Забайкалья уделяли внимание многие исследователи [1, 2]. Как писал Н.А.Логачев, «...Этот вопрос остается одним из центральных при попытке понять основные черты развития рельефа в плейстоцене» [3]. Известно, что мощные толщи плейстоценовых песков и супесей образуют внутри впадин обширные массивы, иногда измененные с поверхности наложенными золовыми или мерзлотными процессами. Местами пески выходят за пределы впадин на склоны хребтов. Это явление особенно характерно для Западного Забайкалья, где пески проникают даже на седловины водоразделов. Существующие представления о причинах столь широкого распространения песчаных толщ и их генезисе можно подразделить на несколько направлений:

1. Пески имеют явно озерное, озерно-ледниковое происхождение [4 -15].

2. Аллювиальное, аллювиально-пролювиальное происхождение [8,16, 17].

3. Эоловое, эолово-пролювиальное происхождение [18, 19].

В.Д.Мац с соавторами в 2001 году [1] резюмировали имеющиеся данные по возрасту песчаной толщи. По их мнению, песчаная толща охватывает большой стратиграфический интервал. На Байкале ее нижняя часть (нюрганская свита) по палеонтологическим и палеомагнитным данным датирована эоплейстоценом-нижним плейстоценом. Верхняя часть разреза песчаной толщи имеет среднеплейстоценовый возраст, а в отдельных случаях верхнеплейстоценовый. Нижние слои песчаной толщи на Байкале занимают низкий гипсометрический уровень, располагаясь вблизи уреза воды в озере. В Рель-Слюдинской впадине, на западном берегу Северного Байкала, нижнеплейстоценовые озерные пески и глинисто-алевритовые отложения перекрывают неогеновые отложения и вскрыты скважиной на глубине 139,0-192,0 м, т.е. залегают ниже уровня озера.

Новые данные по песчаным толщам Муйско-Куандинской котловины. Некоторую определенность в существующие представления о происхождении и возрасте песчаных толщ на Байкале могут внести результаты исследования этих толщ, проведенные нами в Муйско-Куандинской котловине. На сегодняшний день имеется достаточно данных, позволяющих создать палеогеографическую реконструкцию событий, происходивших в Муйско-Куандинской котловине в средне-позднеплейстоценовое время [21].

В среднеплейстоценовое время в Муйско-Куандинской впадине существовало озеро, отложения которого отнесены к бадаевской толще и вскрыты в песчаных ядрах высоких междуречных массивов рек Муи-Мудирикана, Муи-Витима [12]. По-видимому, к ним можно также отнести песчаные ядра высоких увалов и водоразделов рек Б.Тукалакты и М.Тукалакты. Прототипом бадаевской толщи являются отложения, вскрытые скважиной, пробуренной близ бывшего п.Бадаевка в 8 км на запад от ст.Таксимо на вершине песчаного террасовала. Скважина вскрыла монотонную толщу переслаивающихся мелко- средне- и круп-

нозернистых песков мощностью 164 м, а на забое был вскрыт слой глин. Древнее озеро, создавшее отложения бадаевской толщи, начало формироваться, по-видимому, в начале тобольского времени, т.е. 350-380 тыс. лет назад, а спуск озера произошел около 120 тыс. лет назад в конце тазовского времени.

В начале самаровского времени около 270-280 тыс. лет назад, по мнению А.Г.Филиппова [12], началось формирование озерных, озерно-флювиогляциальных, озерно-ледниковых песков и галечников 850-метрового регионального уровня (тукалактинской толщи) и затем озерных, озерно-флювиогляциальных песков, песков с галькой уровня 700-750 м. Следует отметить, что до настоящего времени не установлено достоверно, являются ли эти уровни следами одного озерного водоема или же представляют собой следы неоднократного заполнения впадин водой до разных высот. Более того, А.С.Ендрихинский (1985) считает «курьезной» гипотезу о грандиозном озерном бассейне, заполнявшем долину среднего течения р. Витим и несколько межгорных впадин Северного Прибайкалья.

В это же время в районе Дудакитской впадины шло формирование озерной и озерно-аллювиальной толщ танинской свиты. Озерно-аллювиальные отложения представлены здесь образованиями вдольбереговых течений и внутренних дельт рек, впадавших в Дудакитское палеозеро. В центральных частях впадины весь разрез свиты представлен однообразными озерными глинами и глинистыми алевритами. В нижней озерной пачке Г.П.Черняевой обнаружены диатомовые водоросли *Cyclotella baicalensis* Skv. Спорово-пыльцевые спектры этой пачки свидетельствуют о холодном климате времени накопления осадков, который можно сопоставить со временем формирования кропоткинского надгоризонта (280-120 тыс. лет) среднего плейстоцена. Озерно-аллювиальная пачка разреза характеризуется спектром более теплолюбивым, что позволяет их отнести к образованиям казанцевского межледниковья. Вышерасположенные озерные отложения могли формироваться во время зырянского оледенения.

После формирования осадков танинской свиты фиксируется перерыв в осадконакоплении, сопровождавшийся формированием почв, погребенных затем аллювиальными и озерными образованиями дудакитской свиты. Осадки дудакитской свиты мощностью около 48 м были вскрыты скважиной, пробуренной ПГО «Бурятгеология» в Дудакитской впадине (примерно 20 км на северо-запад от ст. Таксимо). Субаэральные и озерно-аллювиальные осадки свиты по данным палинологии формировались в условиях умеренно-теплого климата и могут быть сопоставлены с каргинским горизонтом верхнего плейстоцена. Палиноспектры лимнической части свидетельствуют об ухудшении климатических условий, что позволяет их отнести к сартанскому горизонту верхнего плейстоцена. В образце с глубины 34,5 м Г.П.Черняевой выявлены планктонные, пресноводные диатомовые водоросли *Cyclotella baicalensis* Skv., *Staphanodiscus flabellatus* Churs.et Log. *S. flabellatus* характерен для плейстоценовых отложений Байкала. По присутствию в



отложениях *S. baicalensis* можно предположить, что гидрологические параметры древнего водоема в отдельные периоды приближались к байкальским – низкие температуры, низкая минерализация и большая глубина.

В это же время шел процесс осадконакопления в подпрудно-озерном бассейне, сформировавшемся в Муйско-Куандинской впадине около 40000 лет назад. Осадки этого бассейна на правом берегу р. Муя, выше на 4 км от устья р. Мудирикан описаны А.А. Кульчицким [20] и отнесены к кобылинской свите. Подошва свиты совпадает с подошвой нижней палеопочвы, залегающей в данном разрезе на высоте 13.7 м над меженим уровнем воды в Кобылинской протоке. По древесине пней получены датировки: 38320 ± 775 , 40500 ± 930 , 36500 ± 2500 (КИ-3951) [20]. Верхняя граница свиты установлена по скв. 14а, пробуренной на левобережной террасе р. Мудирикан. Разрез детально был изучен А.А. Кульчицким [22]. На глубине 127 м был пробурен фрагмент ствола дерева, давший абсолютную датировку в 36480 ± 3130 лет (СОАН-2483), а на глубине 95-100 м из трех оторфованных слоев получена датировка 22300 лет (СОАН-2484) [12]. Таким образом, начало формирования озерных отложений совпадает по времени с погребением растительных остатков в обнажении на протоке. Верхняя возрастная граница определяется датировками улан-макитского пневого горизонта в опорном разрезе Щучья протока – 27630 ± 385 (СОАН-3445) и 27470 ± 320 (СОАН-3444). Следовательно, формирование подпрудного палеоозера, накопление озерно-аллювиальных песков кобылинской свиты, а затем спуск этого водоема произошли в конце каргинского межледниковья в интервале времени приблизительно 38-28 тыс. л. н.

Разрез озерных, озерно-аллювиальных отложений в Муйско-Куандинской впадине завершается осадками улан-макитской свиты. Опорный разрез в районе Щучья протока состоит из трех типов отложений разного генезиса. Пески слоя 1 представляют собой, по видимому, старичные отложения. Слои 2-6 выделены в качестве улан-макитской свиты, сложены подпрудно-озерными песками. Слои 7 и 8 сформированы песками явно золотого генезиса. В песках свиты обнаружены моллюски, состоящие из видов, ныне живущих в самых разнообразных постоянных водоемах. Их наличие в горизонтально-слоистых песках свидетельствует о затоплении лесов подпрудно-речными водами, а значительная мощность песков – о формировании их в длительно существовавшем подпрудном бассейне. По образцам лесной подстилки из слоя 2 были получены датировки 27630 ± 385 (СОАН-3445), 28465 ± 420 (СОАН-3446) и 27470 ± 320 (СОАН-3444). В подошве слоя 5 датировка оказалась 27025 ± 320 (СОАН-3447), а по намывной растительной трухе из линзы, залегающей в 1.3 м выше подошвы слоя 5, – 23455 ± 550 (СОАН-3448). По мнению А.Г. Филиппова, начало формирования улан-макитской свиты и очередного затопления речных долин Муйско-Куандинской впадины относится к концу каргинского межледниковья и обусловлено не ледниковым, а скорее всего тектоническим подпором в Парамском сужении долины р. Витим. Верхняя часть

улан-макитской свиты изучена в опорном разрезе Старый Витим, расположенном на левом берегу протоки Старый Витим. Разрез здесь сложен аллювиально-озерными отложениями Улан-Макитского подпрудного палеоозера, а полученные датировки из сл. 5 = 16460 ± 460 (СОАН-3433) и 17930 ± 680 (СОАН-3434) говорят о существовании этого озера, по крайней мере, еще 16 тыс. лет назад.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что «озерная история» Муйско-Куандинской впадины разделяется на два этапа [13,21].

Первый этап, среднеплейстоценовый, начался около 400-380 тыс. л.н. и завершился примерно 120 тыс. л.н. Характерной его особенностью было то, что акватория древнего озера охватывала практически всю Муйско-Куандинскую впадину. Сегодня отложения этого пра-озера отмечены на разных гипсометрических уровнях и формально отнесены к различным толщам и свитам. Высотный разброс фрагментов когда-то генетически единой поверхности связан с новейшими тектоническими движениями, вызванными процессами формирования Байкальской рифтовой зоны.

Особенностью второго озерного этапа, начавшегося после достаточно длительного (около 30 тыс. л.) перерыва в озерном осадконакоплении, является дискретный характер озерных систем в пределах впадины. Весьма вероятно с начала позднего плейстоцена в западной части впадины существовало Дудакитское палеоозеро, которое около 40 тыс. л.н. имело максимальные размеры и, возможно, достигало долины р. Витим, о чем свидетельствуют озерные отложения кобылинской свиты, найденные в долине р. Муя в районе Кобылинской протоки и на левобережье р. Мудирикан вблизи автотрассы. Дудакитское палеоозеро начало распадаться как единый бассейн около 25 тыс. лет т.н. Улан-Макитское палеоозеро является, по-видимому, последним остаточным озерным бассейном Дудакитского палеоозера и существовало еще 16 тыс. лет назад [13].

С целью выяснения генезиса и условий формирования песчаных отложений нами были отобраны серии проб и проведены аналитические исследования. Минералогические исследования песчаных осадков разреза у рч. Ветвистый (8-10 км восточнее ст. Таксимо), проведенные в лаборатории стратиграфии и литогенеза ИЗК СО РАН, показали, что в осадках в тяжелой фракции доминируют эпидот, роговая обманка, магнетит, ильменит и сфен, а в легкой – кварц и полевые шпаты, что может свидетельствовать о наличии в области питания различных по составу пород, в том числе амфиболовых гнейсов. Такие породы встречаются рядом в отрогах Южно-Муйского хребта и по этой причине можно предположить, что перенос осадочного материала был недалеким. Большинство зерен имеет угловато-окатанную и окатанную форму. Степень окатанности возрастает вниз по разрезу. В пробе 6 на глубине более двух метров доминируют окатанные зерна, что, несомненно, свидетельствует о более длительной обработке в водной среде песков из низов разреза. Большое содержание



в составе тяжелой фракции зерен магнетита, ильменита, роговой обманки, сфена и эпидота является показателем прибрежных условий формирования осадков, зачастую в зоне прибоя мелководного бассейна. Большинство минеральных зерен не несут следов выветривания, более того, некоторые зерна представ-

по происхождению к эоловым, что не всегда обосновано. Десятки так называемых дюнных форм были пройдены горными выработками и в разрезах были вскрыты преимущественно горизонтально-слоистые разнозернистые пески явно озерного происхождения (рис. 1) [13].

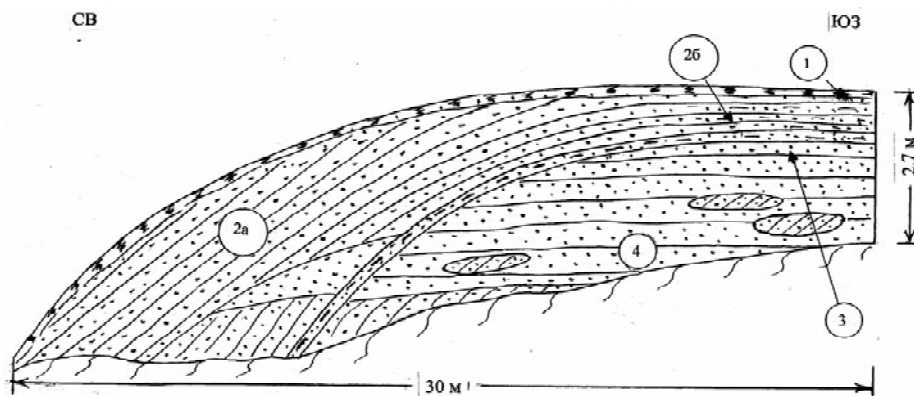


Рис. 1. Разрез песчаных отложений в районе о. Ульто (южнее п. Таксимо)

лены в виде кристаллов со стекляннм или перламутровым блеском, что заставляет предположить холодные условия в период формирования осадков и их относительную молодость. Коэффициент мономинеральности не высок и варьирует в пределах от 0.17 до 0.34. Неустойчивые минералы в тяжелой фракции преобладают ($K_{\gamma}=0.39-0.57$), что также свидетельствует о формировании осадков в химически неактивной среде, небольшом переносе и пониженной температуре водной среды.

По результатам диатомового анализа, проведенного Н.В.Игнатовой (ИЗК СО РАН), обнаружены створки бореального пресноводного литорально-планктонного стенотермного вида *Ellerbeckia arenaria* (Moore ex Ralfs) Crawford и его северо-альпийской разновидности *Ellerbeckia arenaria* var. *teres* (Brun) Crawford, характерных для олиготрофных водоемов. Согласно литературным данным *arenaria* встречается в приледниковых водоемах.

На основании изложенных данных можно сделать вывод, что изученные осадки накапливались в литоральной зоне пресноводного среднеминерализованного и холодного палеоводоема олиготрофного типа со слабощелочной реакцией воды.

Преобладание в разрезах многочисленных скважин, в естественных и искусственных обнажениях и горных выработках в пределах Муйско-Куандинской впадины песчаных, песчано-алевритистых и, местами, глинистых толщ с субгоризонтальной параллельной слоистостью, полученные аналитические данные по особенностям минералогического и гранулометрического состава и данные по диатомовым позволяют сделать предположение о их преимущественно озерном-ледниковом происхождении.

Рельеф современной поверхности Муйско-Куандинской впадины достаточно сложен, в его строении доминируют субгоризонтальные поверхности, осложненные бугристо-западинными и увалисто-котловинными формами рельефа. Многими исследователями названные мезо- и микроформы отнесены

Детальное обследование структурно-текстурных особенностей и гранулометрии отложений, вскрытых в шурфах на водоразделе между реками Б.Тукалактой и М.Тукалактой (правобережье р. Муя, юго-западнее п.Таксимо), показало, что, начиная с абсолютных отметок, близких 600 м, в верхних частях разрезов до глубин 2-4 м доминируют косая и наклонная слоистости, характерные для эоловых отложений, что может свидетельствовать об активных эоловых процессах в голоцене, преобразовавших верхнюю часть разреза озерной толщи. На более низких гипсометрических уровнях признаки эолового осадконакопления отсутствуют.

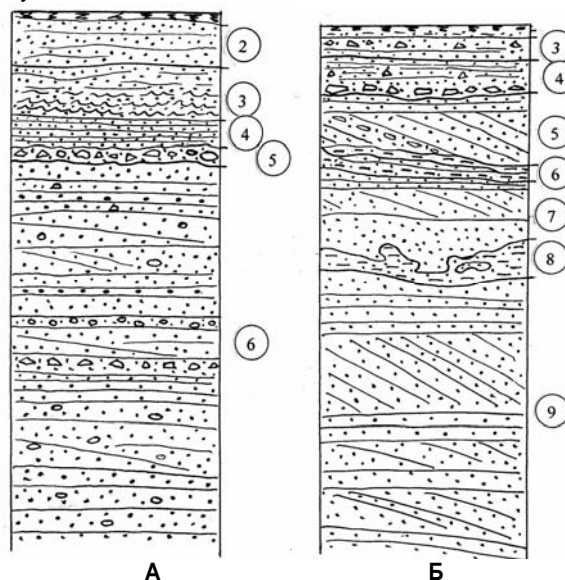


Рис.2. Разрезы первой (А) и второй (Б) террас р. Муя (западнее п. Таксимо)

Образование некоторых субгоризонтальных поверхностей явно связано с эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек. В частности, большие пространства занимают субгоризонтальные поверхности первой и второй террас р. Муя (рис. 2). В строении разрезов этих террас доминируют косо- и горизонтально-слоистые пески разного гранулометрического состава,



местами суглинки и грубообломочные отложения.

Песчаные отложения также широко распространены в пределах Верхне-Ангарской впадины, где они достигают в пройденных скважинах мощности более 50 метров. В районе г. Северобайкальск в карьере вскрыты горизонтально-слоистые озерные пески, сформировавшиеся в подпрудных условиях за конечной мореной. В настоящее время карьером вскрыта верхняя часть песчаной толщи (около 15 м), где заметны криогенные структуры, в том числе мощные грунтовые жилы. Еще в 1978 году в песках были найдены, с участием автора работы, останки почти полного скелета мамонта. Ранее в ряде публикаций возраст этого мамонта оценивался как среднелейстоценовый и на этом основании датировалось время оледенения [1, 23]. Позднее, в 2007 году, радиоуглеродная датировка по кости вышеупомянутого мамонта, найденного в слоистых песках за конечной мореной в районе г. Северобайкальск оказалась равной 38010 ± 535 л.н. (СОАН-5935). Таким образом, формирование северобайкальских песков шло синхронно с процессом осадконакопления в подпрудно-озерном бассейне, существовавшем в Муйско-Куандинской впадине около 40000 лет назад. Осадки этого бассейна, как это отмечено выше, отнесены к кобылинской свите.

Заключение. Образование песчаных толщ Северного Прибайкалья, по-видимому, связано со многими причинами. Их пестрый фациальный состав, резко меняющийся на небольших расстояниях, преобладание в одних случаях озерных, озерно-аллювиальных, в других – делювиально-пролювиальных или эоловых фаций указывает на то, что они являются полигенетическими образованиями, а в возрастном диапазоне охватывают практически всю четвертичную систему. Исследования песчаных толщ относительно небольшой Муйско-Куандинской впадины достаточно убедительно подтверждают высказанное предположение о полигенетическом характере песков, а также о том, что огромную роль в аккумуляции песчаных толщ в пределах впадин Байкальского рифта сыграли древние оледенения этого района. Древние ледники перегораживали впадины и создавали благоприятные условия для возникновения подпрудных озер и формирования озерных горизонтально-слоистых песчаных толщ, которые более поздними постледниковыми процессами были либо частично размыты, либо переотложены.

Нет никакого сомнения, что поднятие уровня озера, происшедшее в результате разрыва Голоустенско-Манзурского канала стока во второй половине плейстоцена, способствовало усилению процессов разрушения берегов озера и аккумуляции продуктов разрушения на более высоких уровнях [24]. Широкое развитие озерных песков на Южном и Северном Байкале подтверждает высказанное предположение.

Библиографический список

1. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Строение и геологическая история. Новосибирск: СО РАН "ГЕО", 2001. 251 с.
2. Кононов Е.Е. Байкал. Аспекты палеогеографической истории. Иркутск, 2005. 125 с.

3. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. 358 с.
4. Черский И.Д. Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы оз. Байкал // Изв. Вост.-Сиб. отд. Имп.РГО. 1880. Т.Х, №1-2. С. 8-83.
5. Черский И.Д. О результатах исследования озера Байкал // Матер. для геологии России. СПб., 1889. Т. XIII. С. 1-48.
6. Ламакин В.В. Геологические и климатические факторы эволюции органического мира в Байкале // Бюлл. Комис. по изуч. четверт. периода. 1950. № 15. С.45-63.
7. Ламакин В.В. Об открытии третичных отложений в Баргузинской долине // Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол. 1952. Вып.2.
8. Базаров Д.-Д.Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья. Улан-Удэ, 1968. 166 с.
9. Гербова В.Г. К вопросу о происхождении нижнеселенгинских песков // Бюлл. Ком. по изуч. четв. периода. М., 1961. № 26. С.136-140.
10. Вангенгейм Э.А., Гербова В.Г. Некоторые данные о времени и условиях накопления забайкальских песков // Тр. Ком. по изуч. четв. пер.». М.: Изд-во АН СССР, 1962. Вып.19.
11. Мац В.Д., Белова В.А. Новые данные о стратиграфии кайнозойских отложений Северного Байкала // Геол. и гидрогеол. иссл. озер Сред. Сибири. Иркутск, 1973. С. 26-31.
12. Филиппов А.Г. Детализация местного лито- и биостратиграфического расчленения четвертичных отложений на основе изучения опорных разрезов для совершенствования стратиграфических схем муйской серии и Ангаро-Ленского блока ангарской серии юга В.Сибири. Иркутск, 1997. 144 с.
13. Инешин Е.М., Кононов Е.Е. История развития озерных систем в Муйско-Куандинской котловине Северного Прибайкалья // Проблемы флювиал. Геоморфологии: мат. XXXIX Пленума геоморф. комиссии РАН. Ижевск, 2006. С. 75-78
14. Логачев Н.А. Кайнозойские континентальные отложения впадин байкальского типа // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. №4. С. 18-20
15. Равский Э.И. Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М.: Наука, 1972. 330 с.
16. Геологическая съемка в Верхне-Удинском районе Забайкалья в 1930 году. В.В.Белюсов и др. // Тр. Всесоюз.геол.-развед. объедин. 1932. Вып. 167.
17. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.
18. Олюнин В.Н. Происхождение рельефа возрожденных гор. М: Наука, 1978. 274 с.
19. Олюнин В.Н. Основные особенности геоморфологического строения Хамар-Дабана и южного побережья Байкала // Зап. Заб. отд. ГО СССР. 1963. Вып. XXII. С. 58-70
20. Кульчицкий А.А. Деформации кайнозойских отложений в Муйско-Куандинской впадине Байкальской рифтовой зоны // РФФИ в Сибир. регионе. Иркутск, 1995. С. 35-36.
21. Кононов Е.Е., Осипов Э.Ю., Инешин Е.М., Невзорова И.В. Еще раз к вопросу о четвертичном оледенении Прибайкалья и перспективах его решения // Вестник ИрГТУ. Иркутск, 2008. №3 (35). С. 159-164.
22. Кульчицкий А.А., Панычев В.А., Орлова Л.А. Верхнеплейстоценовые отложения Муйско-Куандинской впадины и их скорости накопления // Четв. период: методы исслед., стратиграфия и экология. Таллин, 1990. Т. 2. С. 112-113.
23. Базаров Д.-Д.Б., Будаев Р.Ц., Калмыков Н.П. О возрасте плейстоценовых террас северо-западного побережья оз. Байкал // Поздний плейстоцен и голоцен юга Вост. Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С.155-158.
24. Кононов Е.Е., Мац В.Д. История формирования стока вод Байкала // Изв. МинВУЗов. Геология и разведка. 1986. С. 91-98.



УДК 551.4

АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕК ЗЕЙСКО-БУРЕИНСКОЙ РАВНИНЫ

Е.Г.Мурашова¹

Инженерно-строительный институт Дальневосточного государственного аграрного университета, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.

Для выявления неотектонических движений на территории Зейско-Буреинской равнины применен морфометрический метод анализа продольных профилей русел рек.

Ил.3.

Ключевые слова: неотектонические движения; продольный профиль; морфометрический метод.

THE ANALYSIS OF LONGITUDINAL SECTIONS OF RIVERS OF ZEISK-BUREINSKAYA FLAT LAND

E.G.Murasheva

Engineering and Building Institute of Far East State Agrarian University

86 Polytechnicheskaya St., Blagoveschensk, 675005

A morphometric method of analysis of longitudinal sections of river-beds is applied to detect neotectonic movements on the territory of Zeisk-Bureinskaya flat land.

3 figures.

Key words: neotectonic movements; longitudinal section; morphometric method.

Наиболее точным индикатором тектонических движений является характер речной сети. Для выявления неотектонических движений на территории Зейско-Буреинской равнины был применен морфометрический метод анализа продольных профилей русел рек Амур, Зея, Томь, Белая, Ивановка, Бирма, Завитая, Бурея, Архара и других.

Речное русло очень чутко реагирует на неотектонические движения того участка земной поверхности, по которому протекает река. Это отражается на продольном профиле речного русла. Если речная долина формируется в условиях одинакового характера неотектонических движений на всем ее протяжении, то продольный профиль русла обычно приближается к профилю равновесия. Если же река протекает по территории, на которой неотектонические движения

дифференцированы по степени интенсивности, то продольный профиль русла изобилует аномалиями, которые выявляются при построении графика вариаций уклонов продольного профиля.

Кривые продольного профиля и графики уклонов продольного русла реки построены по крупномасштабным космическим снимкам (программа Google Earth, 2007). На кривых чередуются участки с крутыми и пологими уклонами, в пределах которых течение реки ускоряется или замедляется. На всем протяжении рек, по пологой наклоненной Зейско-Буреинской равнине, долины рек формируются на однородном песчано-глинистом субстрате, который не может вызвать каких-либо существенных изменений уклонов продольного профиля русел рек.



Рис. 1. Продольный геолого-геоморфологический профиль р. Зея

¹Мурашова Елена Георгиевна, старший преподаватель кафедры инженерных конструкций, тел.: (4162)442460, e-mail: supermutter1@rambler.ru

Murashova Elena Georgievna, senior lecturer of the Chair of Engineering Structures, tel.: (4162)442460, e-mail: supermutter1@rambler.ru

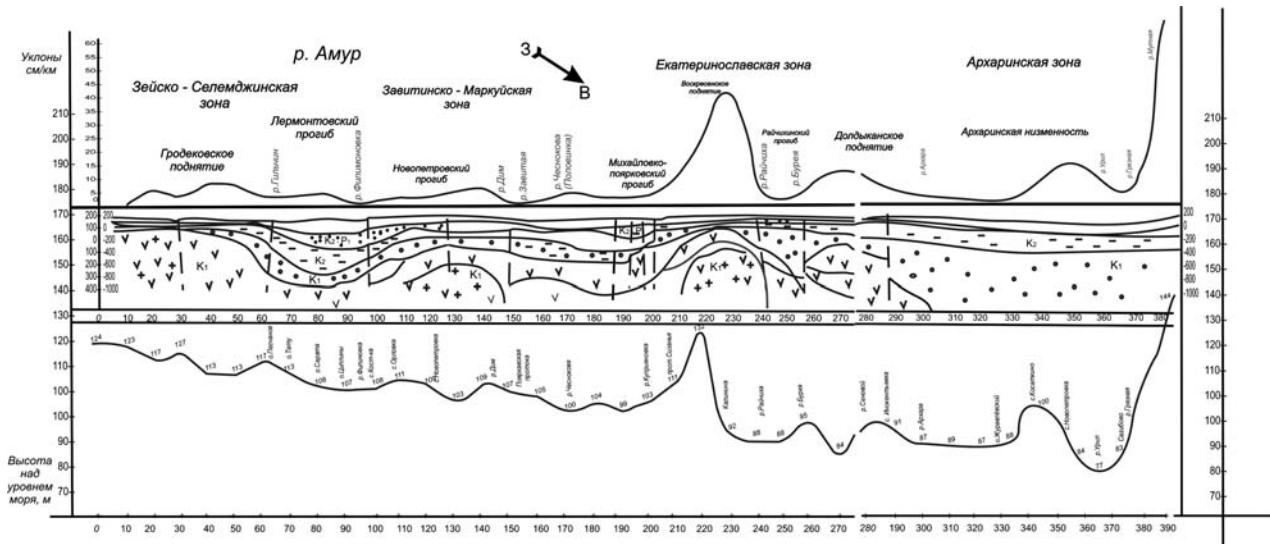


Рис. 2. Продольный геолого-геоморфологический профиль р. Амур

Водоразделы выражены в виде невысоких возвышенностей, пересечение склонов которых образуют неясно выраженные водораздельные линии. В долинах рек и их притоков формируются аллювиальные отложения, представленные мелко- и среднеобломочным материалом, что дает основание предполагать о невысокой скорости движения потока, кроме того в аллювии встречается торф, что свидетельствует о заболачивании в условиях равнинного рельефа.

По аномалиям уклонов продольного профиля русла рек выявлены зоны неотектонических движений, на которых исключено влияние изменений гидродинамического режима, так как ниже их устьев проявлены отрицательные аномалии. Отсюда следует, что все существенные деформации продольного профиля русел рек, выраженные в виде аномалий на графике вариаций уклонов, обусловлены новейшими тектони-

ческими движениями. Величины аномалий уклонов, связанные с неотектоническими движениями, колеблются от 2 до 64 см на 1 км. Так, величины уклонов, связанные с неотектоническими движениями, колеблются от 9 до 23 см на 1 км по реке Ульма, от 6 до 19 см на 1 км по реке Селемджа и от 2 до 35 см на 1 км по реке Гирбичек.

Для выявления связи современных поднятий и опусканий со структурами мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и погребенного палеозойского фундамента, были сопоставлены графики вариаций уклонов с геологическими и структурно-тектоническими разрезами вдоль долин рек равнины. На разрезах отражен характер рельефа и основные черты геотектонического строения. При сопоставлении графиков с разрезами устанавливается отчетливая приуроченность современных поднятий к выступам фун-

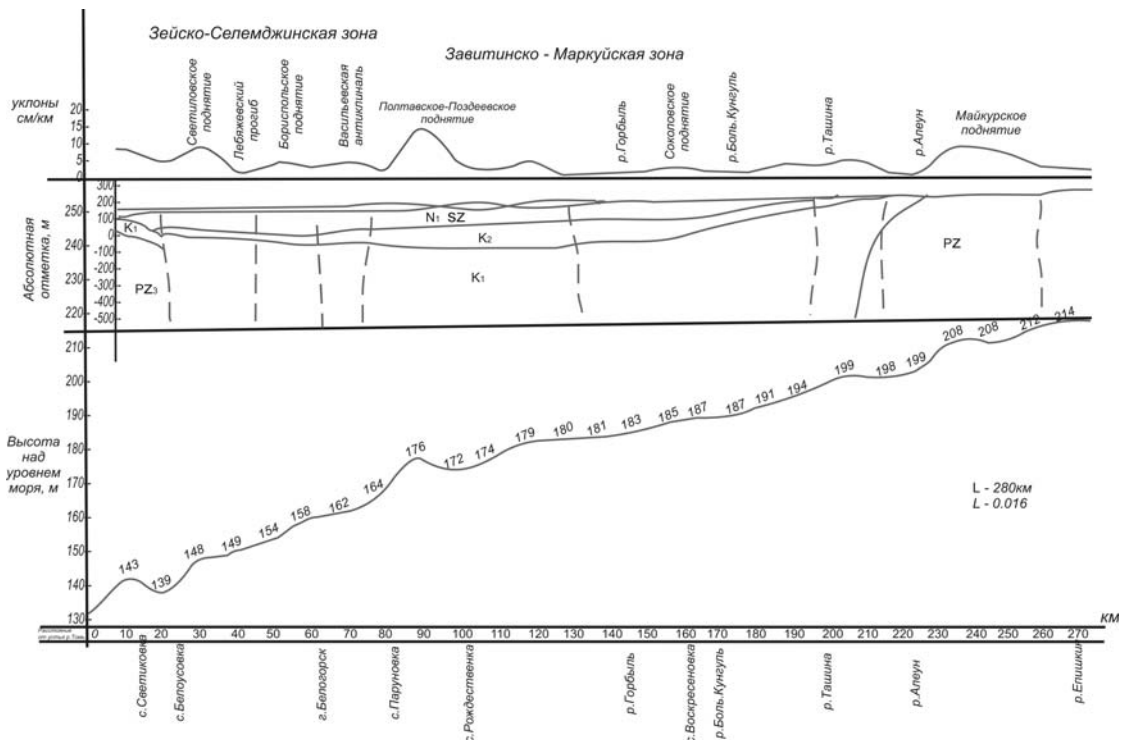


Рис. 3. Продольный геолого-геоморфологический профиль р. Томь



дамента, над которым платформенный чехол имеет антиклинальное строение. Современные опускания, фиксируемые на графиках отрицательными аномалиями, совпадают с впадинами в рельефе фундамента, над которыми платформенный чехол залегает синклиналино. В свою очередь, устанавливается отчетливая связь выступов и впадин фундамента с его геотектонической природой.

Отрицательные структуры платформенного чехла и соответствующие им впадины в рельефе фундамента, отражающиеся на графиках вариации уклонов в виде отрицательных аномалий, обычно соответствуют грабенам или синклиналям палеозойского фундамента либо мезозойско-кайнозойским отложениям чехла.

На графиках вариаций уклонов (рис. 1,2,3) продольных профилей рек выявляются новейшие разломы, обычно совпадающие с зонами древних (палеозойских) разломов. Наиболее значительные молодые разломы приурочены к границам между положительными и отрицательными аномалиями, то есть к границам между новейшими поднятиями и опусканиями. Установлено, что на участках положительных деформаций четвертичные отложения уменьшаются по мощности до 10 – 20 м, на участках отрицательных деформаций их мощность резко увеличивается до 100-120 м (по данным бурения, по материалам АТГФ).

Проведенными исследованиями установлено, что деформации продольного профиля русел рек Зейско-Буреинской равнины имеют в основном тектоническое происхождение и сформированы в течение плиоцен-голоцена (N_2-Q_{IV}); положительные и отрицательные аномалии уклонов продольного профиля рек соответствуют зонам молодых (голоценовых) поднятий и опусканий; современные поднятия и опускания совпадают с зонами молодых поднятий и опусканий; положительные и отрицательные структуры мезозойско-кайнозойского платформенного чехла (поднятия и прогибы) фиксируются достаточно четко на графиках (см. рис. 1,2,3) вариаций уклонов рек в виде соответствующих положительных и отрицательных аномалий; зоны неотектонических поднятий совпадают с гранитными массивами или с горст-антиклиналями в палеозойском фундаменте, а зоны опусканий – с грабен-синклиналями фундамента; новейшие разломы фик-

сируются на графиках вариаций уклонов продольного профиля в виде относительно резких уступов. При анализе графиков вариаций уклонов продольных профилей русел рек Зейско-Буреинской равнины в комплексе с другими геолого-геоморфологическими данными выявлены зоны неотектонических поднятий и опусканий и соответствующие им платформенные структуры, с которыми обычно совпадают те или иные структуры погребенного фундамента; установлены не выраженные в рельефе молодые разломы и почти полная прямая унаследованность тектонических форм от палеозойского фундамента через платформенные структуры к современным морфоструктурам.

Для верховьев речных систем характерны речные перехваты, которые не влияют, однако, существенным образом на рисунок основной речной сети, а тем более на направления главнейших линий стока. На космических снимках четко прослеживается изменение направления русла (рек Ивановка, Томь, Белая, Завитая). Перехваты являются следствием дифференцированных движений земной коры в пределах относительно активных поднятий и развиваются, как правило, вдоль зон тектонических нарушений (Притуранский разлом – верховье р. Завитой; Томский разлом – верховья рек Ивановка, Белая, Томь) и повышенной трещиноватости. Эрозионно-денудационные процессы на таких участках в значительной степени определяются также литологией и физико-механическими свойствами пород, ландшафтными и климатическими особенностями территории.

Речная сеть Зейско-Буреинской равнины является весьма устойчивым геоморфологическим образованием и развивалась в соответствии с разновозрастным морфоструктурным перекосом и сопутствующими ему тектоническими разломами в земной коре, начиная с позднего мезозоя и по кайнозой включительно. Современные очертания речной сети Зейско-Буреинской равнины начали проявляться с позднего мезозоя — раннего кайнозоя. Четковидное строение крупных речных бассейнов обусловлено наложенностью депрессионных морфоструктур на древнескладчатый участок континентальной земной коры, что характерно при прогрессивном увеличении площади континентальной земной коры.

УДК 502. 174

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РТУТНОГО И БЕЗРТУТНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРА И КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ

С.С.Овсянников¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Представлен сравнительный анализ предприятия до и после реструктуризации, а также обоснован выбор варианта по технологии производства хлора и каустической соды мембранным методом.

Табл. 3. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: безопасность при производстве; природопользование; экологическая безопасность; высокоопасные отходы.

¹Овсянников Сергей Сергеевич, аспирант, тел.: 89501290717.

Ovsyannikov Sergey Sergeevich, a postgraduate, tel.: 89501290717.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND TECHNICAL AND ECONOMICAL SHOWINGS OF MERCURY AND MERCURY-FREE METHODS OF CHLORINE AND CAUSTIC PRODUCTION****S.S.Ovsyannikov**Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author presents a comparative analysis of an enterprise before and after the conversion. He also justifies the choice of the variant on the production technology of chlorine and caustic soda by the membrane method.

3 tables. 5 sources.

Key words: safety in manufacturing; nature management; ecological safety; highly dangerous wastes.

Особенность производства хлора в мире заключается в том, что при производстве 1 тонны хлора образуется 1,13 т соды каустической. В связи с этим данные производства всегда сбалансированы по хлоропотреблению и сбыту соды каустической.

Каустическую соду называют «хлебом промышленности», ее используют практически все отрасли. По объемам потребления соды каустической судят об уровне развития экономики государства. Например, период с 1999 г. по 2001 г., когда объем продаж каустической соды в ОАО «Саянскхимпласт» увеличился на 12,4 тыс.т, характеризуется и подъемом экономики в России. При этом возросла цена на соду каустическую с 44,5 \$ США за 1 тонну в 1999 году до 47,3 \$ США за 1 тонну в 2000 году.

Увеличение спроса на соду каустическую в России вызвано тем, что в период с 1998 по 2001 год произошло сокращение хлоропотребляющих производств (производство фреонов, ЧХУ и др.). Соответственно возник дисбаланс между потреблением хлора и спросом на соду каустическую. Предприятия-производители соды каустической не могут увеличить свои мощности по данному продукту, т.к. отсутствует хлоропотребление. Кроме того, основные конкуренты ОАО «Саянскхимпласт» по производству хлора и соды каустической за последние 10 лет не обновляли и не модернизировали свои технологии, основное оборудование. Электролизеры работают 20 и более лет.

Действующее ртутное производство хлора и соды каустической ОАО «Саянскхимпласт» введено в эксплуатацию в 1979 году. По проекту в зале электролиза было установлено 96 ртутных электролизёров СДМ-200/7,5. Проектная мощность по хлору составляла 195000 тонн в год. Максимально достигнутая мощность по хлору в 1991 году составила 152000 тонн в год. В настоящее время установленная мощность по хлору составляет 102000 тонн в год. В работе находятся 62 ртутных электролизёра; 34 электролизёра из-за высокого физического износа выведены из эксплуатации и восстановлению не подлежат. Находящиеся в работе электролизёры эксплуатируются в течение 23-х лет без замены с выполнением только текущего ремонта, их износ составляет 90 – 95 %. Электролизёры СДМ 200/7,5 были изготовлены по разовому заказу в бывшем ГДР, поэтому замена изношенных электролизёров может быть осуществлена только на новые модели ртутных электролизёров. Российские правила ПБ 09-322-99 «Правила безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора» (пункт 2.1.1) предписывают, что все вновь

проектируемые и реконструируемые производства хлора должны оснащаться мембранными или диафрагменными электролизерами, исключаящими использование ртути. Необходимость конверсии (перевода) ртутного производства хлора на безртутную технологию была продиктована и экологической ситуацией.

Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, проводивший изучение загрязнения ртутью бассейна Братского водохранилища, выдал заключение о необходимости закрытия ртутных производств ОАО «Усольехимпром» и ОАО «Саянскхимпласт». Ртутное производство на ОАО «Усольехимпром» было закрыто в октябре 1998 года.

ОАО «Саянскхимпласт», чтобы не допустить закрытие производства хлора, вынуждено было продекларировать свое решение о переводе к 2006 году ртутного производства хлора и соды каустической на безртутную технологию. В связи с этим вопрос о закрытии ртутного производства ОАО «Саянскхимпласт» был отложен до 2010 года. Основным сырьем для производства смолы ПВХ, наряду с этиленом, является хлор. Текущая потребность в хлоре составляет 135000 – 140000 тонн в год. При собственной выработке хлора 102000 тонн в год, ОАО «Саянскхимпласт» вынуждено закупать и привозить со стороны 35000 – 40000 тонн хлора в год.

Основными поставщиками хлора являются: хлорное производство ОАО «Целлюлозно-картонный комбинат» г. Братск и Кемеровское ПО «Химпром». В 2002 году они обеспечили поставку 27825 тонн хлора.

Эти предприятия в настоящее время находятся в плохом техническом состоянии. Количество работающих электролизёров постоянно сокращается, основное оборудование не обновляется. Возможна ситуация, что из-за технического состояния данные предприятия снизят мощность по хлору или будут совсем остановлены. Если это произойдет, ОАО «Саянскхимпласт» вынуждено будет снизить мощность по ПВХ.

Для обеспечения выработки ПВХ в объёме 230000 – 240000 тонн в год поставки из Братска и Кемерово при сохранении существующего положения обеспечат ОАО «Саянскхимпласт» в привозном хлоре на уровне 55%. Остальной хлор придется закупать в районах Урала и Европейской части РФ.

Доставка хлора с данных регионов становится проблематичной, так как «Правила безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора» ПБ 09-322-99 (пункт 8.2) запрещают транспортирование жидкого хлора по железной дороге



на расстояние свыше трех тысяч километров. Одновременно за счет высоких железнодорожных тарифов приобретение хлора в этих регионах экономически невыгодно для ОАО «Саянскимпласт».

Для надежного обеспечения производства ПВХ собственным хлором и решения экологических проблем специалистами ОАО «Саянскимпласт» был тщательно изучен вопрос выбора варианта конверсии ртутного производства на современную технологию [2].

В последнее десятилетие в мире активно развивается мембранная технология производства хлора и соды каустической, почти все новые и реконструируемые производства хлора строятся в мире по мембранной технологии. По данным ассоциации «Еврохлор» доля мембранных производств в 1990 году составляла 14%, в 2000 году – 35%, в 2002 году – 42%. Такое положение обуславливается высокими технико-экономическими показателями мембранного производства, его экологической и промышленной безопасностью, по сравнению с другими методами. Ассоциацией «Еврохлор» принято решение о переводе к 2010 году всех ртутных производств на мембранную технологию.

Перевод ртутных производств на мембранную технологию в мире осуществляется в основном на действующих площадях с максимальным использованием имеющихся стадий и основного оборудования. Как показал опыт Японии (первая страна в мире, где все ртутные производства были переведены на мембранную технологию), конверсия на действующих площадях уменьшает ореол загрязнения ртутью, предприятия эффективнее проводят работы по демеркуризации объектов.

Такое положение обуславливается высокими технико-экономическими показателями мембранного метода производства хлора и соды каустической по сравнению с другими методами.

Учитывая мировой опыт и сложившуюся ситуацию по обеспечению хлором производства ПВХ, было предложено провести конверсию ртутного производства хлора и соды каустической на мембранную технологию на действующих площадях, с максимальным использованием имеющихся стадий и основного оборудования.

С целью выбора наиболее прогрессивного, экологичного и экономически выгодного метода получения хлора и каустической соды приведены краткие характеристики трех технологических вариантов: мембранный, диафрагменный и ртутный. Даны прогнозные оценки воздействий на окружающую среду (выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, водопотребление и водоотведение, отходы производства).

При получении хлора и каустической соды ртутным методом в настоящее время в атмосферу в процессе производства выделяется ртуть металлическая в количестве 0,22 т/год, водород хлористый 8,21 т/год, хлор 3,66 т/год, сода кальцинированная 0,309 т/год.

При применении мембранного способа получения хлора и каустической соды постоянные выбросы загрязняющих веществ будут осуществляться только от

установки синтеза соляной кислоты. Выбросы будут представлены хлором 0.003 т/год и хлористым водородом 0.001 т/год. От установки абсорбции абгазного хлора предполагаются только аварийные выбросы хлора на санитарные колонны. С учетом таких выбросов около 3 часов в год в атмосферный воздух будет поступать 0.00002 т/год хлора при эффективности очистки 99,99%.

При диафрагменном методе постоянно действующими источниками выбросов загрязняющих веществ являются: установка электролиза, вентсистемы корпуса электролиза и цеха очистки рассола. От установки электролиза выбросы осуществляются через санитарные колонны. Загрязняющим веществом является хлор. Выброс хлора в атмосферу составит 0,058 т/год.

Из приведенных параметров выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух очевидно, что при реализации планируемой конверсии производства хлора и каустической соды ртутным методом на мембранную технологию будут исключены выбросы в атмосферный воздух ртути металлической и соды кальцинированной (в связи с применением при очистке рассола уже готового раствора). Выбросы хлора будут сокращены на 3.663 т/год, выбросы хлористого водорода – на 8.217 т/год. При применении диафрагменного метода также будут исключены выбросы ртути металлической и кальцинированной соды, кроме того, не будет выбросов хлористого водорода, так как в этом методе не предусматривается установка по производству соляной кислоты. Выбросы в этом случае будут представлены только хлором, и сокращение выбросов в сравнении с ртутным методом произойдет на 3.605 т/год. Выбросы хлора при мембранном методе меньше, чем при диафрагменном.

На предприятии при использовании метода ртутного электролиза образуется 1874.35 м³/сут. производственных сточных вод, из которых ртутьсодержащих сточных вод, направляемых на локальную очистку, – 229.91 м³/сут. После очистки ртутьсодержащие сточные воды возвращаются в производство на собственные нужды и в сеть производственной канализации не попадают. Но ливневый сток с территории промплощадки, загрязненный ртутью, поступает в ливнеотводитель и далее в р. Ока.

При внедрении мембранного метода получения хлора и каустической соды водопотребление (свежая вода) составит 183 м³/сут. водоотведение (на очистные сооружения) составит 27 м³/сут., данные стоки будут загрязнены H₂SO₄ и NaOH. Основной объем стоков – 79568 м³/сут. будет направляться в оборотную систему водоснабжения, треть стоков (237 м³/сут.) вместе с анолитом будет направляться в скважины рассолопромысла.

Объемы водопотребления при производстве хлора и каустической соды диафрагменным методом ориентировочно составляют 1560 м³/сут. Сточные воды будут состоять из постоянных стоков в объеме 288 м³/сут., загрязненных NaCl и NaOH, разовых стоков по 10 м³ раствора 0.5 г/л уротропина 4 раза в год (всего в канализацию будут сбрасываться 20 кг в год уротро-



пина), периодических стоков от промывки оборудования до 5 м³/сут. (4 раза в год), загрязненных NaCl, периодических стоков от смыва полов и ливневых стоков с открытых площадок, загрязненных NaCl с pH 8-10.

Наиболее приемлемым в плане рационального водопотребления и водоотведения является мембранный метод.

Общий объем образующихся от ртутного производства отходов составляет 20686.6 т/год. Из них ртутьсодержащих отходов, которые направляются на термическую регенерацию (с учетом объемов ртутьсодержащих ламп всего предприятия), - 145,5 тонн/год. В результате проведения термической регенерации ртутьсодержащих отходов образуются огарки печей регенерации, годовой объем которых составляет 144 т/год. Содержание ртути в огарке 0.4-0.6 масс. Огарок направляется на складирование.

При использовании мембранного метода получения хлора и каустической соды отходы основного производства будут представлены шламом рассолоочистки в объеме 20844 т/год, отработанным вспученным перлитовым песком в объеме 22 т/год, тканью полипропиленовой в объеме 250 м³/год, мембранами электролизеров в объеме 2м³ 1 раз в 4 года.

Общий объем образующихся отходов составляет 20866 т/год. Для складирования отходов будет использоваться карта № 1 рассолопромысла и полигон твердых бытовых отходов. Высокоопасных отходов образовываться не будет.

При внедрении диафрагменного метода будут образовываться шламы от очистки сырого рассола в объеме 8450 т/год, шламы от очистки обратного рассола 6760 т/год и асбестовый шлам в объеме 42.25 т/год. Общий объем производственных отходов составляет 15252.25 т/год. Асбестовые шламы являются отходами рассолоочистки в объеме 16912 т/год, песок кварцевый и мраморная крошка в объеме 22 т/год, ртутьсодержащие шламы очистки обратного рассола в объеме 62.1 т/год, отработанные ртутьсодержащие сорбенты в объеме 47,4 т/год, отработанные масла (нефтепродукты) в объеме 8 т/год, отработанная серная кислота в объеме 3482 т/год, ртутьсодержащие прокладки мембран электролизеров и отработанное анодное покрытие в объеме 15 т/год, отходы гумированного материала в объеме 16 т/год [1,3].

В технологическом плане также выигрывает мембранный метод, так как для получения товарной каустической соды здесь необходима выпарка электролитической щелочи по двухступенчатой схеме. При диафрагменном методе электролитическая щелочь содержит еще часть неразложившегося хлорида натрия, и в этом случае требуется ее выпарка в многоступенчатых выпарных установках с четырехкратным применением пара (табл. 1). Эксплуатация производства становится дороже, так как потребляется больше электроэнергии и пара, который также нужно производить. Кроме того, мембранный электролитический хлор будет подаваться на производство винилхлорида напрямую, минуя стадию сжижения, что исключает проблему утилизации абгазов от сжижения хлора и, как следствие, позволит исключить выбросы абгазов в

атмосферу от установки получения дихлорэтана.

Таблица 1
Расходные нормы основных видов сырья, энергоресурсов (на 1 т 100 % NaOH)

Показатель	Ед. измерения	Метод производства		
		Диафрагм.	Мембран.	Ртутный
Соль поваренная в пересчете на 100 % по NaCl	кг	1600	1470	1600
Серная кислота 100 % H ₂ SO ₄	кг	25 – 30	1 – 5	25 – 30
Электроэнергия постоянного тока	Вт/ч	2640	2200	3500
Пар	т	3,0	0,6	2,5

Немаловажную роль здесь играет и экономический аспект проблемы. Наиболее выгодным в финансовом отношении также является внедрение мембранного метода.

Мембранные электролизеры будут закупаться по импорту. Размещение оборудования планируется в существующем зале ртутного электролиза, строительные конструкции и оборудование которого предполагается подвергнуть демеркуризации. Неиспользованная ртуть из электролизеров будет сливаться в герметичную спецтару, складироваться на специально для этого оборудованной площадке с целью ее дальнейшей реализации.

Численность обслуживающего персонала действующего ртутного производства хлора и каустической соды составляет 592 человека. После выполнения мероприятий по конверсии производства численность персонала для его обслуживания сократится и составит 381 человек, в том числе:

- ИТР-101 чел;
- основные рабочие – 102 чел;
- вспомогательные рабочие – 178 чел.

В целом по предприятию численность сохранится за счет увеличения рабочих мест на новых производствах, связанных с переработкой ПВХ.

В плане надежности и долговечности также выигрывает мембранный способ получения хлора и каустической соды, так как срок службы электролизеров у данного метода неограничен (табл. 2).

Таблица 2
Срок службы основных элементов электролизеров

Наименование элемента	Срок службы, лет		
	Диафрагменный	Мембранный	Ртутный
Анод	4	8	1
Катод	5	8	4
Мембрана (диафрагма)	1	4	-
Ячейки, электролизер	10	Не ограничен	10



При работе ртутного производства хлора и соды каустической ОАО «Саянскимпласт» вынуждено ежегодно все дороже платить за сверхнормативные выбросы ртути (табл. 3).

Таблица 3

Технико – экономические показатели

Наименование платы	До реализации мембранной технологии	После реализации мембранной технологии
Плата за выбросы в атмосферу ртути, тыс. руб.	2,754	-
Плата за сбросы ртути в водные объекты, тыс. руб.	60881,28	-
Плата за размещение отходов, тыс. руб.	152,190	-
Капитальные затраты на оборудование, тыс. руб.	2122390	
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	1057155	
Эколого – экономический эффект, тыс.руб.	85255,5	
Предотвращённый экологический ущерб, тыс. руб.	512,6	

Капитальные затраты на переход с ртутного метода производства хлора и каустической соды на мембранную технологию составляют 2122390 тыс. руб., но после реализации проекта полностью исключается плата за загрязнение окружающей среды ртутью в размере 85255,5 тыс. руб. Предотвращённый экологи-

ческий ущерб составит 512,6 тыс. руб.

Можно сделать вывод о том, что в дальнейшем неприемлем метод ртутного электролиза, а из оставшихся двух приоритеты нужно отдать мембранному методу, так как производственные отходы при реализации этого метода по своему объёму меньше, чем при диафрагменном, и менее опасны.

Таким образом, из вышеизложенного видно, что реализация проекта конверсии ртутного метода производства хлора и каустической соды на мембранную технологию эффективна с эколого-экономической точки зрения. Переход на мембранную технологию полностью покрывает потребности предприятия в хлоре; снизит водопотребление и энергопотребление производства; улучшит экологическую обстановку на территории предприятия и в его ближайшем окружении посредством полного исключения поступления ртути в окружающую среду; ликвидации существующего загрязнения ртутью посредством демеркуризационных мероприятий; исключения выбросов ртути в атмосферный воздух.

Библиографический список

1. Юрасова Т.М. Краткий обзор ТЭО ОАО «ВостСибХим-Проект». 2003.
2. Ефимова Н.В. Опасность ртутного загрязнения и принципы здорового безопасного питания на территориях с повышенной ртутной нагрузкой (Приангарье) /Н.И. Маторова [и др.]. Иркутск-Ангарск, 2004.
3. ОВОС, выполненная Ин. Геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, 1999.
4. Финансовая модель ОАО «Саянскимпласт», 2003.
5. Эффективность инвестиций. Сводный сметный расчет / ОАО «Востсибхимпроект». Иркутск, 2003. Т.7.

УДК 574

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

С.С.Тимофеев¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведена методика оценки финансовых потерь при несоблюдении требований охраны труда.

Ил. 2. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: ущербы от нарушений условий охраны труда; экологические и профессиональные риски.

**MODERN APPROACHES TO THE ESTIMATION OF ECONOMICAL LOSSES FROM ACCIDENTS AT PRODUCTION
S.S. Timofeev**

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author presents the procedure to estimate financial losses under the labor protection demands failure.
2 figures. 3 sources.

Key words: losses caused by the violation of labor protection conditions; ecological and professional risks.

Одной из задач современного производства является оптимизация затрат и получение максимальной прибыли путем сокращения издержек. В условиях эко-

номического кризиса все чаще стали иметь место факты снижения финансирования мероприятий по охране труда, в том числе на обучение по охране тру-

¹Тимофеев Семен Сергеевич, старший преподаватель кафедры промэкологии и безопасности жизнедеятельности, тел.: (3952)405671.

Timofeev Semen Sergeevich, a senior lecturer of the Chair of Industrial Ecology and Safety of Life Activity, tel.: (3952)405671.



да, проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, а также сокращения численности служб охраны труда. Однако такая экономия крайне опасна, она может привести к более значительным потерям из-за увеличения числа несчастных случаев. Потери от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний могут быть соизмеримы с годовым доходом предприятия и никакое обязательное социальное страхование не покрывает всех затрат, связанных с такими случаями. Руководители таких предприятий еще недостаточно овладели современными представлениями экономики охраны труда.

Экономика охраны труда – это оптимизация вложения (инвестирования) финансовых и материальных средств в охрану труда работников, в улучшение условий труда с целью получения в конечном итоге прибыли за счет снижения непроизводительных затрат, возникающих в связи с плохим состоянием условий труда, производственным травматизмом, профессиональной заболеваемостью [1].

В настоящей работе проанализированы известные в настоящее время методики оценки экономических потерь от несчастных случаев и просчитаны потери ряда предприятий Иркутской области.

К настоящему времени в экономике охраны труда сложилось несколько вариантов классификаций и описания затрат от несчастных случаев на производстве. Стоимость потерь от несчастных случаев рассматривают с позиции пострадавшего, компании или общества. Еще в 1920 году Х.В. Хайнрих разработал так называемую «теорию айсберга». В соответствии с этой теорией он разделил потери предприятия, связанные с несчастным случаем, на прямые и косвенные (рис. 1).



Рис. 1. «Айсберг» прямых и косвенных затрат

Прямые затраты на несчастные случаи включают расходы, связанные с заработной платой пострадавшего в день несчастного случая, оплатой работы комиссии по расследованию, оплатой медицинской помощи и т.д. Косвенные затраты – все остальные затраты, которые повлек несчастный случай: потери рабочего времени персонала, ущерб от повреждения оборудования, инвентаря, сырья, готовой продукции,

остановки производства, затраты на восстановление, ущерб от падения имиджа компании, расходы на ведение судебных дел и т.д.

Х.В. Хайнрих обратил внимание на тот факт, что далеко не все несчастные случаи на производстве приводят к травмам и инвалидности. Он разработал «теорию пирамиды», которая широко используется в настоящее время. В соответствии с этой теорией на один несчастный случай с потерей трудоспособности приходится некоторое количество несчастных случаев, не повлекших тяжелых последствий, и некоторое количество инцидентов без травмирования работников [2].

Симонс и Гримальди в 1950-х годах несколько изменили классификацию потерь. Они разделили материальные последствия на застрахованные и незастрахованные потери.

В 1960 году Ф. Берд расширил объемы калькуляций, учитываемых при расчетах, включил в них материальные потери и установил, что соотношение между прямыми и косвенными потерями составляет 1:6, если в косвенные потери включить материальные.

В конце 1980-х годов Аалтонен и Саари предложили для оценки стоимости несчастного случая использовать «метод дерева», который не предусматривает деление потерь на прямые и косвенные (рис. 2).

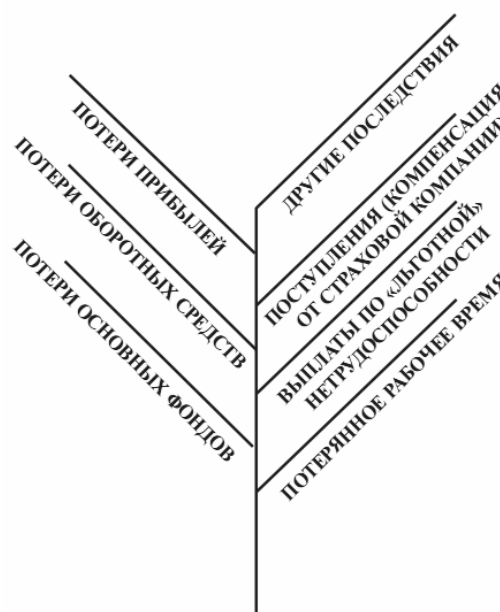


Рис. 2. «Дерево экономических последствий» для компании в результате несчастного случая (Ууси-Раува, Аалтонен, Саари, 1998 г.)

В разных странах существуют различные системы экономического анализа последствий несчастных случаев на производстве и методики определения экономической эффективности мероприятий по улучшению условий труда. Разработчиком этих моделей является Финляндия. В частности, предложена «Модель воздушного шара», в которой основными этапами анализа являются:

- выявление проблем, установление их причин, постановка целей;



- разработка мероприятий для достижения поставленных целей;
- описание последствий предлагаемых мер;
- определение стоимости их реализации и экономического эффекта от их внедрения;
- составление диаграммы, в которой под горизонтальной чертой указываются затраты на планируемые мероприятия, а над горизонтальной чертой – экономический эффект от их внедрения.

Для наглядности каждая цифра помещается в кружок наподобие воздушного шара, отсюда и название модели.

В конечном итоге сравниваются затраты на улучшение условий труда и выгоды, получаемые предприятием, определяется срок окупаемости капиталовложений. Рекомендуемый срок окупаемости 2,8 лет. Мероприятия считаются эффективными, если срок окупаемости одновременных затрат не выше нормативного.

В Финляндии разработана и успешно применяется также расчетная модель ТУТА (название происходит от аббревиатуры финских терминов «производственная среда» и «экономика»). Она является инструмен-

том для оценки потерь в результате несчастных случаев на производстве, невыходов на работу, смены кадров, а также стоимости вложений в производственную среду на предприятии. С помощью этой методики можно на основе ограниченной информации по основным параметрам достаточно легко вычислить затраты и отдачу мероприятий по совершенствованию производственной среды.

Процесс анализа потерь от несчастных случаев включает следующие этапы:

- сбор статистических данных,
- расчет стоимости материальных потерь,
- приведение к существующим ценам,
- расчет потерь компании из-за несчастного случая.

Модель ТУТА адаптирована к российским условиям, и на ее основе создана методика оценки затрат и потерь предприятия при возникновении несчастных случаев с учетом российского законодательства и экономики [3].

Расчет потерь можно выполнить, используя, нижеприведенный калькулятор.

№ п/п	Статьи расходов и потерь	Время, ч	Стоимость, руб./ч	Итого, руб.
1. Первоочередные затраты и потери				
1.1	Заработная плата пострадавшего в день получения производственной травмы <i>Примечание: лист временной нетрудоспособности может быть оформлен со следующего дня после происшествия, а заработная плата пострадавшему начислена за весь день, в который произошёл н.с., в том числе и за те часы, когда он не работал. Введите количество часов с момента н.с. до конца рабочего дня и стоимость часа работы пострадавшего (при 40 часовой рабочей неделе стоимость часа работы= месячная зарплата/160)</i>			
1.2	Затраты на транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение или домой <i>Примечание: если транспортировку осуществляла «скорая помощь», эта статья = 0 (т.к. работодатель не оплачивает услуги «скорой помощи»)</i>			
1.3	Упущенная прибыль предприятия <i>Примечание: прибыль, которую предприятие не получило в результате невыполнения работы пострадавшим с момента н.с. до восстановления рабочего процесса за счет других работников</i>			
1.4	Прочее...			
2. Затраты и потери, связанные с нарушением производственного процесса				
2.1	Заработная плата работников, отвлеченных от работы <i>Примечание: при возникновении н.с. от работы, возможно, были оторваны и другие работники. Заработная плата же за время, когда они не работали, при этом начислялась. Введите количество часов с момента н.с. до возвращения их к работе и стоимость часа работы этих работников (при 40-часовой рабочей неделе стоимость часа работы=месячная зарплата/160)</i>			
2.2	Затраты на восстановление безопасных условий на месте происшествия <i>Примечание: уборка, дезинфекция, приобретение новых огнетушителей, медикаментов в аптечку и пр.</i>			
2.3	Упущенная прибыль предприятия <i>Примечание: прибыль, которую предприятие не получило из-за отвлечения от работы других работников</i>			
2.4	Прочее...			



3. Ущерб, нанесенный предприятию вследствие порчи оборудования, сырья, материалов, готовой продукции, разрушения зданий и сооружений				
3.1	Ущерб вследствие поломки оборудования, инструментов и пр. <i>Примечание: стоимость ремонта либо замены</i>			
3.2	Ущерб вследствие разрушения, порчи используемых материалов, сырья, полуфабрикатов и пр.			
4. Затраты предприятия на реорганизацию производственного процесса				
4.1	Аренда оборудования, инструмента на время отсутствия собственного <i>Примечание: речь идет о времени, когда оборудование предприятия ремонтировалось, не использовалось до окончания проведения расследования и по другим причинам</i>			
4.2	Оплата сверхурочных работ работнику предприятия, выполняющему работу пострадавшего в период его временной нетрудоспособности <i>Примечание: в случае, если выполнение работы пострадавшего было возложено на другого работника того же предприятия</i>			
4.3	Заработная плата нанятого работника <i>Примечание: в случае, если для выполнения работы пострадавшего в период его временной нетрудоспособности был нанят дополнительный работник (со стороны)</i>			
4.4	Расходы на организацию надлежащих условий труда нанятого работника <i>Примечание: обеспечение нанятого работника средствами индивидуальной защиты, проведение инструктажей и т.п.</i>			
4.5	Прочее...			
5. Затраты на проведение расследования несчастного случая				
5.1	Оплата работы членов комиссии - работников предприятия по расследованию несчастного случая на производстве <i>Примечание: если при привлечении в комиссию сторонних лиц предприятие несет расходы, оплачивает им проезд, проживание, питание, суточные и т.п., эти расходы также включаются в статью 5.1.</i>			
5.2	Оплата работы экспертов и проведения экспертиз <i>Примечание: по требованию комиссии по расследованию н.с. предприятие оплачивает выполнение технических расчетов, проведение лабораторных исследований, испытаний, экспертиз и пр.</i>			
5.3	Прочие затраты ...			
6. Затраты на реализацию решений комиссии по расследованию				
6.1	Затраты на проведение внепланового инструктажа работников <i>Примечание: как правило, обязательным решением комиссии по расследованию н.с. является проведение внепланового инструктажа. На время его проведения работники отрываются от их непосредственной работы. Учитывается стоимость трудоузатрат работников, проводящих внеплановый инструктаж, и инструктируемых</i>			
6.2	Стоимость работ по ликвидации причин возникновения несчастного случая <i>Примечание: перепланирование расположения рабочих мест, приобретение и установка защитных устройств и пр.</i>			
6.3	Затраты на судебные издержки и услуги юристов			
6.4	Прочее...			
7. Затраты, связанные с лечением и реабилитацией пострадавшего				
7.1	Оплата медицинских процедур, лечения, медикаментов <i>Примечание: оплачиваются из фондов социального и медицинского страхования; коллективный договор может предусматривать дополнительные выплаты пострадавшему в результате несчастного случая на производстве для оплаты медицинских процедур, лечения, медикаментов и других расходов (помимо получения пострадавшим соответствующего возмещения из средств ФСС РФ)</i>			
7.2	Оплата временной нетрудоспособности (по «листу временной нетрудоспособности») <i>Примечание: оплачивается из фонда социального страхования</i>			
7.3	Затраты на переобучение пострадавшего <i>Примечание: оплачивается при стойкой утрате трудоспособности</i>			



	<i>сти пострадавшим в результате несчастного случая на производстве (в соответствии с трудовыми рекомендациями, изложенными в акте медико-социальной экспертизы)</i>			
7.4	Прочее...			
8. Подлежит вычитанию из суммы затрат и потерь				
	Зарботная плата, не выплаченная пострадавшему <i>Примечание: предприятие «экономит» на зарплате пострадавшего за время его пребывания на больничном</i>			
	Итого:			

Чтобы подсчитать потери, необходимо заполнить вышеприведенную форму калькулятора затрат, которая содержит основные статьи прямых и косвенных затрат. По каждому конкретному случаю перечень дополнительных затрат будет индивидуальным, его вносят в графу прочее. Для оперативности расчетов необходимо записывать факты и ориентировочную сумму затрат сразу после несчастного случая.

Рассмотрим некоторые примеры расчета потерь от конкретных несчастных случаев, произошедших на предприятиях Иркутской области, в том числе в Иркутском государственном техническом университете.

Пример 1

Описание несчастного случая. Женщина, доцент кафедры промэкологии и БЖД ИрГТУ (среднемесячная заработная плата 10000 руб.), получила вывих плечевого сустава вследствие падения на скользком полу в коридоре корпуса Ж. В день несчастного случая не работала 4 часа, на следующий день не вышла на работу. Транспортировка в травмпункт и оттуда

домой производилась на такси в сопровождении другого преподавателя кафедры. Стоимость транспортировки составила 300 руб., в соответствии с показаниями счетчика и тарифа. Занятия за нее по расписанию в день получения травмы и последующие 10 дней проводил другой преподаватель. По результатам расследования несчастного случая: проведен внеплановый инструктаж работников кафедры, на которой работает пострадавшая; 2 профессора (заработная плата 24000 руб.), 10 доцентов (заработная плата 10000 руб.), 4 старших преподавателя (заработная плата 7000 руб.) и 4 лаборанта (заработная плата 7000 руб.) были отвлечены от работы на полчаса. Отремонтировано покрытие пола в коридоре. Стоимость замены – 1250 руб. (с учетом стоимости материалов, заработной платы рабочего и стоимости уборки). Заработная плата инженера по охране труда, проводившего расследование, – 5000 руб./мес. Расследование заняло 2 часа.

№ п/п	Статьи расходов и потерь	Время, ч	Стоимость, руб./ч	Итого, руб.
1. Первоочередные затраты и потери				
1.1	Зарботная плата пострадавшего в день получения производственной травмы	4	65	260
1.2	Затраты на транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение или домой			300
1.3	Упущенная прибыль предприятия			0
2. Затраты и потери, связанные с нарушением производственного процесса				
2.1	Зарботная плата работников, отвлеченных от работы	4	65	260
2.2	Затраты на восстановление безопасных условий на месте происшествия			0
2.3	Упущенная прибыль предприятия			0
3. Ущерб, нанесенный предприятию вследствие порчи оборудования, сырья, материалов, готовой продукции, разрушения зданий и сооружений				
3.1	Ущерб вследствие поломки оборудования, инструментов и пр.			0
3.2	Ущерб вследствие разрушения, порчи используемых материалов, сырья, полуфабрикатов и пр.			0
4. Затраты предприятия на реорганизацию производственного процесса				
4.1	Аренда оборудования, инструмента на время отсутствия собственного			0
4.2	Оплата сверхурочных работ работнику предприятия, выполняющему работу пострадавшего в период его временной нетрудоспособности	24	65	1560
5. Затраты на проведение расследования несчастного случая				
5.1	Оплата работы членов комиссии - работников предприятия по расследованию несчастного случая на производстве	2	32	64
		2	254	308
		2	65	130
6. Затраты на реализацию решений комиссии по расследованию				
6.1	Затраты на проведение внепланового инструктажа работников	0,5 x 2 проф.	254	254
		0,5 x 10 доц.	65	325
		0,5 x 4 ст.пр.	45	90



		0,5 x 4 лаб.	45	90
6.2	Стоимость работ по ликвидации причин возникновения несчастного случая			1250
7. Затраты, связанные с лечением и реабилитацией пострадавшего				
7.1	Оплата медицинских процедур, лечения, медикаментов			1460
7.2	Оплата временной нетрудоспособности (по листу временной нетрудоспособности)			4780
8. Подлежит вычитанию из суммы затрат и потерь				
	Заработная плата, не выплаченная пострадавшему			0
	Итого:			11131

Пример 2

Описание несчастного случая. Бухгалтер С. (заработная плата 16000 руб./мес), придя утром на работу, обнаружила на потолке у окна протечку, в результате которой вода со стены смыла побелку на оконное стекло. С. решила протереть окно. Поставив стул на стол, она встала на него и потянулась вверх. Стул сдвинулся с места, и С. упала на стол, столкнув при этом монитор и принтер на пол. В результате падения С. сломала руку. В травмпункт С. была доставлена машиной скорой помощи. Пострадавшая находилась на «больничном» 15 рабочих дней, после этого при-

ступила к работе, но на работу и с работы в течение месяца (22 рабочих дня) ее возил водитель (стоимость транспортировки 50 руб./день).

На время временной нетрудоспособности С. ее обязанности выполнял другой бухгалтер, получая сверхурочные в размере 144 руб./час.

Монитор был признан не подлежащим ремонту и заменен новым (стоимость 11990 руб.), принтер был отремонтирован в течение 5 рабочих дней, стоимость ремонта составила 4260 руб., на период ремонта сервисный центр предоставил напрокат другой принтер (стоимость проката 100 руб./сутки).

№ п/п	Статьи расходов и потерь	Время, ч	Стоимость, руб./ч.	Итого, руб.
1. Первоочередные затраты и потери				
1.1	Заработная плата пострадавшего в день получения производственной травмы	8	100	800
1.2	Затраты на транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение или домой			0
1.3	Упущенная прибыль предприятия			0
2. Затраты и потери, связанные с нарушением производственного процесса				
2.1	Заработная плата работников, отвлеченных от работы			0
2.2	Затраты на восстановление безопасных условий на месте происшествия			0
3. Ущерб, нанесенный предприятию вследствие порчи оборудования, сырья, материалов, готовой продукции, разрушения зданий и сооружений				
3.1	Ущерб вследствие поломки оборудования, инструментов и пр.			11990 4260
3.2	Ущерб вследствие разрушения, порчи используемых материалов, сырья, полуфабрикатов и пр.			0
4. Затраты предприятия на реорганизацию производственного процесса				
4.1	Аренда оборудования, инструмента на время отсутствия собственного	5	100	500
4.2	Оплата сверхурочных работ работнику предприятия, выполняющему работу пострадавшего в период его временной нетрудоспособности	15	144	2160
4.3	Заработная плата нанятого работника			0
4.4	Расходы на организацию надлежащих условий труда нанятого работника			0
5. Затраты на проведение расследования несчастного случая				
5.1	Оплата работы членов комиссии - работников предприятия по расследованию несчастного случая на производстве	4	45	180
5.2	Оплата работы экспертов и проведения экспертиз			0
6. Затраты на реализацию решений комиссии по расследованию				
6.1	Затраты на проведение внепланового инструктажа работников			0
6.2	Стоимость работ по ликвидации причин возникновения несчастного случая			0
6.3	Затраты на судебные издержки и услуги юристов			0
7. Затраты, связанные с лечением и реабилитацией пострадавшего				
7.1	Оплата медицинских процедур, лечения, медикаментов			0



7.2	Оплата временной нетрудоспособности (по листу временной нетрудоспособности)			0
7.3	Расходы на перевозку пострадавшего с работы и на работу			
8. Подлежит вычитанию из суммы затрат и потерь				
	Заработная плата, не выплаченная пострадавшему	120	100	12000
	Итого:			7890

В заключение следует заметить, что руководители предприятий независимо от форм собственности и отрасли экономической деятельности должны полностью осознавать как экономическое, так и социальное значение охраны труда. Они должны увязывать задачи обеспечения безопасности и здоровья работников с целью совершенствования управления и развития производства, понимать, что здоровье, безопасность и благосостояние работников – неотъемлемые элементы экономической стабильности и организационного развития предприятия. Наконец они должны понимать, что деятельность, направленная на предотвра-

щение травм и профессиональных заболеваний, не только приводит к сокращению затрат и потерь, но и привносит большой вклад в развитие предприятия.

Библиографический список

1. Тимофеев С.С., Тимофеева С.С. Экономическое обоснование мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Иркутск: Изд-во ИрГТУ. 2008. С. 145.
2. Осипов В. Посчитайте свои затраты //Охрана труда и социальное страхование. 2009. №7. С. 47-53.
3. Охрана труда и бизнес. Бюро МОТ. 2007. 258 с.



УДК 622.33.013(571.53) «312/313»

УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: СУЩЕСТВУЮЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ

А.Д.Соколов¹, Л.Н.Такайшвили², А.К.Витюк³

^{1,2}Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130.

³ОАО «ДальвостНИИпроектуголь»,
690990, г. Владивосток, ул. Алеутская, 28.

Представлены состояние балансовых запасов угля в Амурской области, современное состояние добычи, потребления угля и возможности развития угледобычи в соответствии с разными сценариями развития экономики области.

Ил.3. Табл.5. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: угольная промышленность; угледобывающее предприятие; балансовые запасы; месторождение; добыча; потребление; сценарий экономического развития.

COAL INDUSTRY OF AMURSKII REGION: PRESENT CONDITION AND DEVELOPMENT POSSIBILITIES

A.D.Sokolov, L.N.Takaishvili, A.K.Viktyuk

The Institute of Power Systems named after L.A.Melentjev of
Siberian Department of Russian Academy of Sciences
130 Lermontov St., Irkutsk, 664033

Public Corporation "DalvostNIIproektugol",
28 Aleutskaya St., Vladivostok, 690990

The authors present the condition of the balance coal resources of Amurskii region, modern mining condition, coal consumption and coal mining development possibilities in accordance with the different scenarios of development of the region economy.

3 figures.5 tables. 6 sources.

Key words: coal industry; coal mining enterprise; balance resources; deposit; mining; consumption; scenario of economic development.

Запасы угля. Балансовые запасы угля Амурской области на 01.01.2007 г. оценивались в 3,79 млрд.т, что составило 12,7% от запасов Дальневосточного федерального округа [1].

На государственном балансе по состоянию на 01.01.2007 г. на территории Амурской области находилось 8 угольных месторождений, включающих 19 участков. Общие балансовые запасы углей по этим месторождениям составляли: категории А+В+С₁ – 3,63 млрд.т, категории С₂ – 0,17 млрд.т (табл. 1), забалансовые запасы – 1,21 млрд.т. Прогнозные ресурсы по Амурской области по состоянию на 01.01.1998 г. составляли: всего – 65841 млн.т, их них Р₁ – 29056 млн.т, Р₂ – 14003 млн.т, Р₃ – 22782 млн.т [1]. Характерной особенностью угленосности области является приповерхностное залегание всех учитываемых Государственным балансом месторождений угля, что предопределило освоение запасов открытым способом.

Таблица 1

Запасы угольных месторождений Амурской области по видам, млрд. т

Вид угля	Категория запасов		
	А+В+С ₁	С ₂	А+В+С ₁ +С ₂
Всего	3,63	0,17	3,79
в том числе:			
Бурый	3,61	0,06	3,68
Каменный	0,02	0,10	0,12
Разрабатываемые и подготовленные к освоению	3,61	0,08	3,69
Действующие разрезы	0,28	0,02	0,30

Запасы категорий А+В+С₁ (96,9%) представлены, в основном, бурыми углями, а остальные – каменны-

¹Соколов Александр Данилович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией проблем развития ТЭК Сибири и Дальнего Востока, тел.: (3952) 429768, e-mail: sokolov@isem.sei.irk.ru

Sokolov Alexander Danilovich, a doctor of technical sciences, a senior research worker, the head of the laboratory of the development problems of the fuel and energy complex of Siberia and Far East of the Institute of Power Systems named after L.A.Melentjev of Siberian Department of Russian Academy of Sciences, tel.: (3952) 429768, e-mail: sokolov@isem.sei.irk.ru

²Такайшвили Людмила Николаевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел.: (3952) 423534, e-mail: luci@isem.sei.irk.ru

Takaishvili Lyudmila Nikolaevna, a candidate of technical sciences, a senior research worker, tel.: (3952) 423534, e-mail: luci@isem.sei.irk.ru

³Витюк Анатолий Кондратьевич, кандидат технических наук, зам. главного инженера, тел.: (4232) 225058, факс: (4232) 261359, e-mail: office@dvugol.ru

Vityuk Anatolii Kondratjevich, a candidate of technical sciences, a deputy chief engineer, tel.: (4232) 225058, fax: (4232) 261359, e-mail: office@dvugol.ru



ми марок Г и ГЖ. В промышленное освоение вовлечено лишь 7,7% (0,28 млрд. т) разведанных запасов угля категории А+В+С₁.

Из восьми месторождений Амурской области семь – бурого углей: Райчихинское, Архаро-Богучанское, Ерковецкое, Сергеевское, Свободное, Тыгдинское и Сианчик, и одно – Огоджинское – с каменными углями (табл. 2) [1].

Самым крупным по запасам является Свободное месторождение, на нем сосредоточено более 48% запасов бурых углей Амурской области, на Ерковецком – более 29,7% и на Тыгдинском – 12,9%.

Балансовые запасы Райчихинского месторождения почти полностью отработаны, и их общая сумма составляет 31,6 млн.т, перспектив увеличения запасов нет. На Архаро-Богучанском месторождении остаток балансовых запасов составляет 66,7 млн. т. Все ресурсы каменных углей сосредоточены на Огоджинском месторождении.

Таблица 2

Распределение балансовых запасов углей по месторождениям Амурской области, млрд. т

Месторождение	Марка угля	Балансовые запасы по категориям		
		А+В+С ₁	С ₂	Всего А+В+С ₁ +С ₂
Запасы, всего		3,63	0,17	3,79
в том числе месторождения:				
Райчихинское	2Б	0,03	-	0,03
Архаро-Богучанское	2Б	0,07	-	0,07
Ерковецкое	2Б	1,06	0,01	1,08
Огоджинское	Г, ГЖ	0,02	0,10	0,12
Сергеевское	1Б	0,29	-	0,29
Тыгдинское	1Б	0,47	-	0,47
Свободное	1Б	1,69	0,05	1,74

Все имеющиеся в Амурской области месторождения угля по марочному составу представлены тремя группами:

1. Месторождения бурого угля – Свободное, Сергеевское, Тыгдинское – низкой степени углефикации, технологической группы 1Б с низшей теплотой сгорания на рабочее топливо 2000-2200 ккал/кг, влажностью 50-57%, зольностью 18-25%.

2. Месторождения бурого угля – Райчихинское, Архаро-Богучанское, Ерковецкое (участки Южный, Восточный, Западный) технологической группы 2Б, с качественными показателями, превосходящими месторождения 1 группы, с низшей теплотой сгорания на рабочее топливо 3090-3200 ккал/кг, влажностью 33-37%, зольностью 13-18%.

3. Месторождение каменного угля – Огоджинское технологической группы Г, ГЖ, частично СС,Т и низшей теплотой сгорания на рабочее топливо 4200-5400 ккал/кг, влажностью 5-7%, зольностью 27-35%.

Свободное, Сергеевское и Тыгдинское месторождения имеют значительные запасы бурых углей, но

характеризуются очень сложными гидрогеологическими условиями эксплуатации. Сжигание этих углей из-за высокой влажности целесообразно на месте добычи и только на специально изготовленном для электростанции технологическом оборудовании.

Современное состояние угледобывающих предприятий. На 01.01.2008 г. фонд действующих угледобывающих предприятий в области включал 3 разреза – Северо-Восточный, Ерковецкий и Огоджинский, работающих под управлением ООО «Амурский уголь» (до 2004 г. – «Дальвостуголь»). Разрезы Северо-Восточный и Ерковецкий отработывают запасы Ерковецкого и Райчихинского месторождений (рис. 1). Месторождения, обрабатываемые ООО «Амурский уголь», характеризуются очень высоким коэффициентом вскрыши 8-10 м³/т. Для сравнения, в среднем по России средний коэффициент вскрыши на действующих предприятиях составлял в 2007 г. 4,7 м³/т, на разрезах Приморского края – от 4 до 6 м³/т.

В 1990 г. в Амурской области действовало 4 разреза: Северо-Восточный, Широкий, Богучан и Огоджинский. В настоящее время добыча на разрезах Широкий и Богучан не ведется (табл. 3). С 1990 по 2000 г. добыча угля в Амурской области сократилась более чем в 3 раза. Сокращение добычи в Амурской области обусловлено не только российским экономическим кризисом 90-х годов, но и отработкой наиболее продуктивных запасов Райчихинского бурого углей месторождения. После 2000 г. наметилась тенденция к постепенному росту добычи угля (табл. 3), которая с 2000 г. выросла к 2007 г. в 1,6 раза – до 3,3 млн.т [2,3].

Таблица 3

Добыча угля в Амурской области, тыс. т

Угледобывающее предприятие	Год						
	1990	1995	2000	2003	2004	2005	2007
Всего	6676	4654	2144,4	2603,8	3104,4	3590,3	3299,8
В том числе разрезы:							
Северо-Восточный	3157	1585	470,3	980,1	1887,4	1824,2	1501,1
Широкий	2370	1527	675,9	752,9	-	-	-
Богучан	1025	602	307,4	-	-	-	-
Ерковецкий		905	690,8	834,2	1187	1737,5	1777,8
Огоджинский	124	35		36,6	30	28,6	20,9

В общей добыче углей Амурской области доля бурых углей в 2007 г. составила 99% (3,28 млн.т). Добыча угля на разрезах в 2007 г. составила: Северо-Восточный (бурый уголь) – 1,50 млн.т, Ерковецкий (бурый уголь) – 1,78 млн.т, Огоджинский (каменный уголь) – 20,9 тыс.т.

Стоимость основных фондов ООО «Амурский уголь» с 2000 г. сократилась и в 2006 г. составила 398 млн. руб., или 44% от уровня 2000 г. (табл. 4) [2,3]. Себестоимость добычи возросла на 81%, средняя отпускная цена – более чем в 2 раза, среднесписочная численность ППП сократилась до 64% .



Таблица 4

Технико-экономическая характеристика ООО «Амурский уголь»

Год	Стоимость основных фондов млн. руб.	Себестоимость, руб./т	Средняя отпускная цена, руб./т	Средне-списочная численность ППП по добыче	Среднемесячная производительность труда рабочего по добыче, т
2000	902,1	198	196,2	1881	115,4
2001	747,9	216	278,5	1690	161,8
2004	н.д.*	311	286,0	1608	188,5
2005	369,7	314	323,2	1400	269,6
2006	397,7	322	312,6	1427	242,7
2007	н.д.	359	418,1	1200	259,4
Изменение к 2000 г., %	44	181	213	64	225

* н.д. – нет данных

Таблица 5

Производственно-техническая характеристика угледобывающих предприятий Амурской области (состояние на 01.01.2007 г.)

Угледобывающее предприятие	Производственная мощность, млн. т/год	Объем добычи в 2007 г., млн. т	Использование производственной мощности, %	Промышленные запасы, млн. т	Обеспеченность запасами, лет	Среднемесячная зарплата по добыче угля, тыс. руб.	Производительность рабочего по добыче, т/чел.мес.
р. Северо-Восточный	1,7	1,5	88	62,6	42	12,7	215,3
р. Ерковецкий	3,0	1,8	60	155,5	86	12,8	309,3
р. Огоджинский	0,05	0,02	40	7,53	377	12,6	
Средний по отрасли на разрезах						17,0	269,6



Рис. 1. Угледобывающие предприятия Амурской области: действующие и перспективные



Одним из важных показателей, характеризующих эффективность работы предприятия, является производительность труда. Производительность труда рабочего по добыче на ООО «Амурский уголь» к 2007 г. возросла по сравнению с 2000 г. более чем в два раза, что было обеспечено за счет роста добычи при сокращении численности трудящихся. Производительность труда в ООО «Амурский уголь» приблизилась к среднему значению этого показателя на разрезах России и значительно превысила среднероссийскую в целом по отрасли. Однако прогрессивный уровень 310-870 т/мес., достигнутый на разрезах Красноярского края, Республики Саха (Якутия), Кемеровской области, еще не достигнут.

Общая производственная мощность действующих угледобывающих предприятий составляет 4,75 млн.т, но используется она не полностью (табл. 5). Необходимо отметить достаточно низкий уровень средней заработной платы трудящихся в ООО «Амурский уголь». Недостаточная мотивация к производительному труду может в ближайшем будущем стать серьезной проблемой в условиях дефицита квалифицированных рабочих кадров, а также препятствием на пути роста производственной мощности угледобывающего предприятия.

Переработка угля. Переработку угля с разрезов ООО «Амурский уголь» производит центральная угольная сортировка, основными потребителями продукции которой являются ОАО «Амурэнерго» и жилищно-коммунальное хозяйство области. Перерабатывается чуть выше 20% от объемов добычи по области. Выпуск углей крупных и средних классов составляет примерно 50% от объема углей, поступивших на сортировку [2,3]. Каменные огоджинские угли поступают потребителям в рядовом виде.

Потребление угля. Амурские угли потребляются, в основном, в пределах области и в небольших количествах поставляются в соседние регионы: Хабаровский, Приморский края и Еврейскую автономную область. В период с 2000 по 2007 г. поставки амурских углей из области сократились с 837,7 до 312,5 тыс.т [4]. Развитие угледобычи в области позволило снизить объемы потребления привозных углей с 1942 тыс.т в 2000 г. до 733 тыс. т в 2007 г. Потребность в угле обеспечивается собственными ресурсами на 75-78%. Около 22-25% от необходимого объема потребления угля завозится из Восточной Сибири, Забайкалья и Республики Саха (Якутия).

Угли, добываемые в Амурской области, на внутреннем рынке конкурируют в основном с восточносибирскими и якутскими углями.

Потенциальные возможности добычи. Среди действующих угледобывающих предприятий в Амурской области к числу приоритетных следует отнести разрезы Северо-Восточный и Ерковецкий. Кроме того, возможно строительство новых разрезов – Свободный, Тыгдинский, Сергеевский на запасах одноименных месторождений и разреза Восточный на запасах Ерковецкого месторождения.

Разрез Северо-Восточный будет продолжать отрабатывать запасы угля двумя горными участками.

Общий фронт горных работ составит 4,7 км. Средняя мощность вскрышных пород 36,5 м. Планируемый коэффициент вскрыши 8,27 м³/т.

Разрез Ерковецкий продолжит отработку запасов угля на Ерковецком месторождении тремя горными участками. Средняя мощность вскрышных пород составит 28,9 м. Протяженность фронта горных работ 8,4 км. Планируемый коэффициент вскрыши 7,10 м³/т. На разрезе планируется ввод производственных мощностей в объеме 1000 тыс.т угля за счет строительства новых участков в 2010-2018 годы.

Увеличение добычи угля по Огоджинскому месторождению не планируется по причине отсутствия потребителей.

На разрезе Свободный возможна добыча угля в объеме 15 млн.т в год на одноименном месторождении. Запасы угля марки 1Б оцениваются в 1691,2 млн.т.

На разрезе Тыгдинский возможна добыча угля в объеме 10 млн.т в год на одноименном месторождении. Запасы угля марки 1Б оцениваются в объеме 466,3 млн.т.

На разрезе Сергеевский возможна добыча угля в объеме 4,5 млн.т в год на одноименном месторождении. Запасы угля марки 1Б оцениваются в 289,9 млн.т.

На разрезе Восточный возможна добыча угля в объеме 4 млн.т в год на одноименном участке Ерковецкого месторождения. Запасы угля марки 2Б составляют 546,5 млн.т.

Анализ существующего состояния. Анализ существующего состояния угольной промышленности Амурской области выявил ряд проблем:

- отсутствие потребности в наращивании сырьевой базы в связи с имеющимися значительными невосстановленными резервами;
- низкое качество углей, препятствующее их использованию при существующем технологическом оборудовании;
- низкий уровень оплаты труда.

Возможности развития угледобычи в Амурской области связаны с решением следующих основных задач:

- повышение квалификации и мотивации персонала с целью снижения аварийности работ, достижения нормативных уровней часовой производительности горных машин, повышения уровня производительности труда;
- обеспечение достойного уровня оплаты труда;
- повышение уровня организации производства;
- разработка финансовых схем для финансирования мероприятий инвестиционного характера: капитальное строительство, модернизация и реновация оборудования.

Сценарии экономического развития области. В Сибирском энергетическом институте СО РАН проводились исследования по разработке стратегии развития ТЭК Амурской области до 2030 г. [5].

Перспективное развитие области в целом будет зависеть от многих внешних и внутренних факторов. Предугадать то их сочетание, по которому пойдет ре-



альное развитие региона, практически сложно и можно ориентироваться лишь на определенные сценарии, в диапазоне которых будут находиться основные макропоказатели социально-экономического развития [5,6].

Рассмотрены три сценария экономического развития области:

- оптимистический, максимально обеспечивающий реализацию потенциальных возможностей развития области с учетом транзитного потока нефти и газа по территории области, ввода новых крупных электрических станций, строительства мостового перехода через р. Амур и др.;

- базовый, при котором будет реализовано большинство инвестиционных проектов, включая мостовой переход через р. Амур;

- инерционный, при котором сохранятся сложившиеся положительные и отрицательные тенденции развития, будут реализованы наиболее инвестиционно привлекательные проекты без строительства мостового перехода через р. Амур.

Потребность в угле. Развитие угледобычи в Амурской области обусловлено изменением потребности в угле, в основном, на внутриобластном рынке, связанным с реализацией крупных энергоемких проектов и возможностью газификации потребителей.

Потребность в угле в Амурской области, в соответствии с рассчитанными уровнями энергопотребления, возрастет: для оптимистического сценария в 3,1 раза – с 2,1 млн. т у.т. в 2007 г. до 6,5 млн. т у.т. в 2030 г.; для базового сценария развития ТЭК потребность в угле возрастет в 2,1 раза – до 4,3 млн. т у.т., а для инерционного – на 10% – до 2,2 млн. т у.т. (рис. 2).

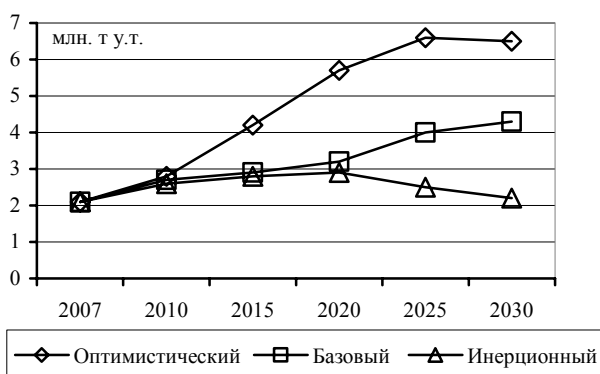


Рис. 2. Динамика потребления угля

Рост потребности в угле обусловлен, в основном, ростом потребности в угле на электростанциях – Благовещенской ТЭЦ, Райчихинской ГРЭС – и строительством Свободнинской ГРЭС. На уровне 2030 г. потребность в угле на электростанциях возрастет: в оптимистическом сценарии – в 8,6 раза и составит 5,6 млн. т у.т.; в базовом сценарии – в 5,5 раза, до 3,5 млн. т у.т., а в инерционном – на 70%, до 1,1 млн. т у.т. Потребность в угле на котельных и у прочих потребителей сократится во всех сценариях развития

ТЭК из-за газификации потребителей.

Прогноз добычи угля. В соответствии со сценариями роста потребности в угле на внутреннем рынке выполнен прогноз развития угледобычи в Амурской области до 2030 г. (рис. 3).

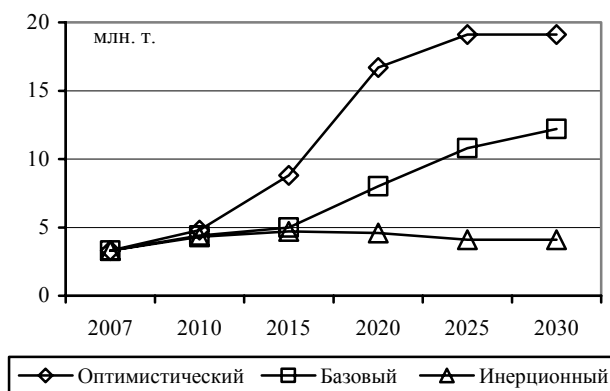


Рис. 3. Динамика добычи угля

Добыча угля в Амурской области за период с 2007 по 2030 г. должна возрасти: в оптимистическом сценарии – в 5,6 раза, с 3,3 млн. т до 19,1 млн. т; в базовом сценарии – в 3,6 раза, до 12,2 млн. т, в инерционном сценарии – на 20%, до 4,1 млн. т.

Суммарный прирост добычи на действующих угледобывающих предприятиях с 2003 г. по 2030 г. по всем сценариям составляет 0,5 млн. т. Добыча угля на действующем Ерковецком разрезе возрастет более чем в 2 раза и к 2020 г. составит 4 млн. т. Суммарный же прирост добычи незначителен из-за выбытия мощностей действующего разреза Северо-Восточный.

Из новых угледобывающих предприятий в рассматриваемой перспективе 2007-2030 гг. уголь будет добываться только на разрезе Свободный: в оптимистическом сценарии – до 15 млн. т в 2025-2030 гг., в базовом сценарии – до 8,1 млн. т в 2030 г. В инерционном сценарии строительство новых угледобывающих предприятий не планируется.

Наиболее вероятным является базовый сценарий развития угольной промышленности Амурской области.

Библиографический список

1. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2007 года. Вып. 91. Уголь. Т. I. Сводные данные. М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Федеральное агентство по недропользованию, Российский Федеральный геологический фонд. 2007. 292 с.
2. Угольная промышленность Российской Федерации. Т.1 / Стат. сборники за 2001-2006 гг. М.: Росинформуголь, 2007.
3. Угольная отрасль топливно-энергетического комплекса России. Ч. 1. Структура, горнотехнические, технологические и технико-экономические показатели. М.: Росинформуголь, 2008. 145 с.
4. Формы федерального государственного статистического наблюдения: 4-топливо. Сведения об остатках, поступлении и расходе топлива, сборе и использовании отработанных нефтепродуктов за 2000–2007 гг. М.: Государственный комитет Российской Федерации по статистике.
5. Стратегия развития топливно-энергетического комплек-



са Амурской области до 2010 года и на перспективу до 2030 года. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2008. 615 с.
6. Обосновывающие материалы к «Разработке стратегии

развития ТЭК Восточной Сибири и Дальнего Востока на период до 2030 г. в увязке с энергетической стратегией России». Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2007. 318 с.

УДК 622.831

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРНОГО МАССИВА МАЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.Л.Сосновская¹, В.А.Филонюк², А.А.Жуков³, С.Л.Рубцов⁴

^{1,2,3}Иркутский государственный технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

⁴ОАО «Бурятзолото»,

670034, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Цивилёва, 9.

Приведены результаты исследований геомеханических условий горного массива Майского золоторудного месторождения: физико-механические свойства пород, первоначальные напряжения и закономерности формирования тектонических структур. Данные геомеханических условий планируется использовать в обосновании параметров подземной геотехнологии строящегося рудника.

Табл.6. Библиогр.6 назв.

Ключевые слова: параметры подземной геотехнологии; устойчивость массива горных пород.

GEOMECHANICAL CONDITIONS OF THE MOUNTAIN RANGE OF MAISKII GOLD ORE DEPOSIT

E.L.Sosnovskaya, V.A.Filonyuk, A.A.Zhukov, S.L.Rubtsov

Irkutsk State Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

Public Corporation "Buryatzoloto",

9 Tsivilev St., Ulan-Ude, Buryat Republic, 670034

The authors present the research results of geomechanical conditions of the mountain range of Mayskii gold ore deposit: physical and mechanical properties of rocks, primary stresses and regularities of tectonic structures formation. It is planned to use the data on geomechanical conditions in the justification of parameters of underground geotechnology of the mine being built.

6 tables. 6 sources.

Key words: underground geotechnology parameters; mountain range stability.

Для обоснования параметров безопасной и эффективной подземной геотехнологии рудных месторождений крайне необходимы знания геомеханических условий горных массивов. Поэтому вопросы исследований геомеханических условий являются актуальными и их необходимо решать своевременно, начиная со стадий проектирования и строительства рудников.

Авторами указанные исследования проводились на строящемся Майском руднике. Золоторудное месторождение Майское расположено на восточном фланге Паляваамской синклинали зоны Чукотской мезозойской складчатой области. Рудные тела приурочены к двум системам рудовмещающих трещин

субмеридионального простираения: крутой (>60°) и пологой (<60°). Система пологих тел залегает субсогласно с вмещающими породами и согласно с дайками кварцевых и кварц-полевошпатовых порфириров. Контакты рудных тел, устанавливаемые по данным опробования, преимущественно прямолинейные и четкие, совпадают с тектоническими трещинами. Рудные тела представляют собой линейные минерализованные зоны плитообразной формы, осложненной плавными четковидными раздувами до 18,0 м и пережимами до 0,4 м по падению и простираению. Основными вмещающими породами Майского месторождения являются алевролиты, алевропесчаники, песчаники и кварц-полевошпатовые порфиры. Коэффициент

¹Сосновская Елена Леонидовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общеинженерных дисциплин, тел.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu

Sosnovskaya Elena Leonidovna, a candidate of geological and mineralogical sciences, an associate professor of the Chair of General Engineering Disciplines, tel.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu

²Филонюк Виталий Андреевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, тел.: (3952) 405114, e-mail: 1.gor@istu.edu

Filonyuk Vitalii Andreevich, a doctor of geological and mineralogical sciences, a professor of the Chair of Surveying, Search and Prospecting for Mineral Resources, tel.: (3952) 405114, e-mail: 1.gor@istu.edu

³Жуков Андрей Анатольевич, старший преподаватель кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, тел.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu

Zhukov Andrey Anatoljevich, a senior lecturer of the Chair of Exploitation of Natural Resources Deposits, tel.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu

⁴Рубцов Сергей Львович, инженер-программист, тел. (3952)421891, e-mail: 1.gor@istu.edu

Rubtsov Sergey Lvovich, an engineer-programmer, tel.: (3952)421891, e-mail: 1.gor@istu.edu



крепости руд по классификации проф. Протодьяконова составляет 6-7, вмещающих пород – 7-10.

Месторождение находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Мощность криогенной толщи изменяется от 190 до 320 м, достигая наибольших значений под водоразделами. Температура горных пород изменяется от минус 14,0°С на глубине 2 м от дневной поверхности (что обусловлено низкими значениями среднегодовой температуры воздуха) до минус 5,8°С на нижних горизонтах.

В процессе исследований определены физико-механические свойства пород и руд, выявлены закономерности формирования тектонических структур и натурными измерениями определены первоначальные напряжения горного массива.

Для испытания физико-механических свойств были отобраны керны малого диаметра, среднего диаметра, большого диаметра и монолиты. По каждой пробе проводились испытания на сжатие, растяжение,

срез (сдвиг), определение средней плотности, истинной плотности, влажности, пористости и модуля упругости. Испытания свойств пород проводились по известным методикам [1,2].

Результаты испытаний физико-механических свойств пород приведены в табл. 1.

Измерение первоначальных напряжений производилось по методике щелевой разгрузки [3,4] на штольне № 2 и штреке № 5 горизонта 300 м на глубине 120 м. Измерения проводились в июле 2008 года. Всего измерены напряжения в 21 щели.

Анализ результатов измерений позволяет отметить, что фактические значения напряжений примерно равны теоретическим согласно гипотезе гидростатического напряжения в горном массиве А. Гейма. Вертикальные напряжения примерно равны теоретическим. Напряжения, действующие по простиранию рудных тел, составляют 0,9 σ_B , а поперечные напряжения – 1,0 σ_B .

Таблица 1

Перечень результатов физико-механических свойств горных пород

Номер пробы	Ориентировочное название породы (руды)	Прочность на сжатие		Прочность на растяжение		Модуль упругости		ρ	ρ_s	ρ_d	W	n	e
		Значение, МПа	Коэффициент вариации, %	Значение, МПа	Коэффициент вариации, %	Значение, МПа	Коэффициент вариации, %						
1	Среднезернистый (порфиновый гранит)	134,24	20,2	23,26	33,7	10518,7	27,0	2,62	2,71	2,61	0,13	3,57	0,037
2	Крупно-порфиновый гранит	94,17	5,8	11,63	42,6	9778,5	24,4	2,56	2,66	2,54	0,55	4,44	0,046
3	Сульфидизированный среднезернистый гранит-порфир	61,13	19,9	12,55	17,4	9837,1	18,5	2,65	2,74	2,64	0,53	3,70	0,038
4	Тонкозернистый кварцполевошпатовый порфирит	70,04	11,0	13,88	26,3	9921,7	19,0	2,51	2,67	2,49	0,87	6,64	0,071
5	Тонкозернистая кварцтоподобная порода окварцованный песчаник	97,69	12,4	19,03	51,3	10249,5	32,4	2,81	2,86	2,81	0,12	1,86	0,019
6	Гидротермально измененный тонкозернистый песчаник (сульфидизированный)	159,80	10,6	25,42	26,8	10656,1	18,7	2,70	2,83	2,70	0,00	4,49	0,047
7	Мелкозернистый песчаник (сульфидизированный)	87,36	9,3	16,63	54,3	10096,7	31,8	2,70	2,77	2,70	0,34	2,68	0,028
8	Мелкозернистые песчаники с прослоями алевролитов (породы гидротермально изменены и сульфидизированы)	137,16	26,8	29,68	28,2	10927,3	27,5	2,68	2,74	2,68	0,00	2,25	0,023
9	Тонкозернистый углистый сланец (филлитовый сланец)	27,90	32,6	4,91	10,6	9350,9	21,6	2,52	2,63	2,48	1,82	5,8	0,060
10	Окварцованный и сульфидизированный тонкозернистый филлитовый сланец	112,54	36,8	8,28	59,1	9565,3	43,0	2,78	2,81	2,78	0,00	0,89	0,009
11	Гидротермально измененный алевро-песчаник тонкозернистый	140,51	21,8	29,79	6,9	10934,2	14,4	2,72	2,79	2,72	0,14	2,64	0,027



12	Сульфидизированный и слабоокварцованный тонкозернистый филлитовый сланец	139,80	9,5	30,26	27,4	10964,1	18,6	2,72	2,78	2,72	0,13	2,20	0,022
13	Золото-сульфидная руда из рудного тела	101,03	32,2	13,05	13,2	9868,9	27,7	2,78	2,83	2,78	0,30	1,94	0,020
14	Золото-сульфидная руда с кварцем и карбонатом	66,40	14,1	7,49	45,7	9515,1	29,6	2,88	2,88	2,85	1,08	0,80	0,008
15	Рудная брекчия	65,80	24,3	11,04	39,3	9741,0	31,8	2,54	2,63	2,53	0,32	3,70	0,038

Примечание: ρ – плотность породы, г/см³; ρ_s – плотность минеральной части (твердой части) породы, г/см³; ρ_d – плотность скелета породы, г/см³; W – весовая влажность, %; n – пористость, %; e – коэффициент пористости.

На основе выявленных закономерностей определены первоначальные напряжения горного массива для расчёта параметров конструктивных элементов систем разработки (табл. 2).

Расчетные первоначальные напряжения горного массива для определения параметров конструктивных элементов систем разработки для глубин 250-600 м приведены в табл. 4.

Таблица 2

Результаты натуральных измерений напряжений массива горных пород

Напряжение	Глубина разработки, м	Теоретическое напряжение по гипотезе А.Гейма	Результаты натуральных измерений			
			Число единичных определений напряжения	Величина напряжения, МПа	Отношение продольного напряжения к вертикальному $\sigma_{пр} / \sigma_v$	Отношение поперечного напряжения к вертикальному σ_n / σ_v
Вертикальное	120	-3,2	55	-4,3±0,3	0,9	1,0
Продольное	120	-3,2	35	-3,7±0,4		
Поперечное	120	-3,2	35	-4,3±0,5		

На основе выявленных закономерностей определены первоначальные напряжения горного массива для расчёта параметров конструктивных элементов систем разработки для глубин 100-200 м (табл. 3).

Таблица 3

Данные первоначальных напряжений горного массива для расчёта параметров конструктивных элементов систем разработки для глубин 100-200 м

Глубина разработки от поверхности, м	Значения напряжений, МПа		
	Вертикальное σ_v	Продольное $\sigma_{пр}$	Поперечное σ_n
100	-2,7	-2,7	-2,7
150	-4,0	-4,0	-4,0
200	-5,4	-5,4	-5,4

Следует отметить, что на глубинах свыше 120 - 200 м горные работы будут производиться ниже подошвы горы. В этом случае напряжения в горном массиве должны изменить пространственное направление и величину вследствие влияния общего горного давления окружающей гору массива. Для оценки величин напряжений на глубинах 200-600 м воспользуемся установленными Иргиредметом закономерностями распределения напряжений [4]. Установлено, что средние величины вертикальных напряжений аппроксимируются формулой

$$\sigma_v = \gamma H, \quad (1)$$

где γ – плотность пород и руд, МН/м³; H – глубина горных работ, м.

Продольные напряжения определяются из выражения

$$\sigma_{пр} = K_1 \cdot \sigma_v.$$

Поперечные напряжения вычисляются из уравнения

$$\sigma_n = K_2 \cdot \sigma_v.$$

Средние значения коэффициентов: $K_1=1,0$; $K_2=1,6$ [4].

Таблица 4

Данные первоначальных напряжений горного массива для расчёта параметров конструктивных элементов систем разработки для глубин 250-600 м

Глубина разработки от поверхности, м	Значения напряжений, МПа		
	Вертикальное σ_v	Продольное $\sigma_{пр}$	Поперечное σ_n
250	-6.8	-6.8	-10.8
300	-8.1	-8.1	-13.0
350	-9.5	-9.5	-15.1
400	-10.8	-10.8	-17.3
450	-12.2	-12.2	-19.4
500	-13.5	-13.5	-21.6
550	-14.9	-14.9	-23.8
600	-16.2	-16.2	-25.9

Закономерности формирования тектонических структур проводились по методике ИргТУ, позволяющей изучать тектонические структуры с позиций синергетики [5,6]. В пределах месторождения установлены 15 иерархических уровней тектонических структур (табл.5).

Анализ структурных параметров горного массива позволяет отметить следующее. Основные значения масштабных коэффициентов между обобщёнными размерами ячеек смежных уровней общей структурной матрицы по тектоническим нарушениям находятся в пределах 1,8 – 2,9. Согласно концепции саморазрушения массивов при коэффициенте масштабного подобия от 1,6 до 2,0 горный массив должен характеризоваться устойчивым состоянием, при котором процессы саморазрушения происходят в течение длительного времени в виде трещинообразования. При величинах коэффициента от 2,0 до 2,5 и более мас-



сив характеризуется неустойчивым состоянием с возможными проявлениями процессов саморазрушения [5,6].

Таблица 5

Параметры структурной организации поля удельной концентрации трещин и разрывов в горном массиве Майского месторождения

Иерархические уровни	Параметры	
	Размер ячейки матрицы, м	Масштабный коэффициент
I	0.6±0,06	2,0
II	1,2±0,16	
III	2.5±0,6	2,1
IV	5.0±0,4	2,0
V	10±2,0	2,0
VI	20±5,3	2,2
VII	45±2,7	2,9
VIII	130±7,5	2,8
IX	360±31,3	1,8
X	700±32,5	2,1
XI	1500±86,0	2,0
XII	3000±140,0	2,3
XIII	7000±513,0	2,4
XIV	12000±641,0	2,0
XV	25000±1923,0	2,0

Согласно установленным фактическим параметрам структур месторождение Майское характеризуется неустойчивым состоянием. Значение масштабного коэффициента между тектоническими структурами находится вблизи или выше критического. На основании этого можно сделать вывод о том, что в горном массиве действуют высокие гравитационно-тектонические напряжения. На верхних горизонтах до глубины 200 м, как показали результаты измерений, пока действуют небольшие напряжения (см. табл. 3). С увеличением глубины разработки до 400-600 м не исключается возможность появления участков с высоким напряженным состоянием (см. табл.4).

Авторами произведена оценка трещиноватости горного массива на основе анализа кернового мате-

риала по методике ВНИМИ (табл.6). Установлено, что среднестатистическое значение интенсивности проявления трещиноватости в горном массиве месторождения, по крайней мере, до глубины 350 м составляет 10,5 трещин на 1 пог. метр, в том числе в 38,4% объема массива интенсивность трещиноватости выше средней. Последний показатель свидетельствует о том, что горный массив месторождения можно классифицировать как среднеустойчивый и что примерно в 38,4% объема проходки подземных горных выработок, если не учитывать влияние многолетней мерзлоты, необходимо предусматривать их обязательное крепление. При этом следует учитывать, что многолетняя мерзлота, которая распространяется до глубин 190-320 м, будет оказывать благоприятное воздействие на устойчивость массива. Однако в переходных зонах от талых пород к мёрзлым и в самих талых породах выявленные закономерности будут влиять в полной мере.

Таблица 6

Распределение удельной трещиноватости в горном массиве по скважине 145 (длина более 300 м)

Классы интенсивности трещиноватости, кол. трещин на 1 пог. метр	Средняя интенсивность по классу, кол. трещин на 1 пог. метр	Распределение по классам, %
1 – 5	2,5	26,7
6 – 10	8	35,0
11 – 15	13	13,6
16 -20	17	11,7
более 20	25	13,1
Средневзвешенное по массиву	10,5	

Основные выводы и результаты выявленных закономерностей геомеханического состояния горного массива планируется использовать для определения параметров подземной геотехнологии до глубины 200 м. При достижении глубины разработки более 200 м необходимо геомеханические условия уточнить.

Библиографический список

1. Свойства горных пород и методы их определения / Е.И.Ильницкая [и др.]. М.: Недра, 1969. 394 с.
2. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Изд-во 2,3, перераб. М. Недра, 1978.
3. Влох Н.П. Управление горным давлением на подземных рудниках. М.: Недра, 1994. 208 с.
4. Технология разработки золоторудных месторождений / В.П.Неганов [и др.]; под ред. В.П.Неганова М. Недра, 1995. 336 с.
5. Сосновская Е.Л. Об универсальном характере фактальных свойств полей локализации рудных жил и элементов естественной деструкции в пределах золоторудных месторождений // Проблемы развития минеральной базы Восточной Сибири: сб. научн. тр. Иркутск: Изд-во ИргТУ. 2003. С.221-229.
6. Филонюк В.А., Сосновский Л.И., Сосновская Е.Л. Механизм возникновения и закономерности пространственного распределения участков с относительно высокой и невысокой степенью естественной напряженности в горном массиве // Вестник ИргТУ. 2006. № 2. С. 93-97.



УДК 629.3.081

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТНОЙ ОКРАСКИ И СУШКИ АВТОМОБИЛЕЙ**Е.В.Бондаренко¹, Р.С.Фаскиев², М.Р.Фазуллин³**Оренбургский государственный университет,
460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13.

Предложена расчетная модель для определения оптимальных эксплуатационных характеристик окрасочно-сушильных камер. Приведены результаты сравнительного расчета ОСК SAIMA. Предложена зависимость для определения коэффициента кратности вентиляторных установок.

Ил. 1. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: снижение расходов на ремонт автомобилей; вентиляторные установки; энергозатраты; ресурсозатраты; качество малярно-кузовных работ.

REDUCTION OF EQUIPMENT POWER INTENSITY FOR REPAIRING COLORING AND DRYING OF AUTOMOBILES**E.V.Bondarenko, R.S.Faskiev, M.R.Fazullin**

Orenburg state university

13 Pobeda Av., Orenburg, 460018

The authors propose a calculated model to determine optimal exploitation characteristics of coloring and drying chambers. They present the results of the comparative calculation of ОСК SAIMA. They offer dependence to determine ventilatory installations multiplicity coefficient.

1 figure. 6 sources.

Key words: reduction of costs on automobile repair; ventilatory installations; power inputs; resource inputs; quality of body painting works.

Одним из путей снижения расходов на эксплуатацию и ремонт автомобилей является использование современного технологического оборудования, обеспечивающего стабильные технологические режимы при минимальных энерго- и ресурсозатратах. Наиболее энерго- и ресурсоемкими являются технологические процессы окраски и сушки отремонтированных кузовов легковых автомобилей. Для реализации этих процессов широкое распространение в условиях автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания автомобилей получили окрасочно-сушильные камеры (ОСК), представляющие собой профессиональные комплексы оборудования, предназначенные для создания требуемых технологических условий при проведении подготовительных и окрасочных работ [1,5]. Основными технологическими режимами ОСК являются кратность воздухообмена, характер и направление воздушных потоков, чистота подаваемого на вентиляцию воздуха, температура воздуха, освещенность рабочей зоны. К наиболее значимым элементам с точки зрения эксплуатационных характеристик ОСК относятся: вентиляторные установки, теплогенератор и фильтры. Они же являются основными энерго- и ресурсопотребителями, формирующими ее начальную стоимость и в значительной

степени расходы в процессе эксплуатации.

Необходимая кратность воздухообмена в окрасочно-сушильной камере обеспечивается вентиляторными установками приточной и вытяжной вентиляции. У известных на сегодняшний день конструкций окрасочно-сушильных камер даже при одинаковых габаритных размерах рабочей зоны суммарная установленная мощность вентиляторных установок может находиться в пределах от 7,5 до 60 кВт. На первый взгляд очевидно, что чем больше мощность тем выше кратность воздухообмена, выше скорости движения воздуха, полнее используется ресурс фильтров. Однако вентиляторный агрегат более высокой мощности имеет большую стоимость, потребляет больше энергии в процессе эксплуатации, а увеличение количества воздуха, проходящего через ОСК, способствует ускоренной выработке ресурса фильтров.

Проблема заключается не только в обосновании суммарной мощности двух вентиляторных установок, но и в определении соотношения их характеристик. Характеристики вентиляторных установок приточной и вытяжной вентиляции должны быть согласованы таким образом, чтобы обеспечивать в рабочей камере требуемые скоростной напор и избыточное давление. У известных на сегодняшний день конструкций ОСК

¹Бондаренко Елена Викторовна, доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, тел.: (3532)223997, e-mail: trf@mail.osu.ru

Bondarenko Elena Victorovna, a doctor of technical sciences, a professor a professor of the Chair of Automobile Exploitation and Repair, tel.: (3532)223997, e-mail: trf@mail.osu.ru

²Фаскиев Риф Сагитович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, тел.: 89033614793, e-mail: rif@house.osu.ru

Faskiev Rif Sagitovich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Automobile Exploitation and Repair, tel.: 89033614793, e-mail: rif@house.osu.ru

³Фазуллин Максим Римович, аспирант, тел.: 89226219821, e-mail: maksim-fazullin@yandex.ru

Fazullin Maxim Rimovich, a postgraduate, tel.: 89226219821, e-mail: maksim-fazullin@yandex.ru



встречаются соотношения $N_{ВВ}/N_{ЛВ}$ (где $N_{ВВ}$ и $N_{ЛВ}$ – установленная мощность вентиляторных установок соответственно вытяжной и приточной вентиляции) в пределах от 0,8 до 1,15.

Поэтому для оптимизации затрат сервисных предприятий как первоначальных, так и в процессе эксплуатации необходима доступная методика моделирования технологических режимов работы ОСК с целью обоснования характеристик составляющих ее элементов (в частности вентиляторных установок). Для решения этой задачи была рассмотрена конструкция однокамерной, тупиковой окрасочно-сушильной камеры, оснащенной вентиляторными агрегатами приточной и вытяжной вентиляции (рисунком).

Для составления расчетной модели воздушная сеть ОСК разделена на участки (0-0 ÷ 8-8), характеризующиеся постоянством расхода и поперечного сечения, а следовательно, и скорости воздуха. К характерным участкам относятся также местные сопротивления, которыми являются колена, отводы, местные сужения и расширения, заслонки, теплогенератор, фильтры. По степени влияния на аэродинамические характеристики сети все составляющие можно разделить на две группы. К первой группе можно отнести фильтры, аэродинамические характеристики которых зависят от удельной воздушной нагрузки и степени запыленности. Ко второй группе отнесены воздухопроводы ОСК, аэродинамические характеристики которых зависят от их конструктивных параметров и производительности вентиляции. Производительность вентиляции, в свою очередь является функцией от величины общего сопротивления сети, которое в значительной степени зависит от уровня запыленности фильтров и времени работы ОСК.

Функционирование системы вентиляции ОСК на конкретный момент времени можно представить используя уравнение Бернулли [2,3] в виде зависимости общего сопротивления сети p_t от производительности вентиляции:

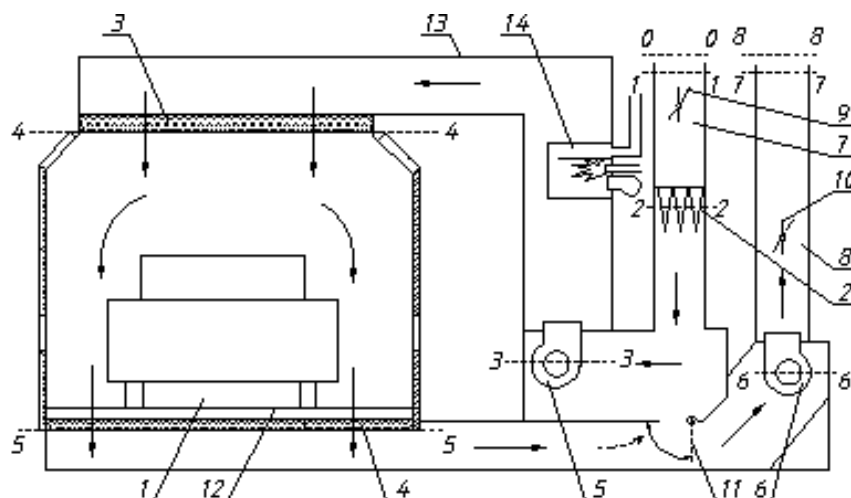
$$p_t = \sum_{i=1}^n \left(l_i \frac{\lambda_i}{d_{vi}} + \sum \xi \right) \frac{16Q_t^2 \rho}{2\pi^2 d_{vi}^4} + p_{npф(t)} + p_{пф(t)} + p_{нф(t)} + p_y, \quad (1)$$

где Q_t – производительность вентиляции в конкретный момент времени, m^3/c ; $p_{npф(t)}$, $p_{пф(t)}$, $p_{нф(t)}$ – потери давления соответственно на предварительном, потолочном и напольном фильтрах, Па; p_y – потеря давления на удар при выходе отработанного воздуха в атмосферу Па; l_i – длина участка воздухопровода, характеризующегося постоянством скорости и производительности, м; $\lambda = 0,021/d^{0,3}$ – коэффициент сопротивления трения при $d = const$ и $l = const$ [2]; ξ – коэффициент местного сопротивления; n – количество характерных участков воздухопровода, включая рабочую камеру; ρ – плотность воздуха; d_{vi} – эквивалентный диаметр расчетного участка воздухопровода, м.

Входящие в выражение (1) величины не являются постоянными по времени, их значения меняются в зависимости от характера движения потока и собственных аэродинамических характеристик.

Производители фильтровальных материалов в технических характеристиках фильтров указывают допустимую нагрузку, пылеемкость, начальное и конечное сопротивление при допустимой воздушной нагрузке. Но даже для фильтровальных материалов, относящихся к одному и тому же классу, эти характеристики могут несколько отличаться, поэтому их получают путем лабораторных исследований по специальным методикам. В общем виде переменное полное сопротивление фильтра можно представить в виде

$$p(t) = p(G) + p(Q),$$



Расчетная модель ОСК: 1 – рабочая камера; 2 – предварительный фильтр; 3 – потолочный фильтр; 4 – напольный фильтр; 5 – вентиляторный агрегат приточной вентиляции; 6 – вентиляторный агрегат вытяжной вентиляции; 7 – канал подачи воздуха; 8 – канал удаления отработанного воздуха; 9, 11 – заслонки рециркуляции; 10 – выходная заслонка; 12 – решетка; 13 – воздухопровод; 14 – теплогенератор



где $p(G)$ – зависимость изменения сопротивления фильтра от количества задержанной пыли; $p(Q)$ – зависимость изменения сопротивления чистого фильтра от производительности вентиляции.

Зависимость количества задержанной пыли от времени работы ОСК не поддается точной регламентации, это зависит от запыленности забираемого воздуха, интенсивности эксплуатации и специфики производимых работ с использованием ОСК. В общем виде изменение сопротивления конкретного фильтра в зависимости от площади фильтрации, интенсивности воздушного потока и материала фильтра для любого момента времени можно представить упрощенно в виде линейной функции

$$p_i(t) = p_{ni} + \frac{p_{ki} - p_{ni}}{t_{ци}} + \frac{\Delta p_i}{\Delta Q_{yi}} (Q_{\phi yi} - Q_{yi}),$$

где p_{ni}, p_{ki} – начальное и конечное сопротивления i -го фильтра (определенное из документации на фильтр), Па; $t_{ци}$ – время цикла работы i -го фильтра (ресурс фильтра), ч; Q_{yi} – удельная воздушная нагрузка на i -ый фильтр, при которой определены его начальное и конечное сопротивления, $\text{м}^3/\text{ч}/\text{м}^2$; $Q_{\phi yi}$ – фактическая удельная воздушная нагрузка на i -ый фильтр, $\text{м}^3/\text{ч}/\text{м}^2$; ΔQ_{yi} – изменение удельной нагрузки на фильтр, при которой получили сопротивление p_{ni} и p_{ki} , $\text{м}^3/\text{ч}/\text{м}^2$; Δp_i – изменение сопротивления i -го фильтра при соответствующем изменении удельной воздушной нагрузки ΔQ_{yi} (определяется графически), Па [4].

С помощью полученного выражения был проведен расчет исследуемой ОСК SAIMA Gamma, эксплуатирующейся на ООО «Оренбургоблтехобслуживание» г. Оренбурга со следующими техническими характеристиками: размер рабочей камеры (длина×ширина×высота) 7,2м×4,0м×2,9м; заявленная производительность вентиляции 23000 $\text{м}^3/\text{ч}$; установленная мощность вентиляторных установок приточной и вытяжной вентиляции соответственно 8 и 9,2 кВт. В результате расчетов получено, что общее сопротивление воздушной сети данной ОСК от начального до конечного состояния изменяется с 471,79 до 1071,79 Па, что приводит к изменению производительности вентиляции с 22500 до 13000 $\text{м}^3/\text{ч}$. Кратность воздухообмена при этом уменьшается в 1,73 раза. Столь значительные изменения кратности воздухообмена в рабочей камере вынуждают маляра постоянно приспосабливаться к изменяющимся условиям, что выводит на первый план в обеспечении качества работ человеческий фактор.

При последовательной установке вентиляторов давления, создаваемые ими, суммируются. Тогда для обоснования их соотношения с помощью уравнения Бернулли можно составить следующее равенство:

$$P_{нв} + P_{вс} = P_n + P_{нрф} + P_{нф} + P_с + P_{нф} + P_y + P_p, \quad (2)$$

где $p_{нв}$ – полное давление, развиваемое вентиляторным агрегатом приточной вентиляции, Па; $p_{вс}$ – полное давление, развиваемое вентиляторным агрегатом вытяжной вентиляции, Па; $p_{нрф}, p_{нф}, p_{нф}$ – сопротивление предварительного, потолочного и напольного фильтров соответственно, Па; p_n – сопротивление сети от входного сечения канала подачи воздуха до рабочей камеры, Па; $p_с$ – сопротивление сети от рабочей камеры до выходного сечения канала удаления отработанного воздуха, Па; p_p – полное давление в рабочей камере, Па.

Представив $K = \frac{P_{вс}}{P_{нв}}$ как коэффициент кратности

вентиляторных установок, из выражения (2) можно определить соотношение полных давлений, создаваемых вентиляторными установками приточной и вытяжной вентиляции.

Применяя выражение (2) для рассматриваемой ОСК, можно получить значение коэффициента $K=0,18...0,203$. Причем меньшее значение коэффициента будет относиться к варианту с чистыми фильтрами, большее – с полностью заполненными фильтрами, имеющими максимальное сопротивление по паспорту. Отсюда следует, что полное давление, создаваемое вентиляторным агрегатом вытяжной вентиляции, должно быть всегда меньше полного давления, создаваемого вентиляторным агрегатом приточной вентиляции. Учитывая, что оба агрегата имеют одинаковую фактическую производительность, можно констатировать, что полученный коэффициент K отражает соотношение мощностей вентиляторных агрегатов ОСК.

У рассмотренной ОСК фактическое значение $K=1,15$. Для обеспечения приемлемых значений воздухообмена и избыточного давления в рабочей камере эксплуатация ОСК осуществляется всегда с приоткрытой выходной заслонкой, которая полностью не открывается даже при полностью заполненных фильтрах, имеющих максимальное аэродинамическое сопротивление. Отсюда следует, что значительная часть мощности вентиляторных установок расходуется на совершение бесполезной работы – преодоление искусственно созданного на выходе сопротивления. Заявленный воздухообмен и оптимальное значение избыточного давления в рабочей камере можно обеспечить при снижении мощности вентиляторного агрегата вытяжной вентиляции до 80%, что позволит снизить начальную стоимость ОСК и обеспечит снижение энергопотребления при ремонтной окраске кузовов автомобилей.

Практически все существующие окрасочно-сушильные камеры, используемые для ремонтной окраски кузовов автомобилей, имеют схожие конструктивные схемы, аналогичные рассмотренной в данной статье. В этом случае предлагаемая методика получения коэффициента кратности вентиляторных установок может быть использована при проектировании или модернизации окрасочно-сушильных камер в целях получения оптимальных значений мощностей вентиляторных установок, обеспечивающих заданные



оптимальные параметры вентиляции.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Установленная мощность вентиляторного агрегата приточной вентиляции окрасочно-сушильных камер при ремонтной окраске и сушке автомобилей должна быть всегда меньше установленной мощности вентиляторного агрегата вытяжной вентиляции.

2. Оптимальное соотношение мощностей вентиляторных агрегатов можно определить по предлагаемой методике, которая будет зависеть от аэродинамических характеристик воздушной сети ОСК и требуемых значений скоростного напора и избыточного давления в рабочей камере.

УДК 534.1:539.3

ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Буй Мань Кыонг¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Дан краткий обзор необходимости компьютерного анализа усталостной прочности деталей машин с учетом влияния температуры. Рассмотрен подход и принципы анализа усталостной прочности деталей машин. Оцениваются и анализируются достоинства, недостатки и влияние методов схематизации нагружения и гипотез накопления усталостных повреждений на точность расчета усталостной долговечности деталей машин.

Ил. 1. Библиогр. 14 назв.

Ключевые слова: машина; усталостная прочность; выносливость; компьютерный анализ; метод конечных элементов.

THE PROBLEMS OF COMPUTER ANALYSIS OF MACHINE PARTS RESIDUAL STRENGTH TAKING INTO ACCOUNT TEMPERATURE INFLUENCE

Bui Man Kyong

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author reviews the necessity of the computer analysis of the residual strength of machine parts taking into consideration the temperature influence. The approach and analysis principles of machine parts residual strength are examined. The author assesses and analyses advantages, disadvantages and the influence of stressing schematization methods and hypotheses on the accumulation of fatigue damages on the accuracy of calculation of residual durability of machine parts

1 figure. 14 sources.

Key words: an automobile; residual strength; durability; computer analysis; method of finite elements.

При использовании современных машин в производстве для повышения качества изделий и производительности труда требуется непрерывное увеличение мощностей, скоростей, грузоподъемности, производительности и других параметров. В связи с этим происходит систематическое увеличение нагрузок в машинах и устройствах. Многие детали энергетического, металлургического и другого оборудования работают в тяжелых условиях не только переменных механических нагрузок, но и под действием высокой, иногда переменной температуры. В результате неравномерности распределения температур по объему деталей в них возникают термические напряжения, приводящие после многократных теплосмен к появле-

Библиографический список

1. Бобров Г. Камерный ансамбль // Автомобиль и сервис. 2001. № 12. С. 16-18.
2. Калинушкин М. П. Вентиляторные установки. М: Высшая школа. 1979. 223 с.
3. Каменев П.Н., Тертичник Е.И. Вентиляция: учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2008. 624 с.
4. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. М.: Стройиздат, 1974. 207 с.
5. Успенский М.Н. Окрасочно-сушильные камеры USI ITALIA // Автомобиль и сервис. 2001. № 8. С. 30-32.
6. Файнштейн А.М. Качество лакокрасочных материалов можно улучшить с помощью органобетонита // Лакокрасочные материалы и их применение. 2008. №6. С. 34.

нию трещин термической усталости. В связи с этим одной из актуальных проблем современного машиностроения является проблема повышения долговечности элементов машин по критериям снижения их металлоемкости. Другими словами, повышаются требования к проектам, а также к конструкционным материалам, которые косвенным образом влияют на развитие современной технологии в направлении создания металлов и их сплавов со все более высокими прочностными свойствами. Кроме этого, необходимо исследовать теоретическую термическую усталость материалов для совершенствования метода определения характеристик сопротивления термической усталости деталей сложной формы. Применение таких

¹Буй Мань Кыонг, аспирант, тел.: 79246077870, e-mail: cuong80hvkts@yahoo.com.vn
Bui Man Kyong, a postgraduate, tel.: 79246077870, e-mail: cuong80hvkts@yahoo.com.vn



уникальных установок, как атомные реакторы, турбины большой мощности, реактивные двигатели и новые энергетические установки, а в металлургической промышленности и в машиностроении еще и влияние интенсификации производства в значительной мере способствуют повышению заинтересованности в проблеме термической усталости.

Приблизительно 80-90% причин отказов деталей и элементов конструкций машин приходится на усталостные разрушения, которые не только значительно увеличивают затраты на эксплуатацию, но и зачастую могут вызывать нарушения безопасности движения машин. Таким образом, к числу наиболее важных показателей, характеризующих надежность подвижного состава, относится усталостная долговечность деталей и элементов конструкций машин.

Эпизодические исследования, выполненные в последние два десятилетия, показали, что результатом термической усталости является разрушение котельных барабанов, камер пароперегревателей, газовых трубопроводов и особенно деталей роторов и корпусов турбин электростанций, а также стальных изложниц для отливки металла, валков и штампов [4]. Из приведенных выше примеров видно, что детали машин и устройств, работающих в условиях циклических изменений температур, должны обладать определенным комплексом механических, антикоррозионных, технологических и конструктивных свойств. Это достигается путем выбора оптимальных технологических процессов, а также применения оптимального химического состава металла и соответствующих легирующих добавок.

Оценка и расчет на усталостную прочность и долговечность элементов конструкций, работающих в

сложных условиях переменных механических нагрузок и под действием высокой (иногда переменной) температуры, выполняются с помощью нескольких шагов (рисунок). Точность оценки усталостной долговечности принципиально зависит от точности результатов анализа напряженного и деформационного состояния, методов схематизации напряжений, а также гипотез повреждаемости.

В деталях со сложной геометрией и сложными условиями работы (лопатки, диски, роторы газотурбинных двигателей) не может быть точно найдено аналитическое напряженное, а также деформационное состояние. В этом случае используется особый метод расчета – численный анализ с помощью метода конечных элементов. Методы конечных элементов представляют собой эффективный численный метод решения линейных или нелинейных инженерных и физических задач. Даже сегодня этот метод все еще считается методом высокой технологии «high-tech».

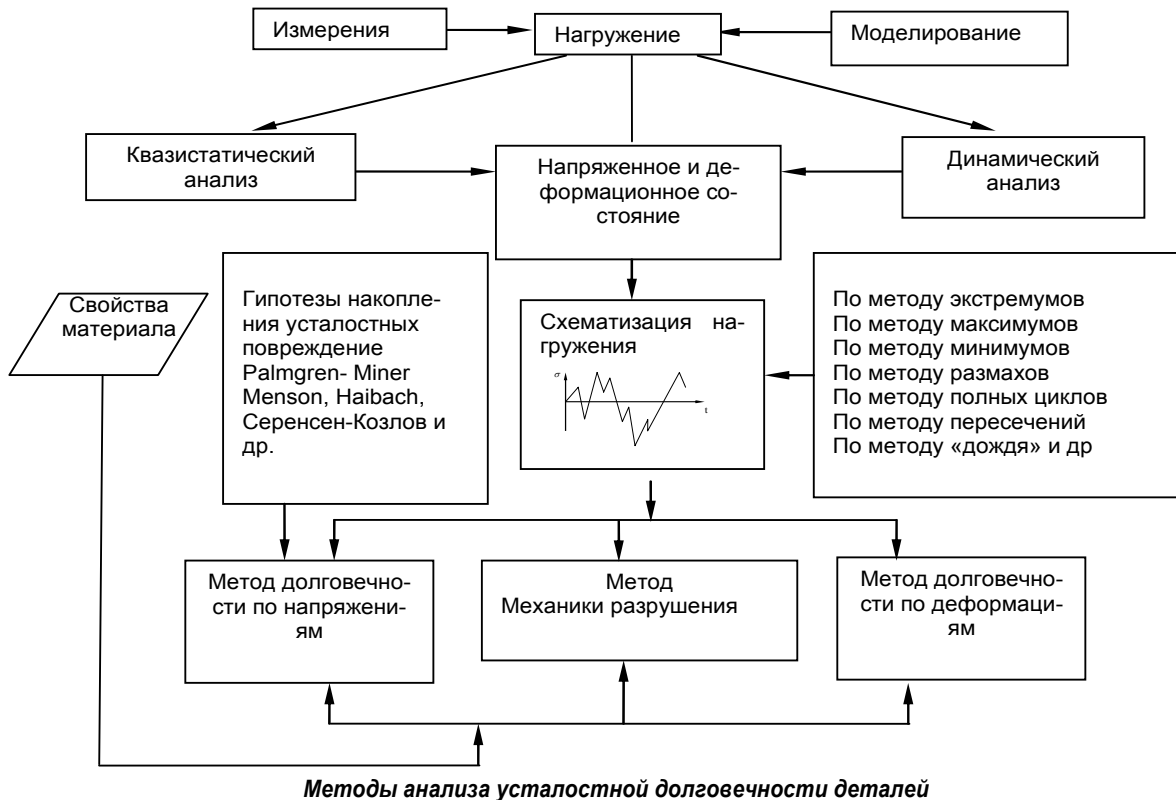
Если предположить, что температура меняется по толщине пластины по линейному закону и в плоскостях, параллельных поверхностям пластины, она остается неизменной, то соответствующие напряжения изгиба находятся из уравнений [1,8]:

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{Bmatrix} = [D]_u \left(\{\varepsilon\} - \left\{ \frac{\alpha \Delta T}{h} \right\} \right), \quad (1)$$

где $[D]_u = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$

1	ν	0
ν	1	0
0	0	$\frac{1-\nu}{2}$

 – матрица





упругости; h - толщина пластинки; ΔT - разность температур верхней и нижней поверхностей пластинки; $\{\varepsilon\}$ - вектор деформаций.

В большинстве случаев на практике имеет место случайный характер изменения напряжений во времени. Для того, чтобы численно или экспериментально полученную диаграмму «напряжение-время» использовать в расчете усталостной долговечности конструкций, применяют методы схематизации напряжений. При этом от величины колебаний получают повреждаемость, выраженную через средние напряжения и амплитуды. Имеется много методов схематизации напряжений: метод экстремумов, метод максимумов, метод минимумов, метод размахов, метод полных циклов, метод пересечений, метод «дождя» и др. Однако использование каждого указанного метода может привести к заметной разнице в полученных расчетах ресурсах деталей. Именно для широкополосного процесса изменения напряжения метод максимумов дает следующее: схематизированный процесс изменения напряжения приводит к большим повреждениям, чем реальный.

Метод размахов приводит к схематизированному процессу, обладающему меньшим повреждающим действием, чем реальный процесс.

А методы пересечений и «дождя» широко применяются в практике процесса расчета усталостной долговечности конструкций, особенно в самолетостроении. Метод «дождя» приводит к результатам, практически совпадающим с результатами, полученными методом полных циклов. Он более удобен для программирования на ЭВМ, а также для автоматизации процесса обработки экспериментальных данных о нагруженности, записанных на магнитных носителях [4,11].

На рисунке показаны методы анализа усталостной прочности деталей как метода долговечности по напряжениям, метода долговечности по деформациям, метода механики разрушения. Метод долговечности по напряжениям часто используется для того, чтобы оценить многоцикловую усталостную долговечность деталей. В данном методе необходимо применять гипотезы суммирования повреждений, которые давно заинтересовали исследователей. Сегодня известно много корректированных линейных гипотез накопления усталостных повреждений, которые предложены многими авторами, а именно: Серенсеном С.В, Решетовым Д.Н, Palmgren-Miner, Haibach, Corten-Dolan, Gnille, Marin, Marco-Starkey, Manson, Gatts и др.

Расхождение результатов расчета и эксперимента зависит от вида нагружения, средних напряжений и других факторов. Наибольшее рассеивание характерно для метода Palmgren-Miner. Гипотеза Haibach приближает реальные результаты эксперимента к достоверным, особенно при $\sigma_m=0$ (симметричный цикл) и числе циклов нагружения от 10^6 до 10^9 . Применение гипотезы Palmgren-Miner характерно для кривых усталости, имеющих точку перегиба. Такое распределение напряжений свойственно углеродистым сталям. Для легированных сталей и титановых спла-

вов характерны кривые, имеющие точку перегиба с замедлением усталостного разрушения. В этом случае используется гипотеза Haibach. Для типа кривых усталости не существует перелома и снижение прочности происходит до момента разрушения. Это характерно для алюминиевых и некоторых жаропрочных сплавов в определенном интервале температур. В подобных случаях лучше будет работать гипотеза Corten-Dolan и В.П.Когаева.

Отличие гипотезы Серенсена от Corten-Dolan будет только в том, что фиктивное продление линии усталости произойдет до напряжений $\sigma_{max} = 0.5\sigma_{-1}$, поэтому предполагается, что величины напряжений ниже этого предела не будут влиять на усталостную прочность и тогда средняя долговечность определится по формуле

$$\bar{N} = \frac{\sum_{\sigma_i > \sigma_{0.5\sigma_{-1}}}^L n_i}{\sum_{\sigma_i > \sigma_{0.5\sigma_{-1}}}^L \frac{n_i}{N_i}} = \frac{\sum_{\sigma_i > \sigma_{0.5\sigma_{-1}}}^L n_i}{\sum_{\sigma_i > \sigma_{0.5\sigma_{-1}}}^L \frac{n_i}{N_{0.5\sigma_{-1}}} \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_{0.5\sigma_{-1}}} \right)^m} \quad (2)$$

Предпринимались попытки улучшить соответствие результата расчетов и экспериментов за счет использования модификаций линейной гипотезы путем замены критерия разрушения на величину “а”, отличающуюся от 1 и зависящую от рассеивания свойств материала. Профессором В.П.Когаевым получена формула для определения величины “а” в (2) [6,7] :

$$a = \frac{\sigma_{a \max} \xi - 0.5\sigma_{-1D}}{\sigma_{a \max} - 0.5\sigma_{-1D}} \quad (3)$$

при $a > 0.1$ $\xi = \frac{1}{\sigma_{a \max}} \cdot \sum_{\sigma_i > \sigma_{-1D}}^L \sigma_i n_i$,

где $\sigma_{a \max}$ – максимальная амплитуда напряжений.

Теория Marin предсказывает высокую долговечность деталей (выше, чем в линейной теории), когда “у” эквивалентно значению “а” в гипотезе Corten-Dolan. Теория Marco-Starkey предсказывает долговечность более последовательно в сравнении с линейной теорией. Теория Marco-Starkey учитывает влияние амплитуды переменных напряжений с учетом истории нагружения. Этот эффект во время периода непрерывного увеличения амплитуды может быть менее эффективным и в случае возникновения данного эффекта может быть уменьшен запас прочности. Теория Marco-Starkey эффективно используется для оценки и расчета усталостной долговечности деталей с учетом влияния температуры. Но главный недостаток этой теории – необходимость экспериментальных данных для экспоненты “m”. Теория Manson с учетом появления и развития трещины определяет долговечность также, как и теория Palmgren-Miner. Хотя теория Manson разделена на этапы появления и развития трещин, она существенно совпадает с теорией Palmgren-Miner и принятой $\sigma - N$ диаграммой, полученной при полном повреждении образца с включением обоих аспектов появления и развития трещины. Теория повреждаемости Gatts предсказывает долговечность ниже, чем подобный вид Palmgren-Miner теории, но



выше, чем теории Manson и Marco-Starkey. Недостаток теории Gatts – необходимость проведения большого числа экспериментальных исследований для определения свойств материала (фактор “С”) для каждого случая.

Мы увидели, что очень много конструкций и деталей машин, используемых в разных областях (машиностроении, вооружении, атомной энергетике, транспорте, металлургии) подвергаются разрушению вследствие термической усталости. Однако оценка и расчет термической усталости этих деталей представляют немало трудностей, особенно деталей сложных геометрических форм либо деталей, работающих в условиях эксплуатации в разных режимах работы или при сложном, термически напряженном и осложненном деформацией состоянии, а также в условиях неоднородного термонапряженного состояния. Поэтому необходимо глубоко изучать и исследовать проблему термической усталости, для того чтобы найти новые подходы к оценке ресурса и прочности деталей, оценить термическую усталость деталей совершеннее, в соответствии с современными достаточно практическими инженерными требованиями.

На сегодняшний день появилось много коммерческих современных промышленных компьютерных программ, которые имеют способность оценивать и рассчитывать усталостную долговечность и ресурс деталей. Это такие типичные программы, как **ANSYS**, **ANSYS Workbench**, **NASTRAN**, **Fastran II**, **nCode**, **Engrasp** и др. Однако они не получили широкого распространения, так как в них ограничено применение характеристических усталостных долговечностей для разных материалов, а также использование гипотез накопления усталостных повреждений. Другим словом, модуль **Fatigue** системы **ANSYS** реализован в виде калькулятора в блоке постпроцессора [8,9,10]. Данный модуль использует только линейную гипотезу накопления усталостных повреждений методом Palmgren-Miner. У модуля **Fatigue** нет функций оценки и расчета малоциклового термической усталости.

Система **ANSYS Workbench** реализует расчет только на малоциклового усталости по уравнению Morrow или по уравнению Smith, Watson and Topper, но не может рассчитывать влияние температуры на малоцикловую усталость.

Система **NASTRAN** и **Fastran II** может использоваться в практике оценки усталостной долговечности деталей летательных аппаратов. Для расчета ресурса разных деталей данные программы тоже используют несколько гипотез накопления усталостных повреждений (гипотезу Palmgren-Miner) или моделирование роста усталостных трещин [13,14]. Но они не могут дать точных результатов при оценке усталостной долговечности некоторых марок сталей и сплавов в России.

Модуль **ETB** системы **Engrasp** позволяет оценивать и рассчитывать малоцикловую и многоцикловую усталость, когда расчет малоциклового усталости происходит только двумя методами – методом Morrow и

методом Smith, Watson and Topper. Влияние температуры при этом не учитывается. А при расчете многоциклового усталости используется линейная гипотеза накопления усталостных повреждений **Palmgren-Miner** и нелинейная **Marco-Starkey**. С помощью этих модулей невозможно получить точные результаты для сталей марок Ti и алюминиевых сплавов и других материалов.

В связи с этим мы попытаемся усовершенствовать компьютерные программы **BLADLES** (Bladed Disk Life Estimation), которые были созданы автором работ [1,8], что позволит не только оценить и рассчитать усталостную прочность деталей, но и сделать анализ малоциклового усталости с учетом влияния температуры. Нами будут использованы разнообразные гипотезы накопления усталостных повреждений (линейная и нелинейная) и экспериментальные результаты исследований по данной теме. Эти компьютерные программы обеспечат необходимую точность оценки и расчета на усталостную прочность деталей в соответствии с требованиями, предъявляемыми к разным стадиям проектирования и процессам эксплуатации

деталей машин, которые изготовлены из различных материалов.

Библиографический список

1. Автоматизация прочностных расчетов турбомашин / под ред. О.В.Репецкого. Иркутск: Изд-во Иркутск. Союза НИО, 1990. 100 с.
2. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / под общ. ред. Д.Г.Красковского. М.: КомпьютерПресс, 2002. 224 с.
3. Берендеев Н.Н. Применение системы ANSYS к оценке усталостной долговечности. Нижний Новгород, 2006, 83 с.
4. Вронский А. Термическая усталость металлов; пер. с польск. М.: Металлургия 1986. 128 с.
5. Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003. 272 с.
6. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность / В.П.Когаев [и др.]. М., 1985.
7. Когаев В.П. Расчет деталей машин на прочность при напряжениях, переменных во времени. М.: Машиностроение, 1977. 130 с.
8. Репецкий О.В. Компьютерный анализ динамики и прочности турбомашин. Иркутск: Изд-во ИргУ, 1999. 301с.
9. Серенсен С.В. Усталость материалов и элементов конструкций. М., 1985.
10. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости.— М.: Изд-во стандартов, 1982.
11. ГОСТ 25.101-83. Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации процессов нагружения. М.: Изд-во стандартов, 1983.
12. Raymond Browell . Calculating and Displaying Fatigue Results. Product Manager New Technologies, ANSYS, Inc. AI Hancq Development Engineer , ANSYS, Inc. March 29, 2006.
13. MSC/NASTRAN User's Manuals. Version 70.5/MacNeal-Schwendler Corp., 1999.
14. Newman JC Jr. Fastran II – a fatigue crack growth structural analysis program. NASATM-104159, Hampton (VA): NASA Langley Research Center, 1992.



УДК 621.64

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА И ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ НЕКОТОРЫХ ОТВЕТСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**И.А.Воробьев¹, Г.К.Зальцман², А.А.Воробьев³**Петербургский государственный университет путей сообщения,
190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Рассмотрены вопросы продления срока службы сосудов, работающих под давлением и применяемых на железнодорожном транспорте

Ил. 8. Табл. 1. Библиогр. 8 назв.

*Ключевые слова: остаточный ресурс, эксплуатация, сосуд под давлением.***THE PROCEDURE TO DETERMINE THE RESIDUAL RESOURCE AND THE PROLONGATION OF THE SERVICE LIFE OF SOME IMPORTANT STRUCTURES OF THE RAILWAY TRANSPORT****I.A.Vorobjev, G.K.Zaltzman, A.A.Vorobjev**

St. Petersburg State University of Railway Engineering

9 Moskovskii Av., St.Petersburg, 190031

The authors consider the issues to prolong the service life of vessels operating under pressure and which are applied in the railway transport.

8 figures. 1 table. 8 sources.

Key words: residual resource, exploitation, vessel under pressure.

Действующие нормы и правила расчета [1], [2] предусматривают обеспечение прочности изделий при самых неблагоприятных режимах нагружения и условиях эксплуатации. Реальные условия эксплуатации, как правило, оказываются менее жесткими, чем предусмотренные расчетами, поэтому после нормативного срока службы заложенные запасы прочности и коррозионной стойкости частично сохраняются, что обеспечивает резерв по остаточному ресурсу.

Как показали проведенные исследования для воздухоборников, преобладающими процессами деградации являются коррозионный износ и возможное усталостное разрушение. Такие процессы, как изнашивание, ползучесть, локальные повреждения (вмятины, выпучины) и другие практически отсутствуют и не оказывают существенного влияния на срок службы воздухоборников.

Для оценки продления срока службы воздухоборника был определен его остаточный ресурс с учетом имеющихся данных по нагруженности, коррозии и изнашиваемости, что позволило спрогнозировать его дальнейшую безопасную эксплуатацию.

Для построения математической модели напряженно-деформированного состояния воздухоборника воспользовались прямым методом жесткости. Геометрические характеристики элементов воздухоборника В-3,2, использованные для расчета, приведены в таблице.

Данные для расчета

Наименование параметра	Величина
Длина обечайки l , м	2,370
Внутренний диаметр обечайки D , м	1,2
Толщина листа обечайки t_k , м	0,006
Толщина листа днища t_d , м	0,008
Высота цилиндрической части днища $h_{дц}$, м	0,348
Диаметр овального люка D_l , м	0,325
Рабочее давление $P_{раб}$ МПа	0,8
Расчетное давление $P_{рас}$ МПа	0,8
Испытательное (пробное) давление P_i МПа	1,15
Предел текучести для элементов обечайки и днища, изготовленных из стали Ст3с, МПа	213,3
Предел текучести для элементов обечайки люка, изготовленной из стали 18Г2А, МПа	324,4

Разработанная объемная конечно-элементная модель включает 11652 конечных элемента и 18730 узлов. В качестве кинематических граничных условий выбраны ограничения продольных, поперечных и вертикальных перемещений в опорных элементах воздухоборника. Сочетание нагрузок, действующих на элементы воздухоборника, принималось в соответствии с требованиями [3].

¹Воробьев Игорь Алфеевич, аспирант.

Vorobjev Igor Alfeevich, a postgraduate.

²Зальцман Геннадий Константинович, кандидат технических наук, профессор кафедры техносферной и экологической безопасности на транспорте.

Zaltzman Gennadii Konstantinovich, a candidate of technical sciences, a professor of the Chair of Technosphere and Ecological Safety in Transportation

³Воробьев Александр Алфеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов, тел.: (812) 4578392, 79219751198, e-mail: vorobev_alex@mail.ru

Vorobjev Alexander Alfeevich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Technology of Metals, tel.: (812) 4578392, 79219751198, e-mail: vorobev_alex@mail.ru

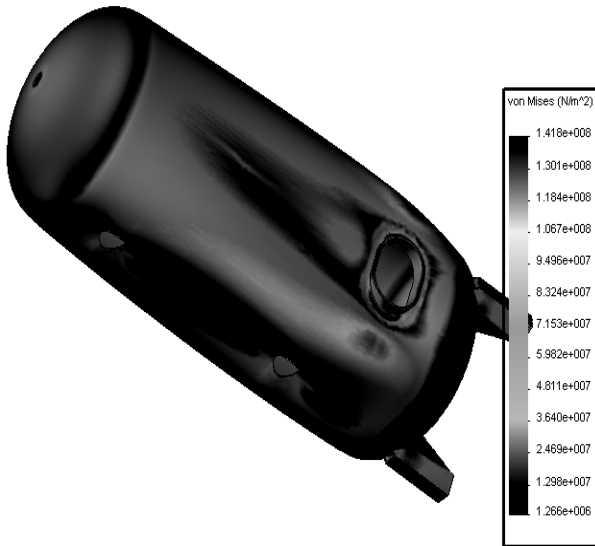


Рис. 1. Напряженно-деформированное состояние воздухоборника с номинальными толщинами при нагружении испытательным давлением

Расчет проводился в несколько этапов, для каждого этапа рассматривалась различная степень коррозионного износа. В результате проведенного расчета определены максимальные напряжения в элементах воздухоборника В-3,2 (на рис. 1 представлено напряженно-деформированное состояние воздухоборника В-3,2).

Далее была выполнена серия расчетов воздухоборника при различных степенях коррозионного износа, которые позволили установить зависимости между напряжениями в сосуде и равномерной коррозией его элементов. Полученные данные представлены в на рис. 2.

Максимальные напряжения в воздухоборнике возникли в зоне овального люка и составили для случая нагружения рабочим давлением 0,8 МПа, для случая нагружения испытательным давлением 134,5 МПа, при допускаемых 142,6 и 213,3 МПа соответственно, что свидетельствует о значительном запасе прочности элементов воздухоборника при действии расчетных нагрузок.

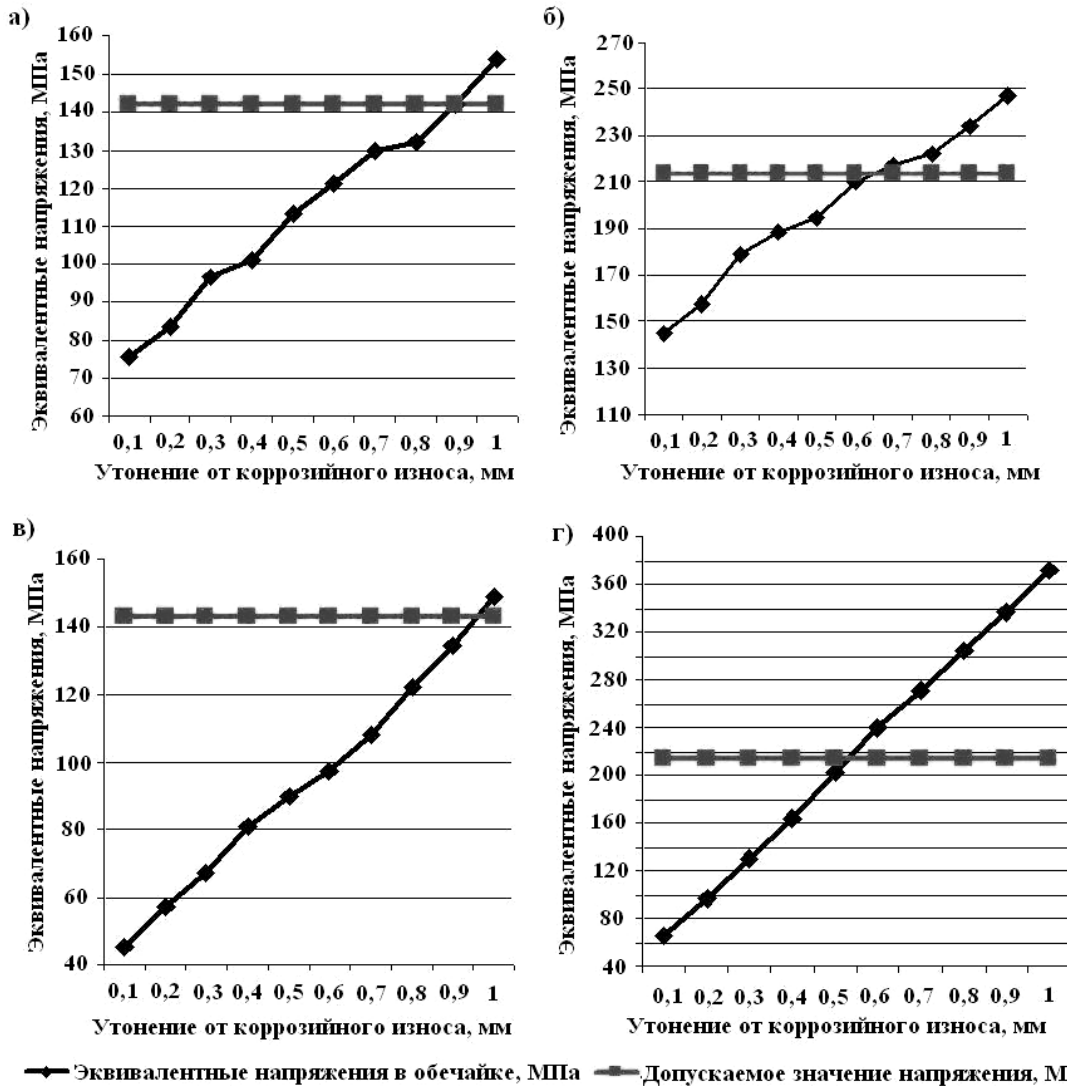


Рис. 2. Зависимость напряжений: а – в обечайке от утонения при коррозии при нагружении рабочим давлением 0,8 МПа; б – в обечайке от утонения при нагружении испытательным давлением 1,15 МПа; в – в днище от утонения при коррозии при нагружении рабочим давлением 0,8 МПа; г – в днище от утонения при коррозии при нагружении испытательным давлением 1,15 МПа



При продлении срока службы сосудов или аппаратов за пределы нормативного срока с целью обеспечения безопасности их эксплуатации необходима оценка остаточного ресурса воздухоборника. Остаточным ресурсом называют запас возможной наработки объекта от начала его эксплуатации до перехода в предельное состояние после момента контроля его технического состояния (или ремонта) [4].

В существующих методиках оценки остаточного ресурса воздухоборников предлагается проводить расчет малоциклового усталости в соответствии с [8]. Упрощенный расчет применим не для всех конструкций, а ограничен количеством конструктивных исполнений отдельных элементов и узлов сосудов и аппаратов, приведенных в [8]. Уточненный расчет на малоцикловую усталость основан на определении напряжений для упругого материала по теории пластин, оболочек, колец и балок при линейном распределении напряжений по толщине стенки. При этом для упрощения расчетов эпюры циклов нагружения принимают в виде прямоугольников, причем количество циклов определяют при постоянной нагрузке. Все это упрощает методику расчета, но снижает его точность.

Поэтому в данной работе предложена новая методика оценки остаточного ресурса воздухоборников и проведена оценка малоциклового усталости на примере воздухоборника В-3,2. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1. Кроме этого, в расчете использовалась кривая усталости [8] для углеродистых сталей, работающих до температур 380°C (рис.3).

Расчет малоциклового усталости проводят, если не выполняется следующее условие:

$$N_p \leq [N_p], \quad (1)$$

где N_p – число циклов нагружения за расчетный срок

службы сосуда; N_p – допускаемое число циклов нагружения давлением для сосудов из углеродистых сталей.

Количество циклов изменения внутреннего давления для воздухоборника В-3,2, работающего в условиях локомотивного или вагонного депо, составляет 4380 циклов в год (из расчета, что в сутки внутреннее давление в воздухоборнике падает от 0,8 до 0,5 МПа порядка 12 раз).



Рис.3. Кривая усталости для углеродистых сталей до температуры 380°C

Допускаемое число циклов нагружения определялось в соответствии с

$$[N_p] = \frac{1}{n_N} \left[\frac{A}{(\bar{\sigma}_F)^{\frac{B}{n_\sigma}} - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \left(\frac{2300-t}{2300} \right) \right], \quad (2)$$

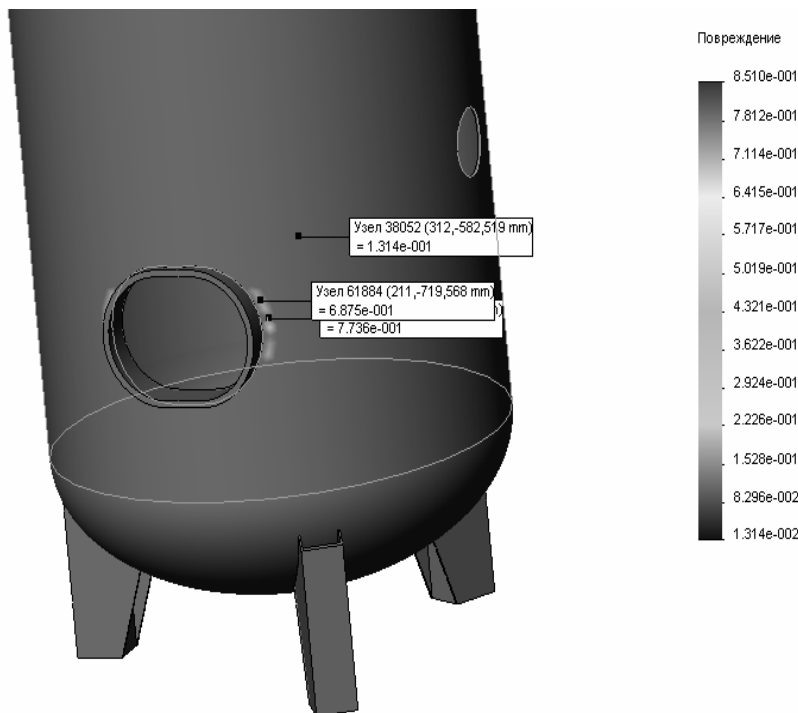


Рис. 4. Эпюра повреждений в элементах воздухоборника В-3,2 при продлении срока службы на 10 лет и коррозийном износе 1 мм за весь срок службы с учетом продления

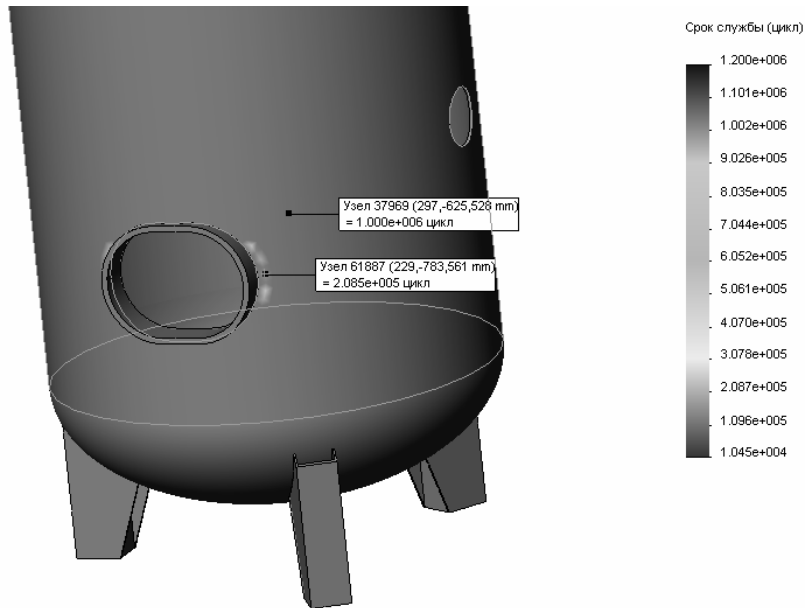


Рис. 5. Эпюра срока службы без учета коррозионного износа

где $\bar{\sigma}_A = \max \left\{ \sigma_A; \frac{B}{n_\sigma} \right\}$; A, B – характеристики

материала; по [8] $A = 60000$ МПа, $B = 1,43\sigma_{c0} - 0,43\sigma_{m20}$; (σ_{c0} , МПа -предел выносливости при изгибе для 100000 циклов нагружения; σ_{m20} , МПа – предел текучести материала при 200⁰С). В рассматриваемом случае для воздухоборников условие (1) выполняется, поэтому возможно проведение расчета на малоцикловую усталость.

Уровень амплитуд напряжений определялся по результатам расчета прочности (что позволило повысить достоверность теоретических данных) исходя из данных по реальным условиям эксплуатации воздухоборника В-3,2, с учетом изменения уровня амплитуд при коррозионном износе. Коррозионный износ по результатам технического диагностирования для воздухоборника В-3,2 составляет 0,01 мм в год, в расчете рассматривалось равномерное утонение всех элементов воздухоборника при коррозии. Расчет амплитуд производился по формуле

$$\sigma_\omega^I = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}, \quad (3)$$

где $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ – соответственно максимальная и минимальная амплитуды цикла изменения внутреннего давления (соответствующие полученным эквивалентным напряжениям рассматриваемого цикла). Рассматривалось три цикла изменения внутреннего давления:

- изменение рабочего давления (количество циклов изменения внутреннего рабочего давления при расчете усталостной прочности принималось равным 4380 циклов в год из расчета, что в сутки внутреннее давление в воздухоборнике падает от 0,8 до 0,5 МПа 12 раз); на этот цикл коррозионный износ не оказывает влияния;
- изменение внутреннего давления от 0 до 0,8

МПа или от 0,8 до 0 МПа два раза в месяц при остановке и запуске компрессора;

- нагружение воздухоборника испытательным давлением 1,15 МПа один раз в год.

Два последних рассмотренных цикла являются отнулевыми и амплитуды этих циклов возрастают при коррозионном износе по тем же зависимостям, что и эквивалентные напряжения. Для первого года эксплуатации максимальная и минимальная амплитуды принимались равными полученным в результате расчета прочности напряжениям для соответствующего внутреннего давления. Для каждого последующего года службы амплитуды возрастают в соответствии с полученными зависимостями между напряжениями и коррозионным износом. Поэтому для расчета берется усредненная амплитуда, равная полуразности максимальной амплитуды, при наибольшем рассматриваемом коррозионном износе, и минимальной амплитуды напряжений, без учета коррозионного повреждения элементов воздухоборника.

Результаты расчета малоцикловой усталости воздухоборника В-3,2 (при коррозионном износе 1 мм за срок службы с учетом продления) представлены на рис. 4.

В результате расчетов установлено, что наименьшим запасом сопротивления усталости воздухоборника В-3,2 обладает сварной шов в зоне овального люка. При продлении срока службы более чем на 10 лет и коррозионном износе 1 мм возможно образование в указанной зоне усталостных трещин. Указанная зона до появления первых усталостных трещин (без учета коррозионного износа) способна выдержать порядка 208500 циклов нагружения (рис. 5), что соответствует 43 годам службы воздухоборника, при рассмотренных циклах нагружения. При учете коррозии, составляющей 0,5 мм (за весь срок службы с учетом продления), число циклов нагружения, которое способна выдержать конструкция воздухоборника В-3,2, составит 184300 (рис.6) , что соответствует 38,5 годам службы, при тех же циклах нагружения.



Рис. 6. Эюра срока службы при коррозионном износе 1 мм за весь срок службы с учетом продления

На рис. 7 представлена эюра коэффициентов запаса усталости без учета коррозионного износа за полный срок службы с учетом продления на 10 лет.

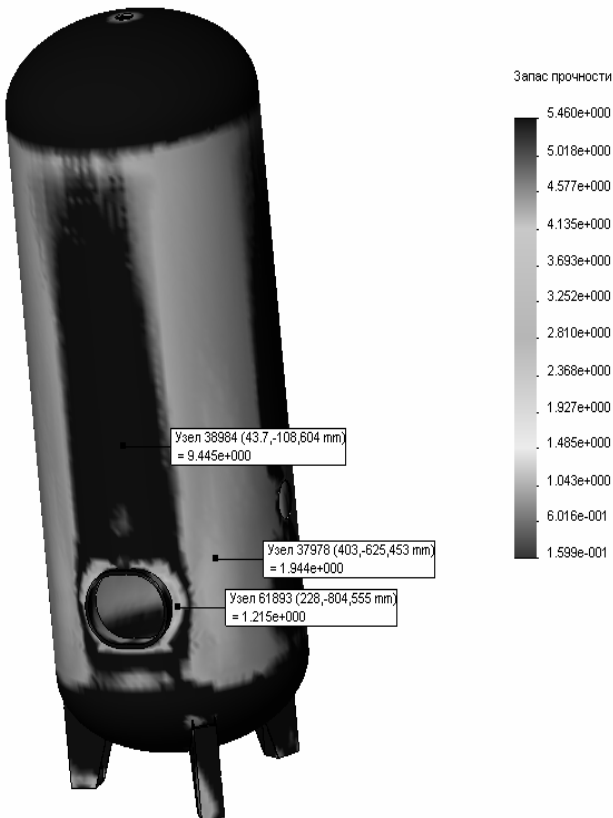


Рис. 7. Эюра коэффициентов запаса усталости без учета коррозионного износа за полный срок службы с учетом продления на 10 лет

Таким образом проведенная серия расчетов остаточной усталостной прочности воздухоборника В-3,2 позволила получить зависимость остаточного ресурса воздухоборника от толщины его элементов (рис. 8).



Рис. 8. Зависимость остаточного ресурса воздухоборника В-3,2 от толщины, определенной по результатам технического диагностирования

Выводы

1. Воздухоборник В-3,2 обладает значительным запасом прочности при номинальной толщине его элементов. Максимальные напряжения в воздухоборнике возникают в зоне овального люка и составляют для случая нагружения рабочим давлением 75,5 МПа, для случая нагружения испытательным давлением 134,5 МПа при допускаемых 142,6 и 213,3 МПа соответственно.

2. При равномерном коррозионном износе более 0,5 мм напряжения в конструкции в зонах концентрации напряжений при нагружении испытательным давлением превышают допускаемые, что свидетельствует о недостаточном запасе прочности конструкции и возможности возникновения повреждений в зоне овального люка.

3. При оценке прочности элементов воздухоборника с номинальными толщинами под действием испытательного давления максимальные напряжения выявлены в зоне овального люка и составили 55% от допускаемых. Данные расчета позволили сделать за-



ключение о достаточной прочности конструкции воздухоборника при действии эксплуатационных нагрузок.

4. Установлены зависимости между коррозионным износом воздухоборника и напряжениями в конструкции, позволившие определить максимально возможную величину коррозионного износа 0,6 мм, при которой возможна эксплуатация сосуда по условию прочности, при нагружении испытательным давлением.

5. Преложена методика определения амплитуд напряжений в элементах воздухоборника с использованием метода конечных элементов, позволяющая обеспечить достаточную точность полученных теоретических результатов и упростить процесс определения остаточного ресурса воздухоборника.

6. Определен остаточный ресурс воздухоборника В-3,2, работающего в условиях определенных эксплуатационных нагрузок, который при коррозионном износе менее 0,25 мм за срок эксплуатации 30 лет составляет более 10 лет.

7. Выявлены зависимости между остаточным ресурсом воздухоборника и коррозионным износом его элементов, на основании которых установлено, что максимальная величина коррозионного износа, при которой возможна дальнейшая эксплуатация сосуда, не должна превышать 0,55 мм. При этих условиях

возможно продление срока службы воздухоборника на срок не более 1 года.

Библиографический список

1. РД 34.17.439-96 Методические указания по техническому диагностированию и продлению сроков службы сосудов, работающих под давлением. М., 1996. 60 с.
2. Методика прогнозирования остаточного ресурса безопасной эксплуатации сосудов и аппаратов по изменению параметров технического состояния // Управление промышленной безопасности и охраны труда Министерства топлива и энергетики Российской Федерации. М., 1993. 84 с.
3. ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. М.: Изд-во стандартов, 1989. 59 с.
4. Методика прогнозирования остаточного ресурса безопасной эксплуатации сосудов и аппаратов по изменению параметров технического состояния. М., 1993.
5. ГОСТ 25859-83 Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках. М.: Изд-во стандартов, 1983. 30 с.
6. ГОСТ 25.502-79.
7. Паспорт сосуда работающего под давлением. Заводской № 76630159/ Завод Химического оборудования и промышленной арматуры. Кельце, 1988. 64 с.
8. Есаулов В.П., Сладковский А.В. Применение полуаналитического МКЭ к расчету тел вращения под действием несимметрической нагрузки. Деп. в Укр. ЦИНТИ 02.01.89. №14 – 4к89. 18с.

УДК 531.3

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВИБРОЗАЩИТНЫХ ТРЕХМАССОВЫХ СИСТЕМ. ФОРМЫ САМООРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

С.В.Елисеев¹, Р.Ю.Упырь²

Иркутский государственный университет путей сообщения, 664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Показаны возможности использования режимов динамического гашения для определения главных колебаний трехмассовой механической колебательной системы. Определены возможные формы самоорганизации движения при кинематическом воздействии.

Ил. 5. Табл. 4. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: самоорганизация движения; главные колебания; динамическое гашение; виброзащита.

THE FEATURES OF DYNAMICS OF VIBROPROTECTIONAL THREE-MASS SYSTEMS. FORMS OF MOVEMENT SELF-ORGANIZATION.

S.Z.Eliseev, R.Y.Upyr

Irkutsk State University of Railway Engineering 15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

The authors demonstrate the possibilities to use the regimes of dynamic damping to determine basic oscillations of a three-mass mechanical oscillating system. They determine possible forms of movement self-organization under kinematic impact.

5 figures. 4 tables. 6 sources.

Key words: self-organization of movement; basic oscillations; dynamic damping; vibroprotection.

¹Елисеев Сергей Викторович, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, директор НИИ современных технологий, системного анализа и моделирования, тел.: (3952) 598428, (3952) 665129, e-mail: eliseev_s@inbox.ru
Eliseev Sergey Victorovich, an honoured scientific worker of the Russian Federation, a doctor of technical sciences, a professor, a director of the Scientific research institute of modern technologies, system analysis and modeling, tel.: (3952) 598428, (3952) 665129, e-mail: eliseev_s@inbox.ru

²Упырь Роман Юрьевич, научный сотрудник НИИ современных технологий, системного анализа и моделирования, тел.: (3952) 638326, (9246) 032895, e-mail: msxp@list.ru
Upyr Roman Yurjevich, a research worker of the Scientific research institute of modern technologies, system analysis and modeling, tel.: (3952) 638326, (9246) 032895, e-mail: msxp@list.ru

Трехмассовые механические колебательные системы используются для построения многокаскадных виброзащитных систем [1] и при уточненных расчетах силовых передач машинных агрегатов [2]. Особенностью таких систем является наличие нескольких режимов динамического гашения. При этом само понятие «режим динамического гашения» может быть расширено по отношению к классическим представле-

P_2, P_3, z_1 и z_2 . При этом могут рассматриваться вопросы совместных воздействий (более одного), как показано на рис.2, где приведена укрупненная структурная схема системы.

Расчетная схема на рис.1 может быть трансформирована в несколько вариантов расчетных схем с двумя степенями свободы, как показано на рис.3,а, б.

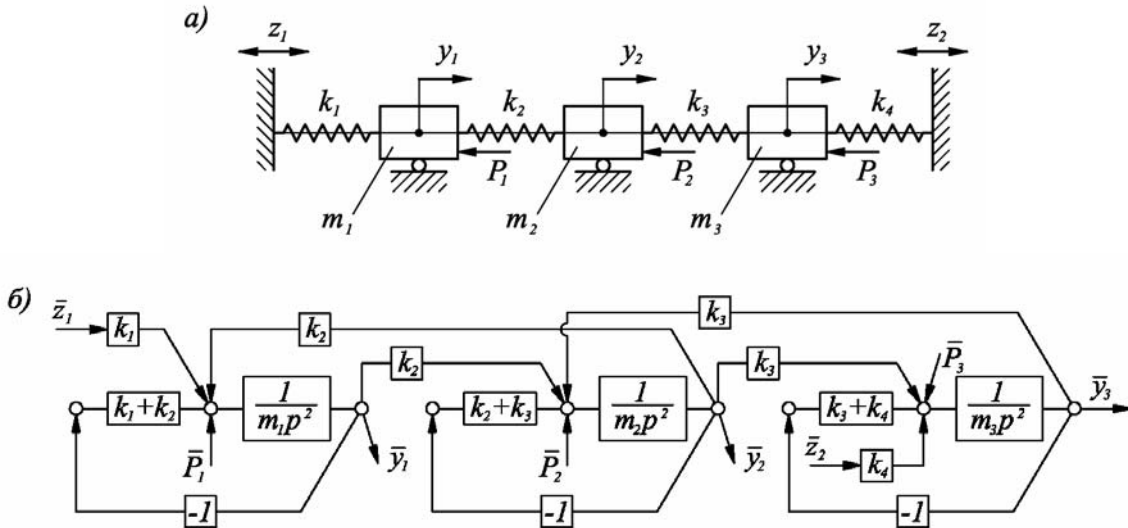


Рис.1. Расчетная (а) и структурная (б) схемы системы с тремя степенями свободы

ниям [3, 4]. В частности, представляют интерес определенные комбинации движений по нескольким координатам, когда элементы системы могут совершать синфазные или противофазные перемещения [5].

Рассмотрим механическую колебательную систему с тремя степенями свободы с ее расчетной и структурной схемами (рис. 1, а, б).

Передаточные функции по схеме, приведенной на рис. 1,б, могут быть определены лишь частично, поскольку имеются перекрестные связи. Для каждого

Варианты схем выбраны таким образом, чтобы силовые воздействия P не входили во внутренние блоки обобщенных структур, жесткости которых обозначены через k_{np1} и k_{np2} . Рассматриваются ситуации, когда входное воздействие прикладывается только к одному элементу, а выход оценивается по координате наблюдения другого элемента. Таких вариантов при силовых воздействиях (в отсутствие кинематических возмущений) будет два (рис. 3, а, б).

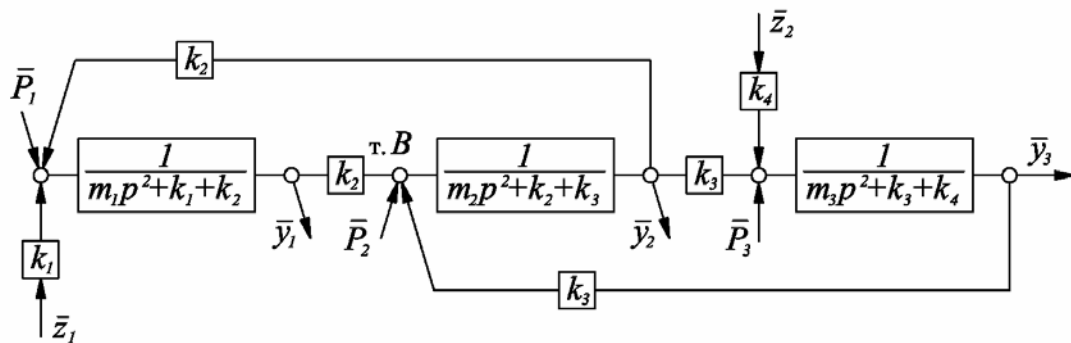


Рис.2. Укрупненная структурная схема системы с тремя степенями свободы

вида возмущения можно определить только две передаточные функции, хотя при определенных условиях они могут быть найдены без дополнительных преобразований. Большое значение при этом имеет схема внешних воздействий. Возможное число различных видов передаточных функций можно оценить по числу вариантов приложения внешних возмущений P_1 ,

Построим структурные схемы эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления (САУ), соответствующие расчетным схемам, изображенным на рис. 3, а, б.

Найдем возможные варианты передаточных функций для системы, приведенной на рис. 4, а, б, при различных значениях P_1, P_2, P_3, z_1, z_2 и представим в табл. 1.

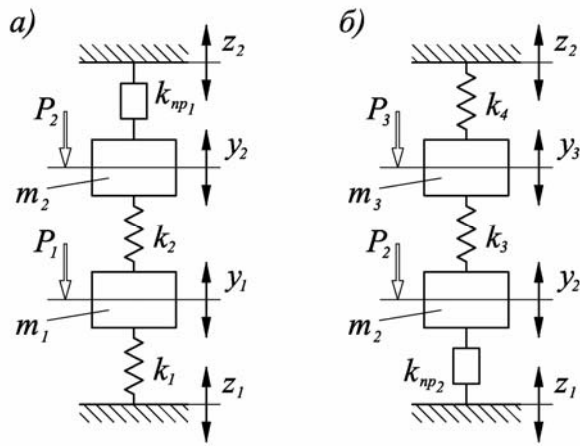


Рис.3. Приведенные расчетные схемы: а – внешние воздействия P_1, P_2 ($z_1 = 0, z_2 = 0, P_3 = 0$); б – внешние воздействия P_2, P_3 ($z_1 = 0, z_2 = 0, P_1 = 0$)

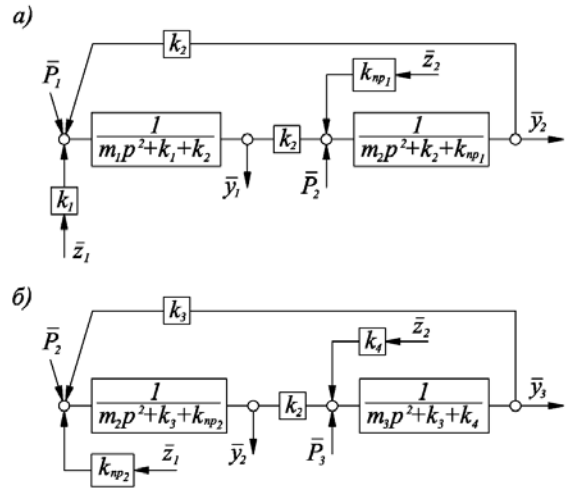


Рис. 4. Укрупненные структурные схемы для расчетных схем, соответствующих: а - рис. 3, а; б - рис. 3, б

Таблица 1

Виды передаточных функций

Внешние условия	Виды передаточных функций	Внешние условия	Виды передаточных функций
$P_1 \neq 0$ $P_2 = P_3 = 0$ $z_1 = z_2 = 0$	$W_1 = \frac{\bar{y}_2}{\bar{P}_1} = \frac{k_2}{A_1} \quad (1)$	$P_2 \neq 0$ $P_1 = P_3 = 0$ $z_1 = z_2 = 0$	$W_9 = \frac{\bar{y}_3}{\bar{P}_2} = \frac{k_3}{A_2} \quad (9)$
	$W_2 = \frac{\bar{y}_1}{\bar{P}_1} = \frac{m_2 p^2 + k_2 + k_{np1}}{A_1} \quad (2)$		$W_{10} = \frac{\bar{y}_2}{\bar{P}_2} = \frac{m_3 p^2 + k_3 + k_4}{A_2} \quad (10)$
$P_1 = P_2 = P_3 = 0$ $z_2 = 0, z_1 \neq 0$	$W_3 = \frac{\bar{y}_2}{\bar{z}_1} = \frac{k_1 k_2}{A_1} \quad (3)$	$P_1 = P_2 = P_3 = 0$ $z_1 = 0, z_2 \neq 0$	$W_{11} = \frac{\bar{y}_3}{\bar{z}_2} = \frac{k_4 (m_2 p^2 + k_3 + k_{np2})}{A_2} \quad (11)$
	$W_4 = \frac{\bar{y}_1}{\bar{z}_1} = \frac{k_1 (m_2 p^2 + k_2 + k_{np1})}{A_1} \quad (4)$		$W_{12} = \frac{\bar{y}_2}{\bar{z}_2} = \frac{k_3 k_4}{A_2} \quad (12)$
$P_2 \neq 0$ $P_1 = P_3 = 0$ $z_1 = z_2 = 0$	$W_5 = \frac{\bar{y}_2}{\bar{P}_2} = \frac{m_1 p^2 + k_1 + k_2}{A_1} \quad (5)$	$P_3 \neq 0$ $P_1 = P_2 = 0$ $z_1 = z_2 = 0$	$W_{13} = \frac{\bar{y}_3}{\bar{P}_3} = \frac{m_2 p^2 + k_3 + k_{np2}}{A_2} \quad (13)$
	$W_6 = \frac{\bar{y}_1}{\bar{P}_2} = \frac{k_2}{A_1} \quad (6)$		$W_{14} = \frac{\bar{y}_2}{\bar{P}_3} = \frac{k_3}{A_2} \quad (14)$
$P_1 = P_2 = P_3 = 0$ $z_1 = 0, z_2 \neq 0$	$W_7 = \frac{\bar{y}_2}{\bar{z}_2} = \frac{k_{np1} (m_1 p^2 + k_1 + k_2)}{A_1} \quad (7)$	$P_1 = P_2 = P_3 = 0$ $z_2 = 0, z_1 \neq 0$	$W_{15} = \frac{\bar{y}_2}{\bar{z}_1} = \frac{k_{np2} (m_2 p^2 + k_2 + k_4)}{A_2} \quad (15)$
	$W_8 = \frac{\bar{y}_1}{\bar{z}_2} = \frac{k_2 k_{np1}}{A_1} \quad (8)$		$W_{16} = \frac{\bar{y}_3}{\bar{z}_1} = \frac{k_3 k_{np2}}{A_2} \quad (16)$

Примечание.

$$A_1 = (m_1 p^2 + k_1 + k_2)(m_2 p^2 + k_2 + k_{np1}) - k_2^2; \quad (1)$$

$$A_2 = (m_2 p^2 + k_3 + k_{np2})(m_3 p^2 + k_3 + k_4) - k_3^2; \quad (2)$$

$$k_{np1} = \frac{(k_4 + m_3 p^2) k_3}{m_3 p^2 + k_3 + k_4}; \quad (3)$$

$$k_{np2} = \frac{(k_1 + m_1 p^2) k_2}{m_1 p^2 + k_1 + k_2}. \quad (4)$$



Таблица 2

Частотные уравнения числителей передаточных функций

	z_1	P_2	z_2
y_1	$k_1 \left[(m_2 p^2 + k_2 + k_3) \times \right.$ $\left. \times (m_3 p^2 + k_3 + k_4) - k_3^2 \right]$ решается уравнение $k_1 \left[m_2 m_3 p^4 + p^2 \left[m_3 (k_2 + k_3) + \right. \right.$ $\left. \left. + m_2 (k_3 + k_4) \right] + k_2 (k_3 + k_4) + k_3 k_4 \right]$	$k_2 (m_3 p^2 + k_3 + k_4)$ $\omega^2 = \frac{k_3 + k_4}{m_3}$	$k_1 k_2 k_3$ $\omega^2 = 0$
y_2	$k_1^2 (m_3 p^2 + k_3 + k_4)$ $\omega^2 = \frac{k_3 + k_4}{m_3}$	$(m_1 p^2 + k_1 + k_2) \times$ $\times (m_3 p^2 + k_3 + k_4)$ $\omega^2 = \frac{k_1 + k_2}{m_1},$ $\omega^2 = \frac{k_3 + k_4}{m_3}$	$k_3^2 (m_1 p^2 + k_1 + k_2)$ $\omega^2 = \frac{k_1 + k_2}{m_1}$
y_3	$k_1 k_2 k_3$ $\omega^2 = 0$	$k_3 (m_1 p^2 + k_1 + k_2)$ $\omega^2 = \frac{k_1 + k_2}{m_1}$	$(m_1 p^2 + k_1 + k_2) \times$ $\times (m_2 p^2 + k_2 + k_3) - k_2^2$ решается уравнение $m_1 m_2 p^4 + p^2 \left[m_2 (k_1 + k_2) + \right.$ $\left. + m_1 (k_2 + k_3) \right] + k_1 (k_2 + k_3) + k_2 k_3$

Примечание. A - характеристическое уравнение $A = (m_1 p^2 + k_1 + k_2) \left[(m_2 p^2 + k_2 + k_3) (m_3 p^2 + k_3 + k_4) - k_3^2 \right] - k_2^2 (m_3 p^2 + k_3 + k_4) = 0$.

Таблица 3

Значения частот динамического гашения колебаний

№ п/п	z_1	P_2	z_2
y_1	$p^4 + \frac{4k}{m} + \frac{3k^2}{m^2} = 0$ $\omega^2 = \frac{2k}{m}, \frac{k}{m}$	$\omega^2 = \frac{2k}{m}$	0
y_2	$\omega^2 = \frac{2k}{m}$	$\omega^2 = \frac{2k}{m}, \frac{2k}{m}$	$\omega^2 = \frac{2k}{m}$
y_3	0	$\omega^2 = \frac{2k}{m}$	$p^4 + \frac{4k}{m} + \frac{3k^2}{m^2} = 0$ $\omega^2 = \frac{2k}{m}, \frac{k}{m}$

Примечание. Частотное уравнение имеет вид $(m p^2 + 2k) \left[(m p^2 + 2k)^2 - k^2 \right] - k^2 (m p^2 + 2k) = 0$, откуда следует, что

$$\frac{2k}{m} = \omega_{1, \text{св}}^2; \text{ кроме того, } (m p^2 + 2k) \left[m^2 p^4 + 4m p^2 k + 2k^2 \right] = 0, \text{ откуда следует, что } \omega_{2,3, \text{св}}^2 = \frac{2k \pm k\sqrt{2}}{m}.$$

Выражения W_7, W_8, W_{15}, W_{16} можно использовать только после преобразований, которые позволят учесть действия переносных сил инерции, как показано в [6].

В развернутом виде характеристическое уравне-

ние имеет вид

$$A_2 = (m_1 p^2 + k_1 + k_2) (m_2 p^2 + k_3) (m_3 p^2 + k_3 + k_4) + (m_3 p^2 + k_3 + k_4) (m_1 p^2 + k_1) k_2 - k_3^2 (m_1 p^2 + k_1 + k_2), \quad (5)$$

соответственно

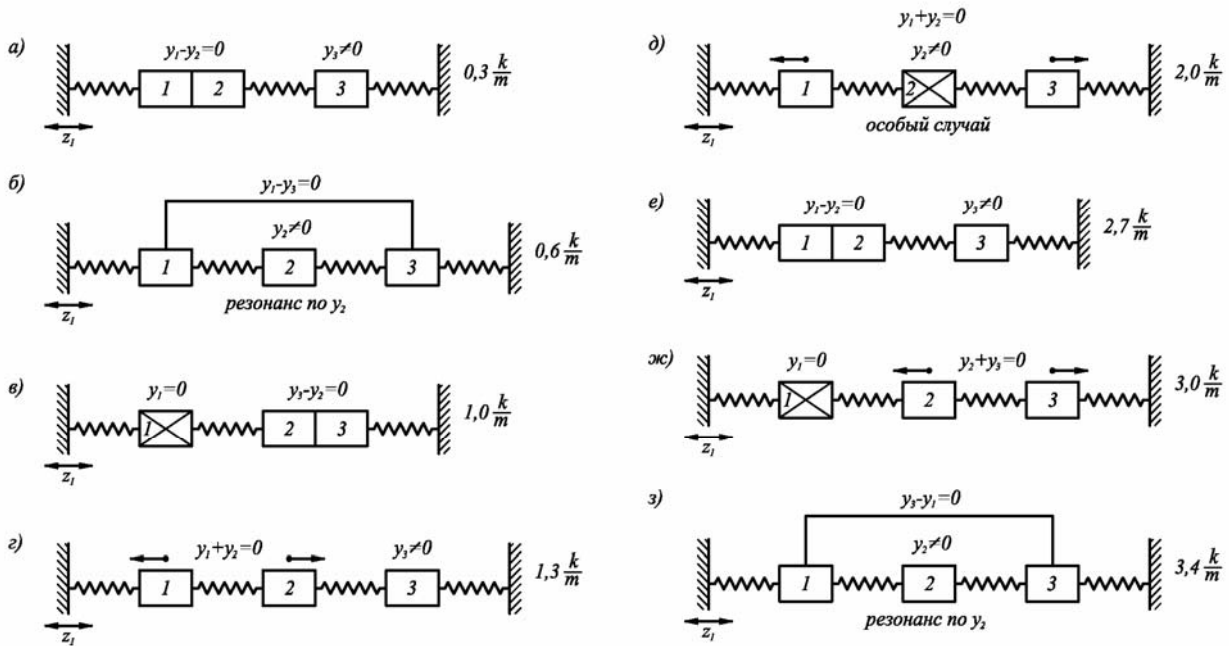


Рис. 5. Различные формы самоорганизации движения при кинематическом воздействии z_1

$$A_1 = (m_3 p^2 + k_3 + k_4)(m_2 p^2 + k_2)(m_1 p^2 + k_1 + k_2) + (m_1 p^2 + k_1 + k_2)(m_3 p^2 + k_4)k_3 - k_2^2(m_3 p^2 + k_3 + k_4). \quad (6)$$

Раскрывая выражения (5) и (6), можно показать, что $A_1 - A_2 = 0$, чего и следовало ожидать, так как характеристические уравнения для всех передаточных функций, определяемых на схемах (см. рис. 4, а, б), являются одинаковыми.

В табл. 2 приведены частотные уравнения числителей различных передаточных функций. Используя передаточные функции по одному из внешних воздействий, например, z_1 , можно рассмотреть возможные

режимы динамического гашения по отдельным координатам y_1, y_2, y_3 , а также комбинационные эффекты, возникающие при суммировании и вычитании координат ($y_1 - y_2 = 0, y_1 + y_2 = 0$ и т.д.).

В табл. 3 приведены частоты динамического гашения колебаний при условии

$$m_1 = m_2 = m_3 = m, k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k. \quad (7)$$

Используя табл. 3, можно определить значения частот, при которых могут проявиться различные варианты самоорганизации или регуляризации движения (табл. 4).

Таблица 4

Значения частот проявления различных форм самоорганизации движения

Значения координат	Частоты (ω^2)	Значения координат	Частоты (ω^2)	Значения координат	Частоты (ω^2)
1. $y_1 + y_2$	6. $\frac{5k \pm \sqrt{5}k}{2m}$	11. $y_2 + y_3$	16. $\frac{3k}{m}$	y_1	$\frac{2k \pm k}{m}$
2. $y_1 - y_2$	7. $\frac{3k \pm \sqrt{5}k}{2m}$	12. $y_1 + y_2 + y_3$	17. $\frac{5k \pm k}{2m}$	y_2	$\frac{2k}{m}$
3. $y_1 + y_3$	8. $\frac{2k}{m}$	13. $y_1 + y_2 - y_3$	18. $\frac{5k \pm 3k}{2m}$	y_3	режима динамического гашения не имеется
4. $y_1 - y_3$	9. $\frac{2k \pm \sqrt{2}k}{m}$	14. $y_1 - y_2 + y_3$	19. $\frac{3k \pm k}{2m}$	главное колебание	$\omega_1^2 = \frac{2k}{m}$
5. $y_2 - y_3$	10. $\frac{k}{m}$	15. $y_1 - y_2 - y_3$	20. $\frac{3k}{m}$	главные колебания	$(\omega_{2,3})^2 = \frac{2k \pm \sqrt{2}k}{m}$



Частоты, приведенные в табл. 4, образуют ряд:

$$\frac{3k - \sqrt{5}k}{2m} \approx 0,3 \frac{k}{m}; \quad \frac{2k - \sqrt{2}k}{2m} \approx 0,6 \frac{k}{m}; \quad \frac{k}{m};$$

$$\frac{5k - \sqrt{5}k}{2m} \approx 1,3 \frac{k}{m}; \quad \frac{2k}{m}; \quad \frac{3k + \sqrt{5}k}{2m} \approx 2,7 \frac{k}{m}; \quad \frac{3k}{m};$$

$$\frac{2k + \sqrt{2}k}{m} \approx 3,4 \frac{k}{m}; \quad \frac{5k + \sqrt{5}k}{2m} \approx 3,7 \frac{k}{m}; \quad \frac{4k}{m}. \quad (8)$$

На рис. 5 приведены различные варианты самоорганизации движения, которые могут возникнуть, если изменять определенным образом частоту внешнего кинематического воздействия z_1 или силового воздействия P_1 .

Отметим, что главные частоты колебаний совпадают с частотами, определяемыми из частотных уравнений числителей соответствующих передаточных функций. В системе возможны три резонансных

режима, однако на частоте $\omega^2 = \frac{2k}{m}$ одновременно

выполняются режим динамического гашения по y_2 и резонанс на частоте главного колебания. В этом случае возникает неопределенность $\frac{0}{0}$, которая может

быть раскрыта. Отметим, что при частоте $\frac{2k}{m}$ будет наблюдаться минимум коэффициента передачи амплитуды колебаний по y_2 от z_1 , но разрыва ампли-

тудно-частотной характеристики (АЧХ) не будет. В целом АЧХ будет иметь только два разрыва второго рода, а не три, как это бывает в системах с тремя степенями свободы.

Таким образом, расширение понятия «динамическое гашение» до условий равенства нулю суммы или разности двух координат позволяет выявить определенную последовательность в смене форм самоорганизации движения. Последнее представляет собой достаточно интересное явление, открывающее специфические формы свойств механических колебательных систем с несколькими степенями свободы.

Библиографический список

1. Генкин М.Д., Рябой В.М. Упруго-инерционные виброизолирующие системы. Предельные возможности. Оптимальные структуры. М.: Наука, 1988. 187с. ISBN 5-02-007142-0.
2. Силовые передачи транспортных машин. Динамика и расчет С.В.Алексеева [и др.] / Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1982. 256с.
3. Ден-Гартог Дж. Теория колебаний. М.; Л.: Гостехиздат, 1942. 464 с.
4. Елисеев С.В., Нерубенко Г.П. Динамические гасители колебаний. Новосибирск: Наука, 1988. 142с.
5. Upry, R., Logunov, A., Nasnikov, D., Eliseev, S. (2007) The Decision of Generalized Tasks Vibroprotection on the Basis of Structural Methods of Mathematical Modeling, *Annals of DAAAM for 2007 & Proceedings of the 18th International DAAAM Symposium*, Editor V.Katalinic, Published by DAAAM International, page numbers (429-435), ISBN 3-901509-58-5, Vienna. Austria.
6. Елисеев С.В., Упырь Р.Ю. Мехатронные подходы в задачах вибрационной защиты машин и оборудования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск, 2008. Вып. 4 (20). С. 8-16.

УДК 629.017(045)

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО УСТАЛОСТНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

В.И.Рассоха¹

Оренбургский государственный университет,
460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13.

Опыт эксплуатации мобильных машин с усталостными повреждениями несущих систем позволяет предложить перейти от принципа безопасного ресурса к принципу регламентированного разрушения. Приведены конструкции емкостного датчика для определения степени накопления усталостных повреждений и датчика угла закручивания рамы, при помощи которых можно контролировать в эксплуатации запас живучести поврежденных конструкций.

Ил. 3. Библиогр. 13 назв.

Ключевые слова: мобильная машина; несущая система; усталостные повреждения; регламентированное разрушение; датчик.

EXPLOITATION OF MOBILE ENGINES UNDER CONDITIONS OF REGULATED FATIGUE DAMAGE OF THE BEARING SYSTEMS ELEMENTS

V.I.Rassoha

Orenburg State University
13 Pobeda Av., Orenburg, 460018

¹Рассоха Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобилей и безопасности движения, тел.: (3532) 754182, e-mail: cabin@house.osu.ru
Rassoha Vladimir Ivanovich, a candidate of technical sciences, an associate professor, the head of the Chair of Automobiles and Traffic Safety, tel.: (3532) 754182, e-mail: cabin@house.osu.ru



The exploitation experience of mobile engines with fatigue damages of bearing systems permits to offer the transition from the principle of safe resource to the principle of regulated destruction. He presents capacitive detector designs for the determination of the degree of fatigue damages accumulation and designs for the detector of the chassis angular twist both of which can control the durability resource of damaged constructions under exploitation.

3 figures. 13 sources.

Key words: mobile engine; bearing system; fatigue damages; regulated destruction; detector.

В настоящее время в отраслях машиностроения, выпускающих мобильные машины широкого спектра назначения (автотранспортные средства, тракторы и сельскохозяйственные машины, строительно-дорожные машины, подвижной состав железных дорог и т.д.), оценка ресурса деталей и конструкций, работающих в условиях циклического нагружения, производится в соответствии со следующими тремя положениями.

Положение первое: усталостное разрушение рассматривается как процесс с замедленной, в ряде случаев, кинетикой разрушения, при которой наработка машины с развивающейся усталостной трещиной до достижения предельного состояния в среднем в 4 раза больше наработки до появления видимой трещины (длиной около 5 мм) [1]. Примером могут служить трещины на поперечинах рам полноприводных автомобилей, зарождающиеся при сравнительно небольшом пробеге (иногда 5-10 тыс. км), которые часто не развиваются дальше или увеличиваются в течение значительного пробега очень медленно. Это, по видимому, объясняется технологическим первоначальным перенапряжением металла, которое дает более высокие концентрации напряжений на поперечинах, чем на лонжеронах, при внешних воздействиях. После образования трещины на поперечине это напряжение снимается. Количественные характеристики явления перераспределения напряжений между элементами конструкции по мере появления и развития повреждений практически отсутствуют.

Положение второе: ограниченное во времени функционирование конструкции при наличии в ней развивающихся усталостных трещин полагается возможным. Для оценки способности конструкции выдерживать требуемые нагрузки при частичном или полном разрушении какого-либо из силовых элементов применяют термин *эксплуатационной живучести*.

Положение третье: несущая способность конструкции ограничивается моментом достижения заданными параметрами соответствующих критических значений. Методы механики разрушения не позволяют в настоящее время непосредственно рассчитывать живучесть при нестационарном нагружении металлоконструкции, поэтому за критерий предельного состояния принимают либо окончательное разрушение элемента (для многократно статически неопределимых систем), либо трещины, охватывающие более 30-40% площади исходного сечения (для деталей типа валов, сварных балок открытых и замкнутых профилей, листовых сварных конструкций) [2]. Эти повреждения принимаются определяющими при рассмотрении снижения жесткости несущей системы, происходящего одновременно с ростом усталостных трещин.

Снижение жесткости приводит к нарушению вза-

имного расположения и точности кинематического взаимодействия узлов и агрегатов машины. Так, у тракторных самосвальных прицепов 2ПТС-4 при суммарной длине трещин 1,5 м или длине трещин в соединениях поперечин с лонжеронами 0,35-0,4 м появляются «шарниры пластичности» и возникают остаточные деформации рамы, в результате чего затрудняется посадка платформы на опорные кронштейны рамы после разгрузки. Кроме того, снижение жесткости и появление остаточных деформаций несущей системы приводит к аварийному скручиванию рамы в экстремальных условиях, например, при разгрузке несимметрично загруженной платформы назад.

В работе [3] описан метод определения начала образования «шарнира пластичности» путем измерения остаточного раскрытия трещины специальными датчиками, установленными на этих трещинах. В ходе испытаний периодически воспроизводили режимы максимальной нагруженности (нагрузка и переезд кювета) и замеряли полное и остаточное раскрытия трещины до тех пор, пока остаточное раскрытие какой-либо из трещин при одиночных перегрузках не превышало допустимое.

Поэтому, решая вопрос о возможности эксплуатации машины с трещиной в несущей системе, необходимо непременно учитывать следующие факторы:

- возможность наблюдения за ростом трещин;
- влияние развивающейся трещины на работоспособность узлов, сопряженных с поврежденным узлом;
- степень риска (в том числе для жизни людей) аварийного разрушения узлов;
- возможность хрупкого разрушения элементов от усталостной трещины при низких температурах;
- стоимость и объем ремонтных работ по устранению повреждения.

Изложенное позволяет предложить перейти от доминирующего в настоящее время принципа *безопасного ресурса* к принципу *регламентированного разрушения*. На практике эксплуатации мобильных машин это будет означать переход к индивидуальному прогнозированию остаточного ресурса (живучести) конструкции, имеющей усталостные повреждения, по результатам наблюдений за ее состоянием в процессе эксплуатации.

Схема влияния усталостных повреждений несущей системы на работоспособность мобильной машины представлена на рис. 1.

Известно, что многообразие интегральных кривых роста трещин в зависимости от наработки можно свести к четырем формам: линейной, криволинейной прогрессирующей типа, криволинейной затухающей типа и комбинированной (с линейными и криволинейными участками). У большинства узлов мобильных машин кривые можно отнести к линейным; для некото-

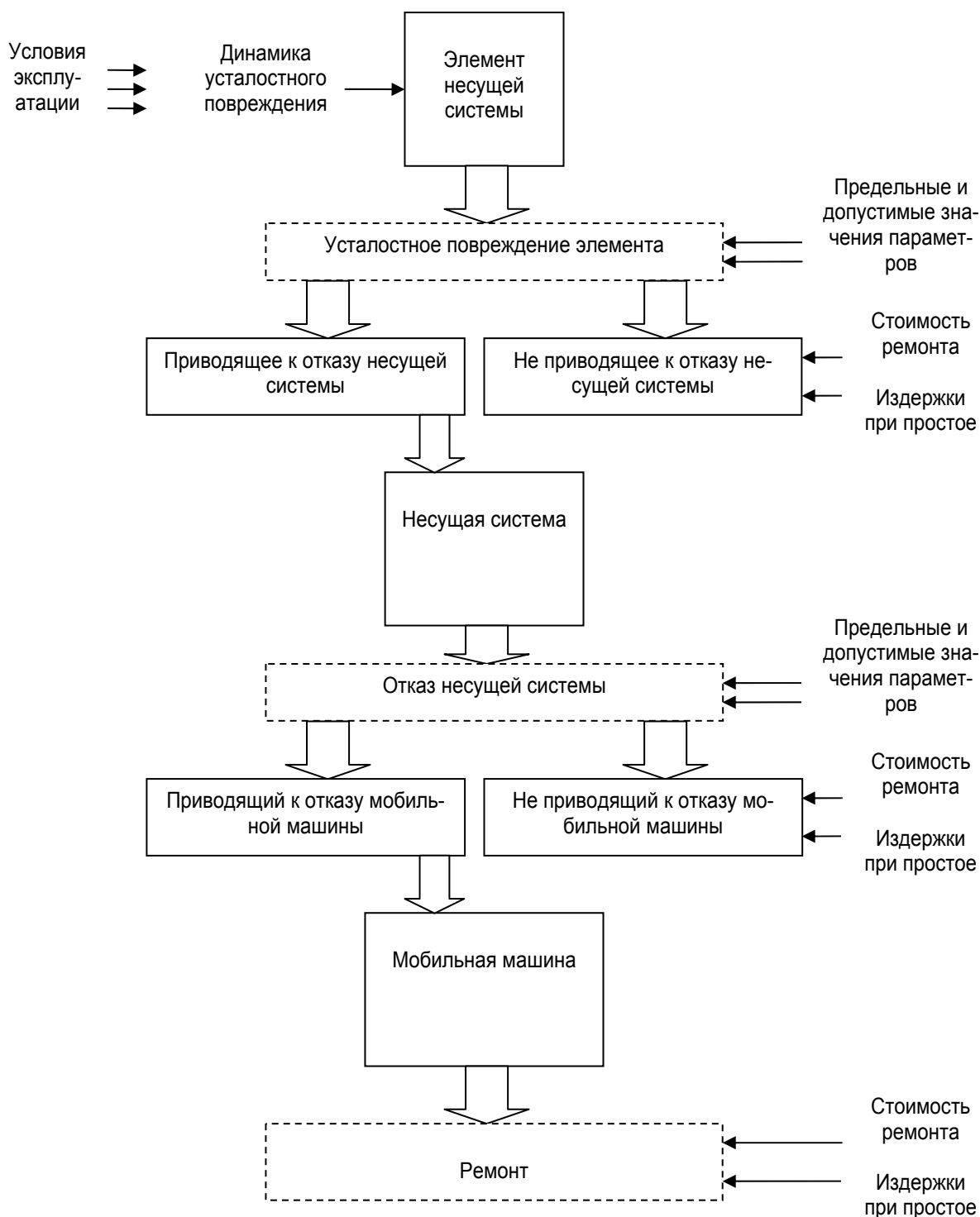


Рис. 1. Схема влияния усталостных повреждений несущей системы на работоспособность мобильной машины

рых соединений поперечин с лонжеронами рам прицепов типичны кривые прогрессирующего характера [1].

Исходя из этого, возможность контроля за ростом трещин при эксплуатации конструкций оценивалась автором с позиций двух способов.

Первый способ заключается в том, что на определенном расстоянии по направлению роста трещины наклеивают специальные датчики – свидетели истории нагружения данного экземпляра конструкции, которые работают по принципу изменения электрическо-

го сопротивления, происходящего с увеличением числа циклов нагружения [4, 5]. Известно большое количество конструкций таких датчиков, однако большинство из них не лишено недостатков.

Так, известен фольговый тензорезистор [6], содержащий чувствительный элемент, выполненный в виде замкнутого кольца, состоящего из последовательно соединенных проводников, к каждому из которых параллельно подсоединен дополнительный проводник с концентратором напряжений, и пару контактных площадок, размещенных на диаметрально проти-

воположных сторонах кольца. Недостатком тензорезистора является возможность фиксировать один, в случае идентичных выемок (концентраторов напряжений) в противоположащих дополнительных проводниках, или максимум два, в случае различных выемок в вышеуказанных проводниках, критических уровня усталостного повреждения конструкции. После разрыва фольги по выемкам в обоих противоположащих дополнительных проводниках тензорезистор не способен дальше фиксировать усталостное повреждение конструкции в данном направлении.

Известен также емкостной датчик для измерения длины усталостной трещины [7], содержащий изоляционную подложку и размещенную на ней обкладку гребенчатой формы, зубья которой выполнены разной ширины, монотонно изменяющейся по длине обкладки. Недостатком датчика является то, что его необходимо наклеивать на исследуемую конструкцию так, чтобы направление зубьев совпадало с направлением максимальных механических напряжений, которое не всегда возможно выявить, особенно для сложных конструкций в условиях воздействия случайных циклических нагрузений.

Для упрощения использования описанного емкостного датчика путем исключения юстировки положения датчика на исследуемой конструкции предложена конструкция емкостного датчика для определения степени накопления усталостных повреждений [8], в которой зубья чувствительного элемента выполнены в виде полукруглых полос, имеющих общий центр, ширина и радиусы которых монотонно возрастают.

Датчик (рис. 2) содержит изоляционную подложку 1, на которую наклеен чувствительный элемент 2, зубья 3 которого выполнены в виде полукруглых полос, имеющих общий центр, ширина и радиусы которых монотонно возрастают. Основание чувствительного элемента имеет электрический вывод 4, соединяемый вместе с исследуемой конструкцией 5 с измерителем емкости.

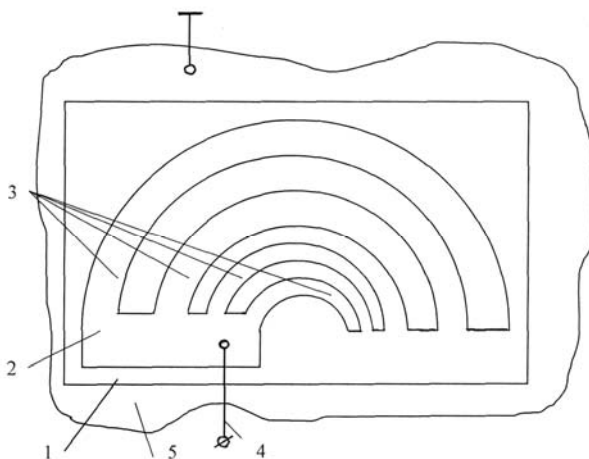


Рис. 2. Емкостной датчик для определения степени накопления усталостных повреждений

Датчик наклеивают на поверхность электропроводящей конструкции, при этом ориентация его на конструкции не регламентируется. По мере накопления

усталостных повреждений и роста усталостной трещины происходит разрыв чувствительного элемента в месте действия наибольших растягивающих напряжений, что приводит к скачкообразному изменению емкости чувствительного элемента относительно конструкции. В дальнейшем при разрыве следующих зубьев чувствительного элемента из-за того, что они имеют разное сопротивление, фиксируются различные скачкообразные либо монотонно возрастающие, либо монотонно убывающие изменения емкости, по которым судят о направлении развития усталостной трещины.

Число зубьев чувствительного элемента может быть большим, что обеспечивает возможность исследования роста трещины в течение продолжительного периода нагружения конструкции.

Второй способ контроля за ростом трещин при эксплуатации конструкции является косвенным и основан на принятии в качестве интегральной характеристики состояния рамной металлоконструкции относительной величины снижения ее крутильной жесткости. Предельное по условиям эксплуатации значение этой характеристики является количественной оценкой критерия предельного состояния. Применительно к тракторным самосвальным прицепах установлено, что предельное состояние несущих систем соответствует снижению их крутильной жесткости на 30-35% [9]. В указанной работе отмечалось, что данный критерий может быть положен в основу разработки технических средств диагностирования несущих систем.

Однако с применением названного критерия возникает задача оценки жесткости рамы при движении мобильной машины. В настоящее время она решается несколькими способами.

Углы закручивания рамы могут оцениваться при помощи торсионных угломеров или тензометрированием в эксплуатационных условиях при размещении тензометрических датчиков либо на поперечине рамы, либо на специальном датчике. Целесообразность второго варианта объясняется тем, что в волокнах датчика допускаются большие напряжения, чем в поперечине рамы, поэтому сигнал от тензорезистора меньше искажается помехами и требует меньшего усиления.

В работе [10] описан трубчатый тензометрический датчик угла закручивания из дюралевого трубки с фланцами на концах для установки между лонжеронами исследуемой рамы. С его помощью исследовались углы закручивания автомобильных рам при движении, используемые при проведении программных стендовых испытаний рам на кручение. Однако вследствие действия кососимметричных динамических нагрузок на поперечные элементы рамы действуют, кроме крутящего момента, поперечная сила, изгибающие моменты в двух плоскостях и бимомент.

Для устранения влияния изгибающих и растягивающих усилий в конструкцию датчика было предложено ввести компенсаторы осевых (от растяжения) и поперечных (от изгиба) деформаций [11]. В качестве осевого компенсатора использовано шлицевое соединение, а в качестве поперечного – шарнирная муфта.

Конструкция устройства поясняется схемой, представленной на рис. 3. Чувствительным элементом



датчика является труба 5, изготовленная из дюралюминия, с наклеенным на нее тензорезистором 6. Труба 5 жестко соединена одним концом с шарнирной муфтой 3, а другим - с валом 4, который, в свою очередь, соединен шлицевым соединением со второй муфтой 3. Закрепление шарнирных муфт 3 на полках лонжерона 1 рамы осуществляется при помощи струбцин 2.

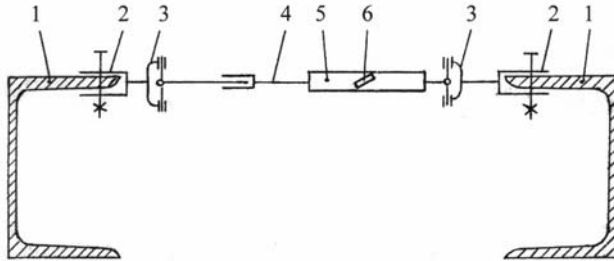


Рис. 3. Датчик угла закручивания рамы мобильной машины

Оценка угла закручивания рамы мобильной машины при ее движении осуществляется по результатам измерения при помощи тензорезистора 6 главных деформаций, возникающих в трубе 5 под действием крутящего момента. При этом изгибающие моменты и осевые усилия, входящие в состав сложного нагруженно-деформированное состояние трубы 5 датчика вследствие ее подвижного (в осевом и поперечном направлениях) соединения с лонжеронами 1 рамы.

Недостатком описанного устройства является то, что по показаниям тензорезистора непосредственно не может быть принято заключение о необходимости ремонта несущей рамной конструкции. Такое заключение может быть сделано только после проведения трудоемких стендовых испытаний, подобных выполненным для тягового подвижного состава железных дорог и описанным в работе [12].

Поэтому предложен способ [13] принятия решения о необходимости ремонта несущей рамной конструкции непосредственно после сигнализации о достижении критических уровней развития трещины или снижения жесткости, характеризующих уровни накопленного усталостного повреждения конструкции.

Для этого предлагается использовать датчик любого вида с чувствительными элементами, разрушающимися при трех различных уровнях допустимых напряжений, при этом сигнал при разрушении соответствующего чувствительного элемента передается на световой, звуковой или иной индикатор, расположенный в кабине мобильной машины.

По мере накопления усталостных повреждений жесткость несущей рамной конструкции снижается, поэтому повышаются напряжения от кручения, действующие в трубе 5 устройства. При превышении достигаемыми напряжениями критического уровня для чувствительного элемента датчика 6 низшего уровня допустимых напряжений этот элемент разрушается и сигнал соответствующего тона (цвета и т.д.) через индикатор доносится до водителя мобильной машины. При последующей эксплуатации машины, по мере

исчерпания несущей рамной конструкцией эксплуатационной живучести, разрушается чувствительный элемент среднего, а затем и высшего (критического) уровней фиксируемых напряжений. После этого несущая рамная конструкция мобильной машины должна быть подвержена ремонту.

Необходимость использования датчика с чувствительными элементами трех уровней допустимых напряжений позволит исключить ситуацию, когда в результате фиксации случайных эксплуатационных перегрузок может быть принято решение о необоснованном изъятии машины из эксплуатации, а значит, недоиспользовании потенциальной долговечности машины.

Аналогичным образом предлагается вывести сигнализацию об уровнях развития усталостной трещины от емкостного датчика для определения степени накопления усталостных повреждений.

Переход к индивидуальному прогнозированию остаточного ресурса рамных несущих систем позволит увеличить средний ресурс мобильных машин.

Библиографический список

1. Дмитриченко С.С., Шевченко Л.П., Давыдов А.П. Закономерности развития усталостных трещин в металлоконструкциях машин // Вестник машиностроения. 1974. № 12. С. 3-6.
2. Новые возможности для повышения усталостной прочности / С.С. Дмитриченко [и др.] // Автомобильная промышленность. 1995. № 2. С. 13-15.
3. Баловнев Г.Г., Карабаев Х.Д. Рациональный способ прогнозирования долговечности рамы самосвального прицепа // Автомобильная промышленность. 1986. № 10. С. 19-20.
4. Болотин В.В., Набойщиков С.М. Теория датчиков повреждений и счетчиков ресурса // Расчеты на прочность. М.: Машиностроение, 1983. Вып. 24. С. 79-94.
5. Гайдош Л. Применение датчиков для измерения усталостного повреждения материалов // Заводская лаборатория. 1983. № 1. С. 83-85.
6. А. с. 1693367 СССР, МКИ G 01 B 7/20. Фольговый тензорезистор / М.С. Тривайло, Ю.И. Коваль, В.И. Бойко. № 4719576; заявл. 17.07.89; опубл. 23.11.91, Бюл. № 43. - 2 с.
7. А. с. 669181 СССР, МКИ G 01 B 7/22. Емкостной датчик для измерения длины усталостной трещины / В.К. Грибановский. - № 2552036; заявл. 06.12.77; опубл. 25.06.1979, Бюл. № 23. 2 с.
8. Пат. 79993 Российская Федерация, МПК G 01 B 7/00, G 01 B 7/24. Емкостной датчик для определения степени накопления усталостных повреждений / Рассоха В.И., Бондаренко Е.В., Исайчев В.Т. № 2008134447; заявл. 22.08.08; опубл. 20.01.2009, Бюл. № 2. 1 с.
9. Ускоренные испытания на усталость несущих систем тракторных прицепов и кормораздатчиков / Л.В. Погорельский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 1981. № 10. С. 31-33.
10. Школьников М.Б., Шурминов В.Ф., Эйдельман А.Л. Закручивание рамы грузового автомобиля и построение программы ее испытаний на усталость кручением // Автомобильная промышленность. 1972. № 5. С. 28-30.
11. Филиппов В.Ю., Рассоха В.И. К вопросу оценки крутильной жесткости рамы мобильной машины в эксплуатации // Контроль. Диагностика. 2001. № 11. С. 14-15.
12. Волохов Г.М., Тихомиров В.П. Остаточный ресурс несущих конструкций тягового подвижного состава железных дорог: монография. Орел: ОрелГТУ, 2006. 158 с.



13. Пат. 80238 Российская Федерация, МПК G 01 N 3/32. Устройство для определения накопленных усталостных повреждений несущей рамной конструкции мобильной ма-

шины в эксплуатации / Рассоха В.И., Бондаренко Е.В., Исайчев В.Т. - №2008134452; заявл. 22.08.08; опубл. 27.01.2009, Бюл. № 3. 1 с.

УДК 629.113.001

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА С ОПОРНЫМИ РОЛИКАМИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СТЕНДОВ

А.И.Федотов¹, А.В.Бойко², А.В.Буранов³, Д.Цогт⁴

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты экспериментальных исследований площади пятна контакта и радиуса качения автомобильного колеса в ведомом режиме при его качении по опорным роликам диагностических стендов с беговыми барабанами и по твердой опорной поверхности дороги. Установлено, что площадь пятна контакта, его форма и величина радиуса качения в ведомом режиме, измеренные в стендовых условиях, существенно отличаются от аналогичных параметров, измеренных в дорожных условиях.

Ил. 12. Табл. 5. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: безопасность движения в условиях эксплуатации; диагностика; контроль технического состояния; торможение; стенд с беговыми барабанами.

THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE PARAMETERS CHARACTERISTIC OF INTERACTION OF AN AUTOMOBILE WHEEL WITH THE BEARING ROLLERS OF DIAGNOSTIC STANDS

A.I.Fedotov, A.V.Boiko, A.V. Buranov, D.Tsogt

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The authors present the results of experimental studies of the contact spot square and the automobile wheel rolling radius in the driven regime under its rolling motion on the bearing rollers of diagnostic test beds with chassis dynamometers and on the hard supporting road surface. It is determined that the contact spot square, its shape and the value of the rolling radius under the driven regime measured under test bed conditions substantially differ from the similar parameters measured under road conditions.

12 figures. 5 tables. 4 sources.

Key words: safety of movement under exploitation; diagnostics; control of technical condition; braking; chassis dynamometer test bed.

Техническое состояние тормозной системы автомобильного средства (АТС) является одним из наиболее важных факторов, влияющих на безопасность движения. В условиях эксплуатации контроль технического состояния тормозной системы осуществляют при помощи дорожных или стендовых методов. Наибольшее распространение получили методы с использованием силовых стендов с беговыми барабанами. Как показывают исследования [1], силовые стенды не всегда достоверно объективно оценивают техническое состояние тормозной системы АТС. Это в частности объясняется тем, что механика взаимодействия колеса с опорной поверхностью дороги значительно отличается от механики взаимодействия колеса с ро-

ликами диагностических стендов [3]. Процесс взаимодействия автомобильного колеса с опорной поверхностью роликов диагностических стендов изучен очень слабо. Поэтому необходимы дополнительные исследования процесса взаимодействия шины с опорными поверхностями роликов диагностических стендов и количественная оценка отличия между силовыми и кинематическими параметрами, измеренными в стендовых и дорожных условиях.

Авторами статьи проведены дорожные и стендовые исследования площади пятна контакта и радиуса качения колеса в ведомом режиме в зависимости от величины нагрузки на колесо. Исследованию подвергались шины Amtel T-301 R14 175/70 86 H, допускаю-

¹Федотов Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры автомобильного транспорта, тел.: (3952)405080, e-mail: fai@istu.edu.ru

Fedotov Alexander Ivanovich, a doctor of technical sciences, a professor of the Chair of Automobile Transport, tel.: (3952)405080, e-mail: fai@istu.edu.ru

²Бойко Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта, тел.: (3952)360045, e-mail: veator@ramler.ru

Boiko Alexander Vladimirovich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Automobile Transport, tel.: (3952)360045, e-mail: veator@ramler.ru

³Буранов Андрей Васильевич, студент, тел.: 89086678779, e-mail: aburanov@mail.ru

Buranov Andrey Vasiljevich, a student, tel.: 89086678779, e-mail: aburanov@mail.ru

⁴Цогт Доржсурэн, магистрант, тел.: 89025762175, e-mail: tsogt1975@yahoo.com

Tsogt Dorzhsuren, an undergraduate, tel.: 89025762175, e-mail: tsogt1975@yahoo.com



щие максимальную нагрузку до 5199 Н (автомобиль TOYOTA-COROLLA). Давление в шинах было установлено на уровне 0,19 МПа. Свободный радиус левого колеса (в вывешенном состоянии) составил 0,296 м, правого – 0,297 м.

Площадь пятна контакта шины определяли по отпечаткам протектора на листе белой бумаги. Бумагу располагали между опорной поверхностью и шиной, окрашенной красителем. Полученный отпечаток сканировался. Затем, с помощью программы Corel-DRAW выполняли измерения площади пятна контакта.

Измерения радиуса качения в ведомом режиме производились как на левом, так и на правом колесах автомобиля. Установлены их функциональные зависимости от величины нагрузки на колеса. Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 1 и 2.

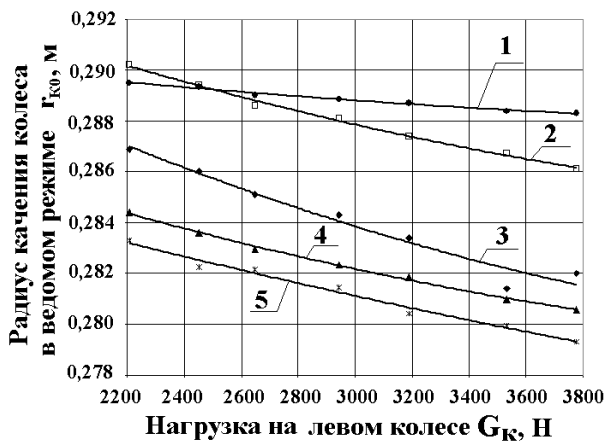


Рис. 1. Изменение радиуса качения левого колеса в зависимости от нормальной нагрузки на колесо: 1- дорожные испытания; 2- два ролика диаметром 0,202 м; 3- два ролика диаметром 0,32 м; 4- один ролик диаметром 0,32 м; 5- один ролик диаметром 0,202 м

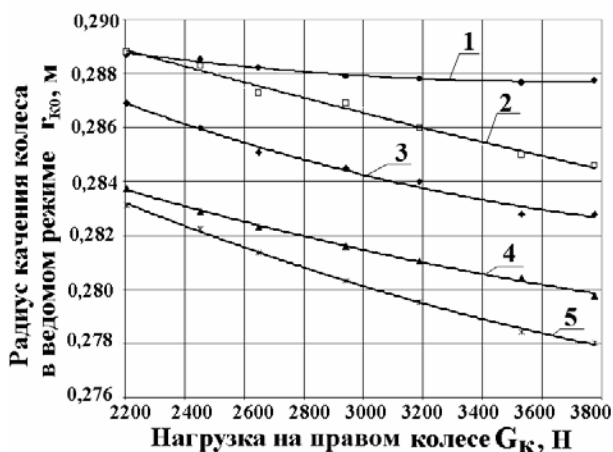


Рис. 2. Изменение радиуса качения правого колеса в зависимости от нормальной нагрузки на колесо: 1- дорожные испытания; 2- два ролика диаметром 0,202 м; 3- два ролика диаметром 0,32 м; 4- один ролик диаметром 0,32 м; 5- один ролик диаметром 0,202 м

Кривая 1 получена в ходе дорожных испытаний, она более пологая в отличие от результатов испытаний шин на роликах стенов. Кривые 2 и 3 получены при качении колеса по роликам диаметрами 0,202 и 0,32 м соответственно, при этом колесо опиралось на два опорных ролика. Из графиков отчетливо видно, что чем больше диаметр ролика, тем меньше радиус качения колеса в ведомом режиме.

Кривые 5 и 6 получены при качении колеса по поверхностям одиночных роликов диаметрами 0,202 и 0,32 м соответственно при варьировании нагрузки. Из графиков видно, что с увеличением диаметра ролика радиус качения колеса в ведомом режиме уменьшается.

Полученные зависимости (рис. 1 и 2) были аппроксимированы функцией вида

$$r_k = A \cdot G_K^2 + B \cdot G_K + C, \quad (1)$$

где A, B, C – коэффициенты.

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей, изображенных на рис. 1 и 2, при помощи функции (1) были установлены коэффициенты A, B и C , позволяющие выполнить расчеты радиусов качения колеса в зависимости от величины нагрузки, приходящейся на колесо при его взаимодействии с вышеназванными поверхностями. Численные значения коэффициентов приведены в табл. 1.

На рис. 3 и 4 представлены результаты экспериментальных исследований площади пятна контакта в зависимости от нагрузки колесо. Кривая 1 получена в ходе дорожных испытаний. Кривые 2 и 3 получены при взаимодействии шины с поверхностями опорных роликов диаметрами 0,202 и 0,32 м. При этом колесо опиралось на два опорных ролика. Графики показывают, что с увеличением диаметра обоих опорных роликов площадь пятна контакта уменьшается.

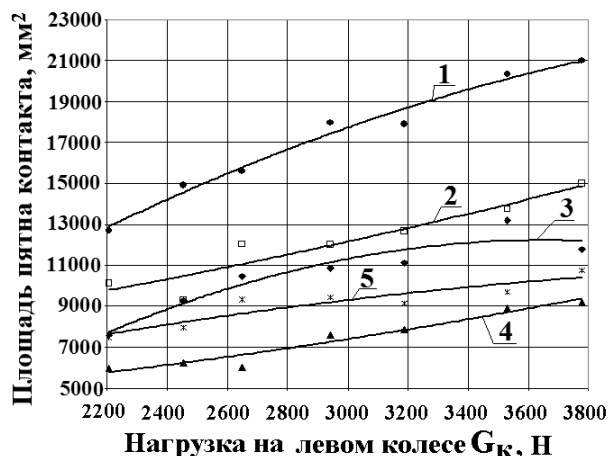


Рис. 3. Изменение площади пятна контакта левого колеса в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – в дорожных условиях; 2 – на двух роликах диаметром 0,202 м; 3 – на двух роликах диаметром 0,32 м; 4 – на одном ролике диаметром 0,32 м; 5 – на одном ролике диаметром 0,202 м

Кривые 5 и 6 получены при опоре колеса на одиночные ролики диаметрами 0,202 и 0,32 м при варьировании нормальной нагрузки. Из графиков 5 и 6 вид-



Таблица 1

Коэффициенты для расчета радиуса качения колеса на основе функциональной зависимости (1)

Условия испытаний		Коэффициенты функции (1)			Достоверность аппроксимации R^2
		A	B	C	
Дорожные испытания	Левое колесо	$10 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-6}$	0,2925	0,9883
	Правое колесо	$5 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-6}$	0,2945	0,9782
Два ролика диаметром 0,202 м	Левое колесо	$5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-6}$	0,2996	0,9952
	Правое колесо	$2 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-6}$	0,2966	0,9895
Два ролика диаметром 0,32 м	Левое колесо	$7 \cdot 10^{-10}$	$7 \cdot 10^{-6}$	0,3001	0,9619
	Правое колесо	$8 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{-6}$	0,295	0,9873
Один ролик диаметром 0,32 м	Левое колесо	$4 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-6}$	0,2933	0,9975
	Правое колесо	$5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-6}$	0,2929	0,9975
Один ролик диаметром 0,202 м	Левое колесо	$2 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-6}$	0,2903	0,9825
	Правое колесо	$7 \cdot 10^{-10}$	$7 \cdot 10^{-6}$	0,2961	0,9984

Таблица 2

Коэффициенты для расчета площади пятна контакта колеса на основе функциональной зависимости (2)

Условия испытаний		Коэффициенты функции (2)			Достоверность аппроксимации R^2
		A	B	C	
Дорожные испытания	Левое колесо	$-12 \cdot 10^{-4}$	12,464	-8652,5	0,9789
	Правое колесо	$-13 \cdot 10^{-4}$	11,429	-4689,7	0,9252
Два ролика диаметром 0,202 м	Левое колесо	$3 \cdot 10^{-4}$	1,2762	5372,3	0,8939
	Правое колесо	$5 \cdot 10^{-4}$	5,6664	26,675	0,974
Два ролика диаметром 0,32 м	Левое колесо	$-21 \cdot 10^{-4}$	15,635	16336	0,9619
	Правое колесо	$-3 \cdot 10^{-4}$	4,8057	108,1	0,9301
Один ролик диаметром 0,32 м	Левое колесо	$-4 \cdot 10^{-4}$	4,3048	238,2	0,8398
	Правое колесо	$-2 \cdot 10^{-4}$	2,9063	2523,7	0,9329
Один ролик диаметром 0,202 м	Левое колесо	$3 \cdot 10^{-4}$	$3309 \cdot 10^{-4}$	3454,1	0,9463
	Правое колесо	$2 \cdot 10^{-4}$	$9357 \cdot 10^{-4}$	3289	0,9654

но, что чем больше диаметр опорного ролика, тем меньше площадь пятна контакта.

Полученные в процессе эксперимента графики (рис. 3 и 4) были аппроксимированы функцией вида

$$S_K = A \cdot G_K^2 + B \cdot G_K + C, \quad (2)$$

где – A, B и C – коэффициенты.

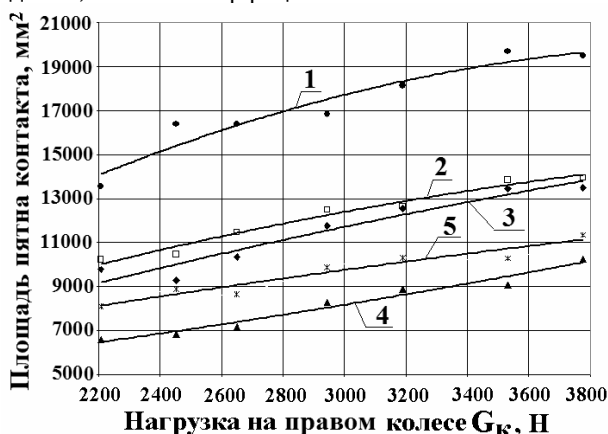


Рис. 4. Изменение площади пятна контакта правого колеса в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – в дорожных условиях; 2 – на двух роликах диаметром 0,202 м; 3 – на двух роликах диаметром 0,32 м; 4 – на одном ролике диаметром 0,32 м; 5 – на одном ролике диаметром 0,202 м

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей при помощи функции (2) были установлены коэффициенты, A, B и C (табл. 2), позволяющие выполнить расчеты площади пятна контакта колеса в зависимости от величины нормальной нагрузки G_K на колесо.

Особый интерес представляет тот факт, что при опоре шины на ролик с меньшим диаметром площадь пятна контакта больше, чем при опоре на ролик с большим диаметром (рис. 3 и 4). При этом радиус качения колеса в ведомом режиме (рис. 5 и 6) больше при качении по ролику с большим диаметром (при одинаковых нормальных нагрузках на колесо G_K). Это требует дальнейшего научного исследования.

Полученные в ходе эксперимента зависимости (рис. 5 и 6) были аппроксимированы функцией вида

$$r_K = A \cdot S_K^2 + B \cdot S_K + C, \quad (3)$$

где – A, B, C – коэффициенты.

Для функции (3) установлены коэффициенты, позволяющие выполнить расчеты радиуса качения колеса в зависимости от площади пятна контакта колеса. Численные значения коэффициентов приведены в табл. 3.

Площади пятна контакта на дороге и опорных роликах стендов отличаются не только размерами, но и



Таблица 3

Коэффициенты для расчета радиуса качения колеса в ведомом режиме в зависимости от площади его пятна контакта

Условия испытаний		Коэффициенты функции (3)			Достоверность аппроксимации R^2
		A	B	C	
Дорожные испытания	Левое колесо	$-2 \cdot 10^{-12}$	$-7 \cdot 10^{-8}$	0,2908	0,9665
	Правое колесо	$-9 \cdot 10^{-13}$	$-2 \cdot 10^{-7}$	0,2914	0,8288
Один ролик диаметром 0,32 м	Левое колесо	$-2 \cdot 10^{-11}$	$-7 \cdot 10^{-7}$	0,2885	0,9123
	Правое колесо	$1 \cdot 10^{-10}$	$-3 \cdot 10^{-6}$	0,2973	0,963
Один ролик диаметром 0,202 м	Левое колесо	$-4 \cdot 10^{-11}$	$-4 \cdot 10^{-7}$	0,2886	0,7651
	Правое колесо	$1 \cdot 10^{-10}$	$-4 \cdot 10^{-6}$	0,3071	0,9185

формами. Пятно контакта шины с недеформируемой поверхностью дороги представляет собой эллипс, вытянутый в продольной плоскости (рис. 7,а и рис. 8,а). Пятно контакта шины с роликом стенда представляет собой эллипс, вытянутый в поперечной плоскости (рис. 7,б и рис. 8,б).

Результаты исследований показывают, что длина пятна контакта на дороге больше, чем на роликах стендов (рис. 9 и 10). Из графиков видно, что длина пятна контакта шины на ролике диаметром 320 мм на 50% меньше, чем на дороге, а на ролике диаметром 202 мм на 52% меньше, чем на дороге.

Полученные в ходе исследования зависимости (рис. 9 и 10) были аппроксимированы функцией вида

$$a_{ш} = A \cdot G_K^3 + B \cdot G_K^2 + C \cdot G_K + D, \quad (4)$$

где – A, B, C, D – коэффициенты.

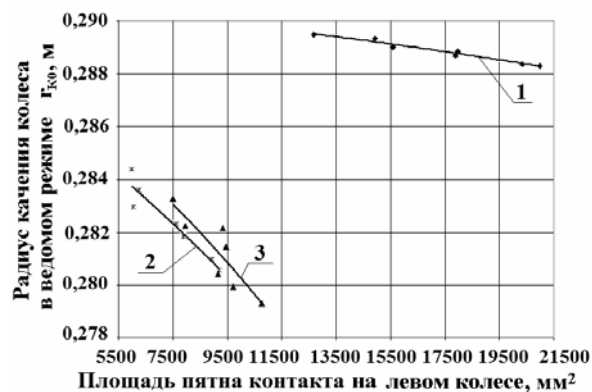


Рис. 5. Изменение радиуса качения левого колеса в ведомом режиме в зависимости от площади пятна контакта колеса с опорной поверхностью: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

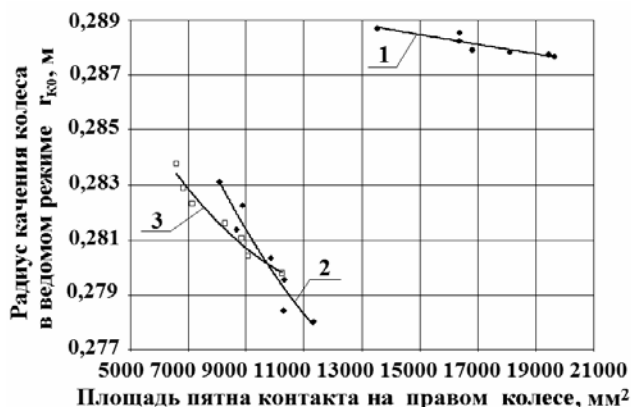


Рис. 6. Изменение радиуса качения правого колеса в зависимости от площади пятна контакта колеса с опорной поверхностью: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

Для этой функции установлены коэффициенты, позволяющие выполнить расчеты длины пятна контакта в зависимости от нормальной нагрузки на колесе (табл. 4).

Результаты исследований показывают, что ширина пятна контакта шины с дорогой меньше, чем ширина пятна контакта шины с опорным роликом стенда (рис. 11 и 12). Из графиков видно, что ширина пятна контакта шины с роликом диаметром 320 мм на 5,5% больше, чем ширина пятна контакта шины с дорогой, а с роликом диаметром 202 мм на 13,4% больше, чем с дорогой.

Таблица 4

Коэффициенты для расчета длины пятна контакта на основе функциональной зависимости (4)

Условия испытаний		Коэффициенты функции (4)				Достоверность аппроксимации R^2
		A	B	C	D	
Дорожные испытания	Левое колесо	$1 \cdot 10^{-8}$	$-1 \cdot 10^{-4}$	0,4745	-402,09	0,9691
	Правое колесо	$7 \cdot 10^{-9}$	$-8 \cdot 10^{-5}$	0,3028	-228,53	0,9589
Один ролик диаметром 0,32 м	Левое колесо	$-8 \cdot 10^{-9}$	$8 \cdot 10^{-5}$	-0,2144	245,4	0,8923
	Правое колесо	$-7 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	-0,0304	79,09	0,9589
Один ролик диаметром 0,202 м	Левое колесо	$6 \cdot 10^{-9}$	$-6 \cdot 10^{-5}$	0,199	-147,31	0,8974
	Правое колесо	$-2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	-0,0249	72,09	0,7984

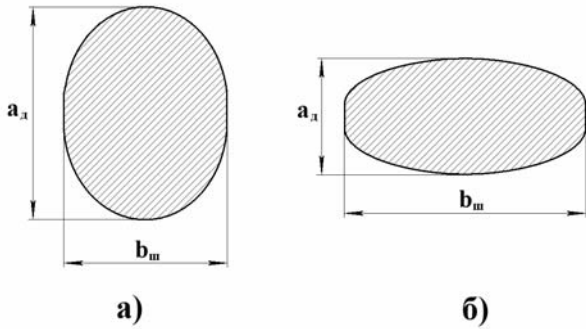


Рис. 7. Схема пятна контакта шины: а – на дороге; б – на ролике стенда

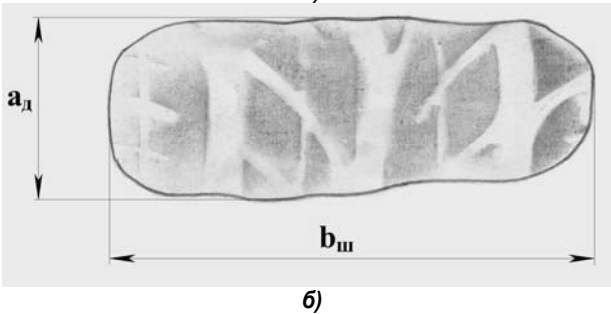
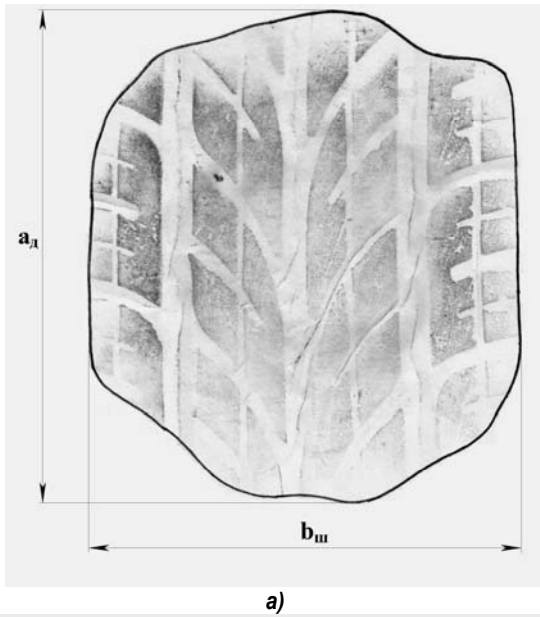


Рис. 8. Форма пятна контакта шины: а – с дорогой; б – с роликом стенда

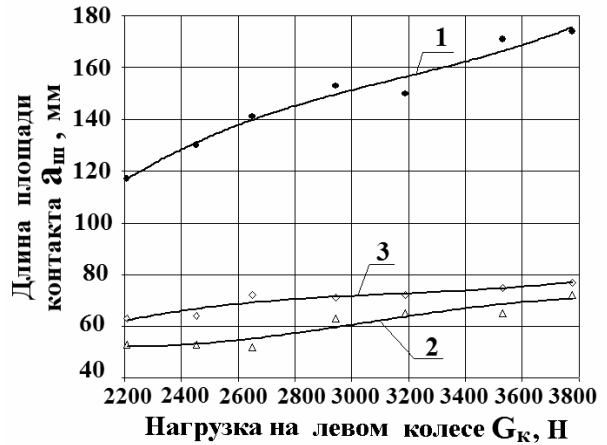


Рис. 9. Изменение длины пятна контакта левого колеса с опорной поверхностью в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

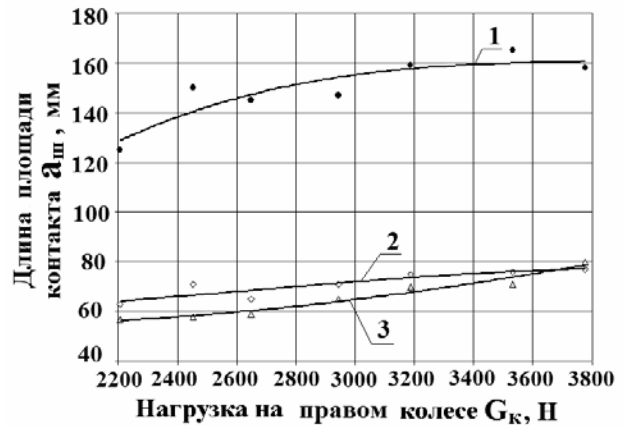


Рис. 10. Изменение длины пятна контакта правого колеса с опорной поверхностью в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

Полученные в ходе исследования зависимости (рис. 11 и 12) были аппроксимированы функцией вида

$$b_{ш} = A \cdot G_K^3 + B \cdot G_K^2 + C \cdot G_K + D, \quad (5)$$

где – A, B, C, D – коэффициенты.

Для этой функции установлены коэффициенты (табл. 5), позволяющие выполнить расчеты ширины пятна контакта от нормальной нагрузки на колесо.

Таблица 5

Коэффициенты для расчета ширины пятна контакта на основе функциональной зависимости (5)

Условия испытаний		Коэффициенты функции (5)				Достоверность аппроксимации R^2
		A	B	C	D	
Дорожные испытания	Левое колесо	$7 \cdot 10^{-9}$	$-7 \cdot 10^{-5}$	0,2528	-148,35	0,9455
	Правое колесо	$-2 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-5}$	-0,0438	161,81	0,9304
Один ролик диаметром 0,32 м	Левое колесо	$-3 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-5}$	-0,0458	161,34	0,8178
	Правое колесо	$3 \cdot 10^{-10}$	$-9 \cdot 10^{-6}$	0,0485	70,921	0,7951
Один ролик диаметром 0,202 м	Левое колесо	$1 \cdot 10^{-8}$	$-1 \cdot 10^{-4}$	0,3043	-154,64	0,6058
	Правое колесо	$9 \cdot 10^{-9}$	$-8 \cdot 10^{-5}$	0,2361	-81,022	0,7816

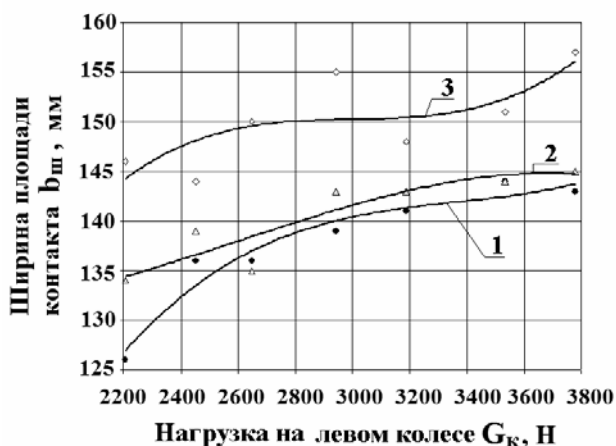


Рис. 11. Изменение ширины пятна контакта левого колеса с опорной поверхностью в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

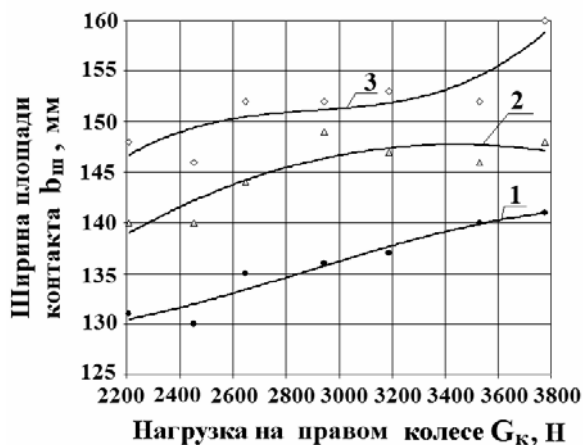


Рис. 12. Изменение ширины пятна контакта правого колеса с опорной поверхностью в зависимости от величины нормальной нагрузки: 1 – дорожные испытания; 2 – один ролик диаметром 0,32 м; 3 – один ролик диаметром 0,202 м

Результаты выполненного экспериментального исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Изменение радиуса кривизны опорной поверхности в исследованном диапазоне приводит к уменьшению радиуса качения колеса в ведомом режиме не более чем на 3,3 %. Изменения радиуса качения колеса в ведомом режиме, вызванные изменением нагрузки на колесо в диапазоне от 2200 до 3800 Н, также незначительны и составляют около 2 %.

2. Изменение кривизны опорной поверхности (см. рис. 3 и 4) приводит к изменению площади пятна контакта более чем на 57%. Изменения площади пятна контакта, вызванные изменением нормальной нагрузки на колесо в диапазоне от 2200 до 3800 Н, могут превышать 38%.

3. Величина радиуса качения колеса в ведомом режиме функционально связана с площадью пятна контакта (см. рис. 5 и 6).

4. Длина пятна контакта шины с опорным роликом стэнда диаметром 320 мм на 50% меньше чем с поверхностью дороги, а с роликом диаметром 202 мм – на 52% меньше чем с поверхностью дороги.

5. Ширина пятна контакта шины с опорным роликом стэнда диаметром 320 мм на 5,5% больше чем с поверхностью дороги, а с роликом диаметром 202 мм – на 13,4% больше чем с поверхностью дороги.

Библиографический список

1. Кулько П.А. Ушаков К.В. Государственный Технический осмотр. Проблемы и решения / Автотранспортное предприятие № 9. Сентябрь 2005. С.15-19.
2. ГОСТ – Р 51709 – 2001. АТС. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. 2001. 44 с.
3. Серов А.В. Стенды для контроля технического состояния и обкатки лесотранспортных машин. М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1969. 168 с.
4. Бойко А.В., Портнягин Е.М. Осипов А.Г. Исследование изменения параметров колеса при торможении автомобиля на роликовых стэндах // Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь Забайкалья: дорога в будущее» (20-21 апреля 2005 г.) Чита, 2005. Ч. 2. С. 253 – 256.



УДК 339.7

ПЕРЕХОД НА МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ РЕГИОНА**О.А.Воробьева¹**Курганский государственный университет,
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Проанализированы причины, позволяющие рассматривать составление хозяйствующими субъектами финансовой отчетности в соответствии с международными стандартами.

Ил. 2. Библиогр. 4 назв.

*Ключевые слова: международные стандарты финансовой отчетности; конкурентоспособность региона.***CONVERSION TO INTERNATIONAL STANDARDS OF FINANCIAL ACCOUNTING AS THE FACTOR INFLUENCING THE REGION COMPETITIVENESS****O.A.Vorobjeva**Kurgan State University
25 Gogol St., Kurgan, 640669

The author analyses the reasons which enable to consider the financial accounting composition by the subjects of economy in conformity with international standards.

2 figures. 4 sources.

Key words: international standards of financial accounting; competitiveness of a region.

Под конкурентоспособностью, как правило, понимают свойство товара, услуги, субъекта рыночных отношений выступать на рынке наравне с присутствующими там аналогичными товарами, услугами, конкурирующими субъектами рыночных отношений [1]. Субъектами рыночных отношений могут являться отдельные предприятия, целые регионы и даже страны. Ввиду этого различают конкурентоспособность предприятия, региона и страны.

Конкурентоспособность предприятия – это способность производителей и продавцов товаров конкурировать со своими соперниками, поставляющими на те же рынки аналогичные товары или стремящимися проникнуть на рынки [2].

Конкурентоспособность региона – это его способность создавать требуемые политические, экономические, экологические, социальные, инновационные и другие условия для выполнения государственными органами управления своих функций по обеспечению эффективной и качественной работы государственных, коммерческих и других структур по гармоничному развитию личности и повышению качества жизни населения [3].

Конкурентоспособность страны можно трактовать двояко: в узком и широком смысле. В первом случае под ней подразумевается способность экономики страны, государства участвовать в международной торговле, удерживать и расширять определенные сегменты на мировых рынках, производить продукцию, соответствующую мировым образцам. В более широком понимании – это способность государства обеспечивать эффективную интеграцию в мировое хозяйство, эффективное и качественное функционирование

всех государственных, коммерческих и других структур по обеспечению комплексной безопасности и высокого качества жизни населения.

У всех приведенных определений есть нечто общее, что можно обозначить как отличительную способность не быть хуже или быть в числе лидеров среди сравниваемых однотипных объектов. Пути достижения такой способности различаются и зависят от того, преимущества какого именно объекта подвергаются анализу: товара или услуги, предприятия, региона или страны. Очевидно, что чем сложнее предмет исследования, тем шире круг факторов, способных оказать позитивное или негативное влияние на его конкурентоспособность. Тем не менее, несмотря на наличие комплексного влияния факторов, а также усиление этого влияния при переходе от микро- к макроуровню, как правило, существует очень тесная взаимосвязь такого рода: высокая конкурентоспособность продукции (работ, услуг) влечет за собой высокую конкурентоспособность предприятия, которая, в свою очередь, повышает конкурентоспособность региона – местонахождения данного хозяйствующего субъекта, а рост конкурентоспособности регионов можно расценивать как залог повышения конкурентоспособности страны.

Учитывая такую взаимообусловленность процессов и состояний в контексте данной статьи, говоря о повышении конкурентоспособности региона при переходе на международную систему финансовой отчетности, необходимо помнить, что этот переход может быть произведен только на уровне отдельного предприятия, следовательно, будет влиять в первую очередь на его конкурентные преимущества. Однако в целом этот процесс напрямую затронет конкуренто-

¹Воробьева Ольга Алимовна, старший преподаватель кафедры анализа, бухгалтерского учета и аудита, тел.: (3522)569284, e-mail: worobjewa_olga@mail.ru

Vorobjeva Olga Alimovna, a senior lecturer of the Chair of Analysis, Accounting and Audit, tel.: (3522)569284, e-mail: worobjewa_olga@mail.ru



способность как региона, где данное предприятие находится, так и страны, включающей в себя данный регион.

В связи с этим возникает вопрос: почему разумно утверждать, что переход предприятий региона на международную систему финансовой отчетности является одним из факторов позитивного действия и, следовательно, может обеспечить повышение конкурентоспособности региона-местонахождения данных предприятий? Ответ на поставленный вопрос предполагает наличие, по крайней мере, двух аспектов: нормативного и понятийного.

Аспект, связанный с нормативной стороной вопроса, заключается в том, что в соответствии с приказом Федеральной службы по финансовым рынкам от 15.12.2004 г. № 04-1245/пз-н «Об утверждении Положения о деятельности по организации торговли на рынке ценных бумаг» в качестве одного из обязательных условий для включения в котировальный список «А» первого и второго уровней установлена обязанность эмитента иметь подтвержденную аудиторским заключением **годовую финансовую отчетность, составленную в соответствии с МСФО и (или) US GAAP**, а также принятие эмитентом **обязательства по ведению указанной отчетности** и ее раскрытию вместе с аудиторским заключением на русском языке. Данное правило распространяется на все виды акций, облигаций, инвестиционных паев, котировующихся на фондовой бирже.

Таким образом, очевидным становится факт: составление финансовой отчетности по МСФО расценивается как столь же важный показатель успешности хозяйствующего субъекта, что и, например, отсутствие убытков по итогам двух лет из последних трех или объем сделок, заключенных на фондовой бирже с ценными бумагами данного эмитента.

Если при этом учесть, что на сегодняшний день наиболее эффективным инструментом в преодолении инвестиционного дефицита на предприятиях является выпуск облигаций, а их (облигаций) уровень в котировальном списке определяет степень ликвидности этих ценных бумаг, то зависимость между выбранной моделью формирования финансовой отчетности и эффективностью деятельности каждого конкретного хозяйствующего субъекта становится почти линейной.

Названная линейность может проявить себя в следующем: составление финансовой отчетности организацией в соответствии с МСФО позволяет выйти на более высокий уровень в котировальном списке ценных бумаг, в частности облигаций, что, в свою очередь, определяет большую возможность получить облигационный заем в том размере, на который хозяйствующий субъект рассчитывает. Получение инвестиций в желаемом, а потому, скорее всего, в достаточном объеме способно инициировать повышение конкурентоспособности организации, что в итоге может определить рост конкурентоспособности региона – месторасположения данного хозяйствующего субъекта.

Аспект, имеющий понятийный характер, связан со смысловым значением категории «конкурентоспособ-

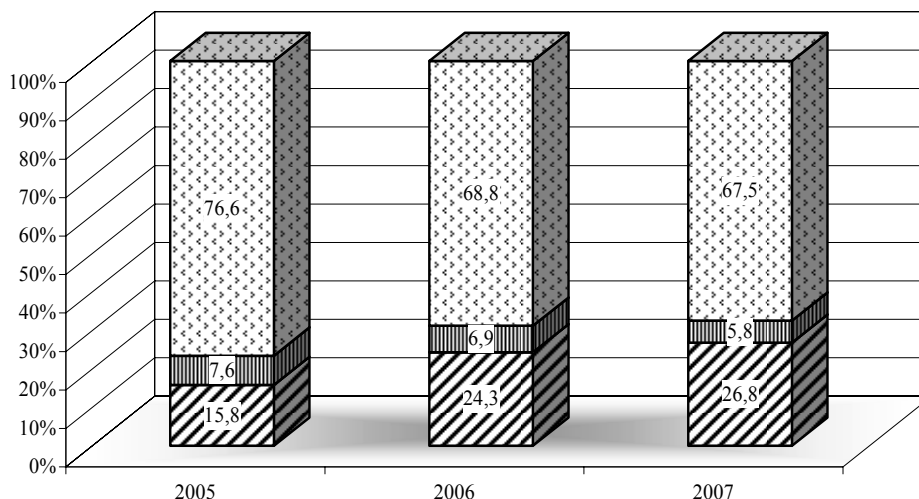
ность». Отличительной чертой конкурентоспособного объекта является его способность быть наравне с другими аналогичными объектами или даже принадлежать к числу лидеров по определенному набору показателей. Если проанализировать 400 крупнейших компаний России по объему реализованной продукции (выполненных работ, оказанных услуг), составленные рейтинговым агентством «Эксперт» в 2005 – 2007 гг., то прослеживается следующая динамика [4]. В 2005 г. доля организаций в их числе, которые представили финансовую отчетность по МСФО, составляла 15,8%, по GAAP – 7,6%. В 2006 г. аналогичные показатели достигли значений соответственно: 24,3% и 6,9%, в 2007 г. – 26,8% и 5,8%. Доля компаний, составляющих финансовую отчетность по российским стандартам бухгалтерского учета за этот период, уменьшилась с 76,6% до 67,5% (рис. 1). Примечательно, что приведенные данные отражают тенденции не среди российских организаций вообще, а среди тех предприятий, которые считаются «локомотивами» экономики. Таким образом, финансовая отчетность, составленная в соответствии с принципами МСФО, на сегодняшний день является отличительной чертой лидеров рынка.

Рассмотрение данных аспектов помогает понять, что переход на международную систему финансовой отчетности является фактором сложносоставного действия. Не сам переход как таковой повышает конкурентоспособность объекта. Однако он обуславливает качественное и количественное повышение характеристик микроэкономического характера, а именно: рост рыночной капитализации компании; снижение цены привлекаемого капитала за счет выхода на зарубежные рынки капитала; возможность использования информации в формате МСФО для принятия эффективных управленческих решений.

Влияние каждого из этих факторов на конкурентоспособность очевидно в большей мере. Следовательно, ввиду тех конкурентных преимуществ, которые может обеспечить переход на международную систему финансовой отчетности, его с полным правом можно отнести к числу факторов повышения конкурентоспособности предприятия, а значит, и региона.

Основной результат, которого достигают предприятия при переходе на МСФО, – привлечение дополнительных источников финансирования за счет выпуска облигаций и публичного размещения акций (IPO – Initial Public Offering). Эффективное использование привлеченных средств, как правило, приводит к повышению таких показателей финансово-хозяйственной деятельности экономического субъекта, как выручка и прибыль, служащих базой для исчисления налогов, что влечет за собой рост доходной части регионального бюджета.

Существует очень тесная зависимость между долей прибыльных предприятий, находящихся на территории субъекта РФ, и уровнем его дотационности. Так, по данным за 2006 год, корреляционная взаимосвязь между названными показателями имела вид, представленный на рис. 2 [4]. Тренд, построенный для этой статистической совокупности, отражает обратную зависимость, т.е. чем больше число прибыльных пред-



Условные обозначения:




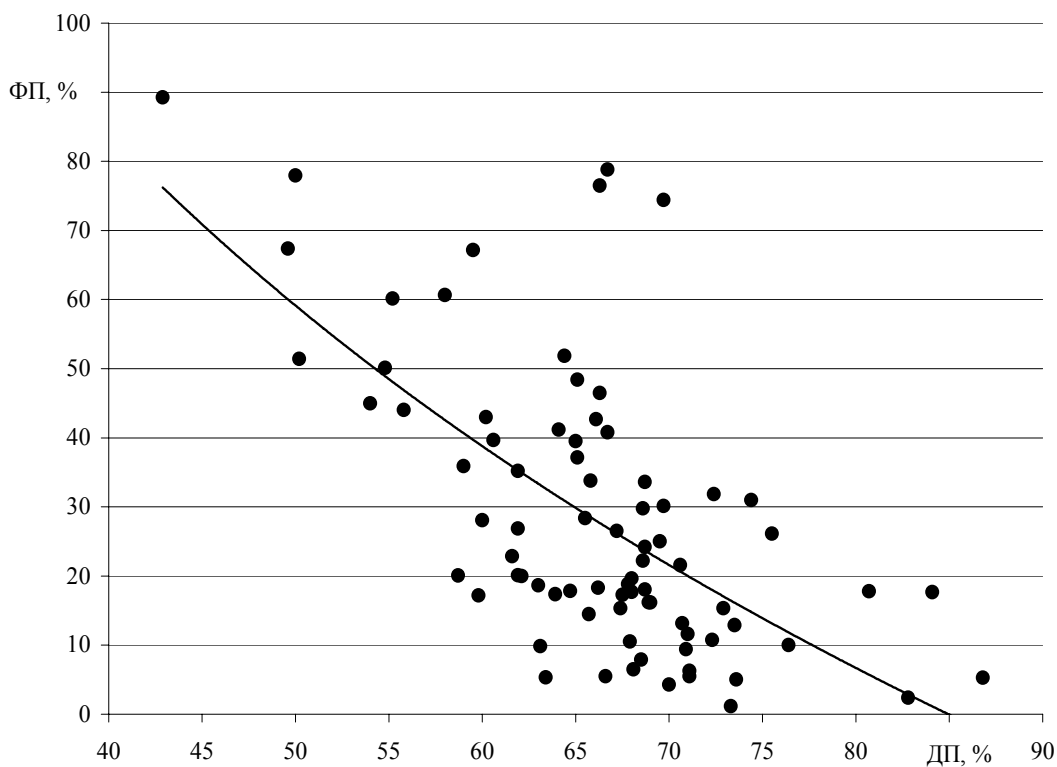
-  -финансовая отчетность по РСБУ;
-  -финансовая отчетность по GAAP;
-  -финансовая отчетность по МСФО.

Рис. 1. Динамика удельного веса крупнейших российских организаций по признаку составления финансовой отчетности



Условные обозначения:

- ДП – доля прибыльных предприятий в регионе в 2006 году;
- ФП – финансовая помощь из федерального бюджета в доходах консолидированных бюджетов субъектов РФ за январь-октябрь 2006 года

Рис. 2. Поле корреляционной зависимости между долей прибыльных предприятий в регионе и уровнем его дотационности



приятый в конкретном субъекте РФ, тем меньший объем дотаций получает регион из федерального бюджета. Таким образом, переход на МСФО, кроме прочих положительных результатов, позволяет повысить доходы региональных бюджетов и, следовательно, снизить уровень их дотационности. Если же при этом учитывать, что в настоящее время количество дотационных регионов с объемом дотаций из федерального бюджета в доходах консолидированного бюджета области, края, республики или автономного округа более 10% достигает 68, а общий объем помощи только за январь – октябрь 2006 года на эти цели составил почти 440 млрд. руб., то потребность в переходе предприятий субъектов РФ на составление отчетности по принципам МСФО приобретает поистине государственный характер.

Естественно, что составление экономическими субъектами финансовой отчетности в соответствии с принципами МСФО – это не главная цель, к которой

нужно стремиться. Надо признать, даже на крупные фондовые биржи страны могут допускаться ценные бумаги компаний, включенные в котировальный список «Б» или вовсе внесписочные. Однако следует помнить, что применение МСФО при составлении финансовой отчетности является элементом (с всевозрастающей значимостью) комплекса, который и формирует показатели конкурентоспособности предприятия, региона, страны, а значит, определяет доходность бюджетов всех уровней и в конечном итоге уровень жизни населения.

Библиографический список:

1. Новый экономический и юридический словарь / под ред. А.Н. Азрилияна. М.: Институт новой экономики, 2003. 1088 с.
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 2006. 495 с.
3. Фатхутдинов Р.А. Стратегическая конкурентоспособность. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2005. 504 с.
4. <http://www.raexpert.ru/>

УДК 336.76:51

ЗЕРКАЛЬНЫЕ ПАРЫ. АНАЛИЗ ДИСБАЛАНСА ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ. МУЛЬТИВАЛЮТНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Д.А.Герцекович¹

Иркутский государственный университет,
г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1.

Дается определение зеркальной пары. Рассмотрены преимущества мультивалютной визуализации динамики валютных курсов.

Ил. 4. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: динамика валютного курса; мультивалютная визуализация; автоматические системы торговли; зеркальные пары.

MIRROR PAIRS. THE ANALYSIS OF CURRENCY COURSES DISBALANCE. MULTICURRENCY VISUALIZATION

D.A.Gertsekovich

Irkutsk State University
1 Carl Max St., Irkutsk

The author gives definition of a mirror pair. He considers the advantages of multicurrency visualization of dynamics of the rate of exchange.

4 figures. 7 sources.

Key words: dynamics of the rate of exchange; multicurrency visualization; automated systems of commerce; mirror pairs.

При выборе стратегии для торговли на рынке *Forex* надо помнить, что ни одна валютная пара не является изолированной. На ценовую динамику влияют экономическая конъюнктура, процентные ставки, колебания товарных цен. На валютном рынке в значительной степени все взаимосвязано. Зная направление и степень взаимосвязи между некоторыми парами, трейдер может использовать это в своих интересах. Цель настоящей публикации – дать трейдеру инструменты, позволяющие проводить эффективный мультивалютный анализ для повышения прибыльности валютных операций.

Современное программное обеспечение элек-

тронных систем торговли оснащено алгоритмами, эффективность которых многими авторами либо сравнивается с эффективностью входов, вырабатываемых с помощью датчиков случайных чисел [1, 7], либо рассматривается как малопродуктивное. Успех трейдеров, использующих эти платформы для торговли, становится возможным только при условии их комплексного применения при выработке торговых сигналов [3, 6].

В настоящей статье (являющейся продолжением темы, начатой автором в [2]) анализируется возможность конструирования более эффективных алгоритмов, вырабатывающих торговые сигналы на зеркаль-

¹Герцекович Давид Арташевич, кандидат технических наук, доцент кафедры естественных дисциплин Международного института экономики и лингвистики, тел.: (3952)249998, 89148876575, e-mail: davidgerc@yahoo.com

Gertsekovich David Artashevich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Natural Disciplines of the International Institute of Economics and Linguistics, tel.: (3952)249998, 89148876575, e-mail: davidgerc@yahoo.com

ных парах. Зеркальными [2] назовем валютные пары, которые имеют разнонаправленную ценовую динамику во времени, то есть высокую обратную корреляцию, и представляют собой «зеркальное» отображение динамики друг для друга. Таковыми парами, например, являются: {EUR/USD и USD/CHF}, {EUR/GBP и GBP/CHF}. Высокая отрицательная корреляционная зависимость между этими парами [4] обусловлена, во-первых, тем, что валюты EUR и CHF, имея прямую и очень тесную связь, находятся соответственно в «числителе» и «знаменателе» перечисленных выше пар, что и определяет отрицательную корреляцию между этими парами. И, во-вторых, «зеркальное» положение доллара (в первой паре) и английского фунта (во второй паре) только усиливает разнонаправленность динамики курсов этих пар валют.

Пусть на заданном интервале времени курсы этих валютных пар нормированы [2]. Напомним, что нормировка осуществляется по формуле

$$C_{tk,i,norm} = -1 + 2*(C_{tk,i} - C_{i,min}) / (C_{i,max} - C_{i,min}),$$

где $C_{tk,i}$ – медиана курса i – ой валюты в t_k – ом баре, $C_{i,max} = \max(C_{tk,i})$ и $C_{i,min} = \min(C_{tk,i})$. Очевидно, что таким образом нормированные значения цен $P_{tk,i,norm}$ принадлежат отрезку $[-1,+1]$ и являются величинами безразмерными (рис. 1). Тогда сравнительный анализ значений нормированных цен позволяет определить, какие из них «ниже (меньше)», а какие «выше (больше)» относительно друг друга в новом (нормированном) пространстве цен, а также количественно оце-

широких пределах в зависимости от рыночной активности, числа клиентов у конкретного брокера и т. д. Таким образом, фактически мы имеем дело с таблично-заданной функцией времени и по этой таблице, которая пополняется с каждым тиком, можем построить график. Однако «читать» и интерпретировать его было бы крайне неудобно. Поэтому в техническом анализе изменения цены принято отображать на определенных одинаковых интервалах (периодах) времени. Временные интервалы, или как принято их называть – бары, могут быть минутные, часовые, дневные и т.д. На основе этих данных нами были построены минутные бары.

Как следует из рис. 1, «расстояния» между этими (зеркальными) парами последовательно увеличиваются и уменьшаются. Тогда, если

1) открыть *buy* для нижней котировки (на рис.1 для USD/CHF) и *sell* для верхней (EUR/USD) в момент времени, когда они достаточно удалены друг от друга (точка входа в транзакцию (entry) помечена только после наметившегося разворота предыдущей тенденции!),

2) закрыть нижнюю (операцией *sell*) и верхнюю (операцией *buy*) в момент времени, когда они достаточно близки друг к другу (на рис.1 точка выхода из транзакции помечена *exit*), тогда разница «расстояний» между парами, которая была на момент открытия операции и на момент закрытия операции, определяет величину выигрыша от двух проведенных

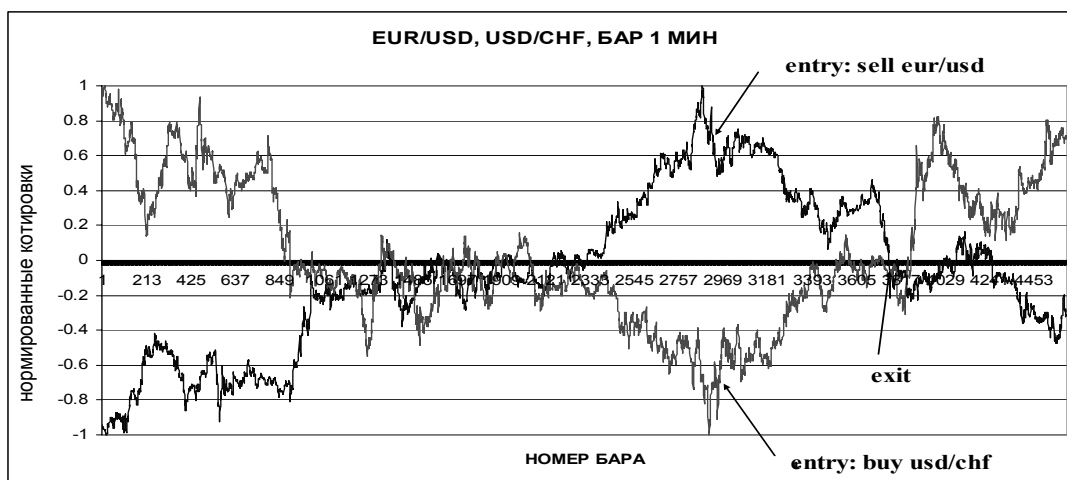


Рис. 1. Курсовая динамика зеркальной пары EUR/USD и USD/CHF

нить состояние каждой из них по отношению к их состоянию в прошлые моменты времени.

Алгоритм «Линза» [2] базируется на том факте, что динамика предварительно нормированных курсов вышеперечисленных пар валют имеет почти идеальное обратное соотношение (рис. 1). В данной работе использованы тиковые данные за 2004 год, полученные от крупнейшего американского брокера Refco (<http://www.refco.com>). Данные реальных сделок, т. е. реальные цены покупки и продажи валют, поступают в определенные, неравноотстоящие (дискретные) моменты времени, это – так называемые тики. Количество тиков в минуте или любом другом временном интервале (периоде) не постоянно и может изменяться в

транзакций (в пространстве нормированных цен). В этом и заключается основная идея алгоритма «Линза». Для рассматриваемого случая (рис.1) результаты работы алгоритма «Линза» можно проиллюстрировать следующим образом:

1. Одновременное открытие двух транзакций в баре номер 2955 (06.01.2004): *buy* USD/CHF (*open price* 1.2267); *sell* EUR/USD (*open price* 1.2763).

2. Одновременное закрытие транзакций в баре номер 3799 (07.01.2004): *sell* USD/CHF (*close price* 1.2324); *buy* EUR/USD (*close price* 1.2679).

Таким образом, без учета транзакционных издержек по паре USD/CHF выигрыш составил 57 пунктов, а для пары EUR/USD – 84 пункта, т. е. суммарный итог двух



Рис. 2. Динамика стоимости золота и курса доллара

транзакций – 141 пункт при общей продолжительности транзакций около 19 часов.

Понятие зеркальные пары относится не только к валютному рынку. Как следует из рис. 2, цена золота и доллар США также имеют почти идеальное обратное соотношение и являются почти совершенным зеркальным отражением друг друга [4]. Этому факту имеется простое объяснение. Золото и американский доллар до настоящего времени рассматриваются как товар «безопасной гавани». Поэтому в периоды геополитической нестабильности (или неопределенности) инвесторы в массовом порядке переходят на золото, чем наносят ущерб доллару. Таким образом, предложенный алгоритм имеет гораздо более широкое поле применения и, в частности, на финансовых рынках в целом.

В данной работе в самых общих чертах излагается алгоритм игры на зеркальных парах. В нем в отличие от алгоритма «Линза» вопросы схождения/расхождения курсов валют зеркальных пар во времени не анализируются. Основная идея предлагаемого подхода состоит в оценке состояния «средней» цены для зеркальной пары в целом и выработке торговых сигналов на основе результатов проведенного анализа.

Как известно, среднюю можно определить через такие показатели, как средняя арифметическая, мода, медиана и средняя геометрическая. Очевидно, что для случая вычисления средней по двум величинам (т.к. средняя вычисляется для пары зеркальных валютных пар) использование моды и медианы невозможно. Поэтому средняя для пары валют вычисля-

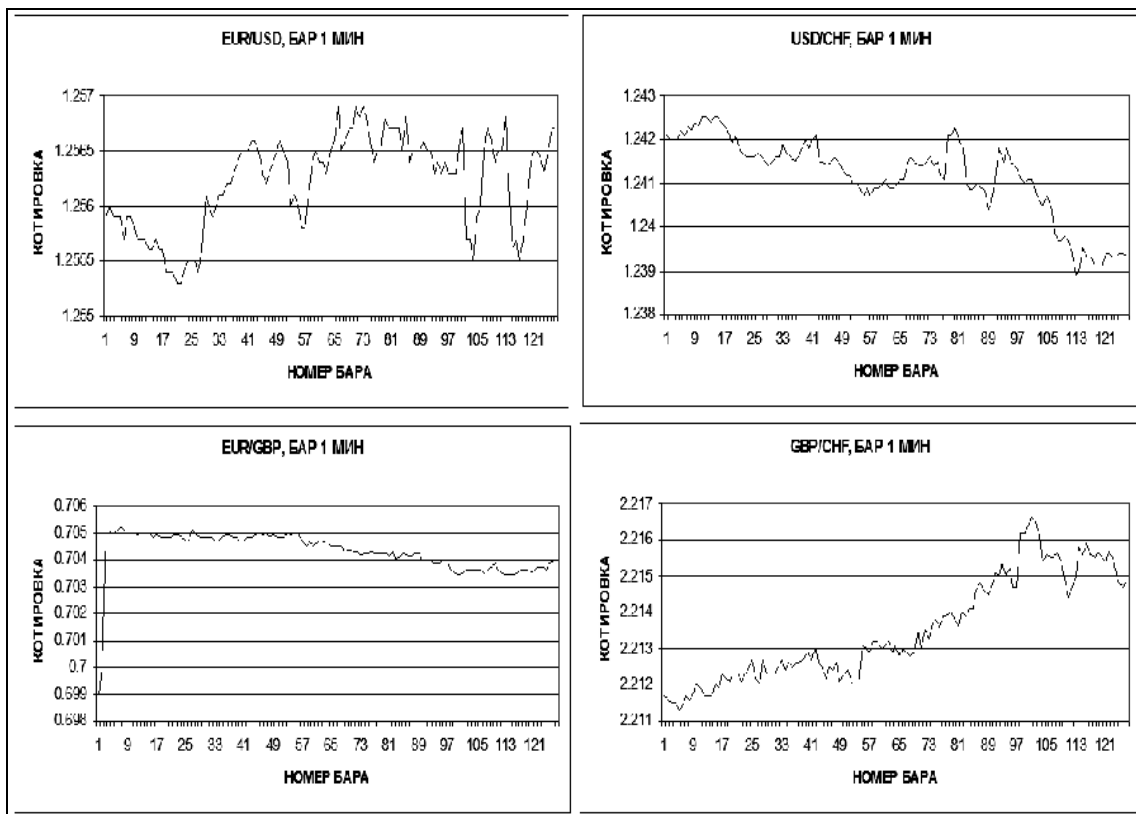


Рис. 3. Типичный вариант организации графического анализа динамики нескольких валютных пар

лась как средняя арифметическая – аддитивный алгоритм и средняя геометрическая – мультипликативный алгоритм (детально об этих алгоритмах – в следующей публикации).

Мультивалютная визуализация динамики курсов валют – совместный графический анализ связанных валютных пар. Разумеется, известные приемы графического анализа [3, 5, 6], поставляемые во всех известных торговых платформах (MetaStock, TradeStation и др.), позволяют получить представле-

ние, необходимо предварительно провести нормировку данных с целью приведения цен к единому ценовому диапазону. Так, например, если для рассматриваемых валютных пар цены всей торговой сессии относятся к их соответствующим ценам «ноля часов» (см. ниже), то такое нормирование позволит как оценить движение цен изучаемой валютной пары за анализируемый интервал времени, так и провести сравнительный анализ динамики данной валютной пары с другими валютными парами (рис. 4).

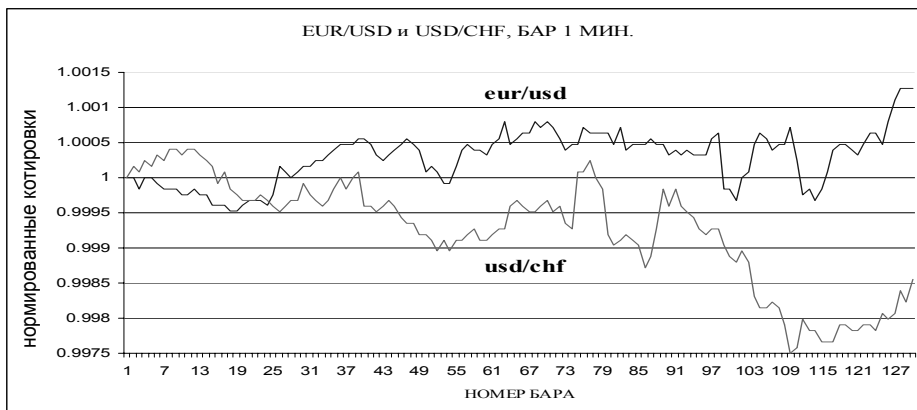


Рис. 4. Мультивалютная визуализация динамики валютных пар

ние о том, в каком состоянии находится интересующая нас валютная пара.

Однако для более полного представления будет полезным посмотреть, как ведут себя другие валюты по отношению к данной валюте. Так, например, при анализе пары *EUR/USD* представляет интерес движение курсов: *EUR/JPY*, *EUR/CHF*, *EUR/GBP*, *EUR/CAD* и *EUR/AUD*. Назовем все пары, содержащие *EUR*, «семейством» по отношению к данной валюте, а также пары *USD/JPY*, *USD/CHF*, *GBP/USD*, *AUD/USD*, *USD/CAD* и *NZD/USD* – «семей» доллара. Здесь термин «семья» используется по аналогии с рынком ценных бумаг.

Современные средства графического анализа не позволяют оценить «силу» интересующей валюты по отношению к другим валютам. Очевидно, что можно на один монитор вывести одновременно несколько графиков (в нашем примере это рис. 3) и попытаться таким образом провести необходимый графический анализ. Однако параллельный анализ нескольких графиков не так прост, как представляется, и просмотр изолированных графиков не позволяет количественно сравнить скорости изменения уровней цен для различных пар. Кроме того, затраты времени на такой анализ будут значительно больше.

Первый шаг к глобальному анализу рынка заключается в том, чтобы проанализировать более одной валютной пары на одном графике. Поскольку разные валютные пары торгуются на разных ценовых уровнях, существенные детали ситуации на рынке для конкретной пары могут быть утеряны, что, в свою очередь, может ограничить как эффективность торговли, так и возможности для определения взаимоотношений рынков. Для того чтобы можно было одновременно вывести курсы нескольких валютных пар на один гра-

фик, необходимо предварительно провести нормировку данных с целью приведения цен к единому ценовому диапазону. Так, например, если для рассматриваемых валютных пар цены всей торговой сессии относятся к их соответствующим ценам «ноля часов» (см. ниже), то такое нормирование позволит как оценить движение цен изучаемой валютной пары за анализируемый интервал времени, так и провести сравнительный анализ динамики данной валютной пары с другими валютными парами (рис. 4).

По оси ординат будем откладывать проценты прироста цен (за 100% принимается цена первого от-

раженного на графике бара C_1):

$$C_{t, \text{норм}} = 100\% (C_t - C_1) / C_1$$
 Здесь и далее C_t – цена, то есть курс рассматриваемой валютной пары в момент времени t ; $C_{t, \text{норм}}$ – соответствующая нормированная цена данной валютной пары.

Очевидно, что предложенный способ нормировки не является единственно возможным. Он имеет как свои преимущества (в начале торговой сессии все валютные пары «равны»), так и недостатки (на графике «ноля часов» имеет место некоторое искажение действительного положения вещей, так как в начале торговой сессии таким образом определенные цены всех пар валют одинаковы и равны единице). Но с другой стороны, данный способ нормировки позволяет посмотреть на проблему «другими глазами».

При реализации программы следует предусмотреть возможность одновременного вывода на монитор произвольного набора пар: одна пара, две (например, зеркальная), «семья» (например, для *USD*) и т.д. Очевидна также необходимость оснащения программы всеми необходимыми возможностями, которые предлагают современные графические пакеты программ.

Такой анализ помогает выбрать наиболее прибыльную операцию. Кроме того, результаты прогноза по группе валют лучше, чем при использовании ценовой динамики одной пары с запаздывающими аргументами, т. е. ключ к эффективному прогнозу тенденции – в учете групповой динамики валют.

Библиографический список

1. Арнольд Г. Инвестирование. Путеводитель от Financial Times. М.: Дело и Сервис, 2007. 496 с.



2. Герцекович Д.А. Зеркальные пары. Алгоритм «Линза» // Известия ИГЭА. 2007. № 4. С. 35-38.
3. Лебо Ч. и Лукас Д. В. Компьютерный анализ фьючерсных рынков. М.: Альпина, 1999. 304 с.
4. Лин. К. Дейтрейдинг на рынке Forex. Стратегии извлечения прибыли. М.: Альпина, 2007. 240 с.
5. Швагер Дж. Технический анализ. Полный курс. М.: Альпина, 2001. 768 с.
6. Элдер А. Как играть и выигрывать на бирже. М.: Диалог, 2003. 352 с.
7. Эрдман Г.В. Инвестируй и богатей. М.: НТ Пресс, 2007. 224 с.

УДК 336

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: ЭТАПЫ И ПРИНЦИПЫ ПРОВЕДЕНИЯ**Е.С.Давыдова¹**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрено понятие реинжиниринга бизнес-процессов. Обоснована необходимость проведения реинжиниринга в рамках деятельности предприятия. Приведены исторические данные об основании теории реинжиниринга. Выявлены задачи, решаемые при проведении реинжиниринга бизнес-процессов, а также выделены этапы его проведения.

Библиогр. 5 назв.

*Ключевые слова: реинжиниринг; бизнес-процесс; этапы; принципы; задачи.***THE EXAMINATION OF THE STAGES AND REALIZATION PRINCIPLES OF BUSINESS-PROCESSES REENGINEERING****E.S.Davydova**Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author considers the concept of reengineering of business-processes. She proves the necessity to carry out the reengineering within enterprise activity. The historical data on the foundation of the reengineering theory are given. The tasks being solved under the business-processes reengineering are displayed. The stages of its realization are distinguished.

5 sources

Key words: reengineering; business-process; stages; principles; tasks.

Реинжиниринг бизнес-процессов, или BPR (Business Process Reengineering), начиная с 1990 года вызывает активный интерес специалистов в области менеджмента и информационных технологий. Сегодня методы BPR взяты на вооружение уже практически всеми ведущими компаниями мира. За последние несколько лет правительство США инициировало более 400 проектов по реинжинирингу, а на данный момент рынок инструментальных средств поддержки BPR оценивается в 300 млн. долларов и растет со скоростью более чем 40% в год.

Метод революционного преобразования деятельности предприятия, коренной перестройки его бизнеса, который получил название реинжиниринг, появился на Западе в 80-е годы прошлого столетия. Основателями теории реинжиниринга являются Майкл Хаммер и Джеймс Чампи, которые выпустили книгу «Реинжиниринг корпорации: манифест для революции в бизнесе». М. Хаммер в своей работе рассматривает появление BPR как революцию в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий, предложенных 200 лет назад А.Смитом, и превращает конструирование бизнеса в инженерную деятельность. Возможность такой революции обусловлена, в первую очередь, новейшими достижения-

ми в области информационных технологий (ИТ), специалисты которой начинают играть ведущую роль в конструировании бизнеса. BPR является научно-практическим направлением, возникшим на стыке двух различных дисциплин, и поэтому он требует новых специфических средств представления и обработки проблемной информации – понятных и удобных как менеджерам, так и разработчикам информационных систем. Подобные средства требуют интеграции ключевых достижений информационных технологий и создания соответствующих инструментальных средств поддержки реинжиниринга, ориентированных на использование как специалистами в области информационных технологий, так и менеджерами.

Майкл Хаммер и Джеймс Чампи определили **реинжиниринг** как «фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения существенных улучшений в таких ключевых для современного бизнеса показателях результативности, как затраты, качество, уровень обслуживания и оперативность» [2, с. 43]. Иными словами, реинжиниринг – это перестройка (перепроектирование) деловых процессов для достижения радикального улучшения деятельности фирмы. Реинжиниринг бизнеса означает отказ от традиционного опыта про-

¹Давыдова Екатерина Сергеевна, ассистент кафедры финансов и кредита, тел.: 89025680666, e-mail: kateika444@mail.ru
Davydova Ekaterina Sergeevna, an assistant of the Chair of Finances and Credit, tel.: 89025680666, e-mail: kateika444@mail.ru

мысленного менеджмента и необходимость решить, как работа должна выполняться наилучшим образом.

Потребность реинжиниринга связывается с высокой динамичностью современного делового мира. Непрерывные и довольно существенные изменения в технологиях, рынках сбыта и потребностях клиентов стали обычным явлением, и компании, стремясь сохранить свою конкурентоспособность, вынуждены непрерывно перестраивать корпоративную стратегию и тактику. BPR, с помощью которого были пересмотрены принципы организации бизнес-процессов на основе разделения труда, предложенные А.Смитом в «Богатстве наций», показал, что они неадекватны современным условиям. Принцип разделения труда, послуживший основой успешному развитию бизнеса в течение последних двухсот лет, исходит из предположения об относительной стабильности существующих технологий, а также постоянно растущем спросе на товары и услуги, при котором потребитель не имеет широкого выбора и довольствуется уже самим наличием продукции. Поэтому наиболее эффективной оказалась иерархическая пирамидальная структура компаний, организованных по функциональному признаку. Управление построено на административно-командных принципах. При этом клиентам отводится самый нижний уровень иерархии, где они представлены безликим «массовым потребителем». Однако с развитием современных технологий исчезла стабильность, а с ростом конкуренции – изменилась и роль потребителя. Соревнование между производителями привело к дроблению массового рынка на относительно небольшие ниши, где уже потребитель диктует свои условия производителям, а не наоборот.

Потребитель в наше время имеет существенно больший выбор не только товаров и услуг, но и технологий. В результате производитель вынужден непрерывно приспосабливаться как к новым технологиям, так и к постоянно меняющимся запросам своих клиентов: изменение бизнес-процессов превращается в практику повседневной жизни компаний, а инерционность пирамидальной структуры становится тормозом на пути к их выживанию.

Процесс реинжиниринга базируется на двух основных понятиях: «будущий образ фирмы» и «модель бизнеса». Будущий образ фирмы – упрощенный образ оригинала, отражающий главные его черты и не учитывающий второстепенные детали. Модель бизнеса – это представление основных хозяйственных процессов фирмы, взятых в их взаимодействии с деловой средой фирмы. Модели составляются и просчитываются при помощи специальных компьютерных программ. Модели бизнеса позволяют определить характеристики основных процессов деловой единицы и необходимость их перестройки – реинжиниринга.

Итак, объектом реинжиниринга являются не организации, а процессы. Компании подвергают реинжинирингу не свои отделы продаж или производства, а работу, выполняемую персоналом этих отделов.

Основной целью реинжиниринга бизнес-процессов является качественное улучшение отдельных направлений деятельности компании.

При проведении реинжиниринга бизнес-процессов решаются следующие задачи:

1. Определяются бизнес-процессы, приоритетные для эффективной работы компании и соответствующие ее стратегическим целям.

2. Проводится анализ и оценка их оптимальности по параметрам: издержки, качество, скорость, информация, принятие решений и т.п.

3. Строится оптимальная модель выполнения процесса.

4. Определяются критерии качества, предъявляемые к конечному и промежуточным результатам, а также нормативы выполнения.

5. Перерабатываются или разрабатываются заново формы-носители информации о ходе и результатах выполнения каждой операции.

6. Разрабатываются административные инструкции (регламенты), детально регламентирующие последовательность и содержание работ каждого сотрудника, участвующего в бизнес-процессе.

7. Проводится тренинг сотрудников.

В первоначальный период работы по новым стандартам проводится детальный контроль за их выполнением с целью принятия сотрудниками новых моделей поведения и стандартов деятельности, а также оперативного выявления отклонений оптимизированной модели бизнес-процесса от меняющихся условий деятельности.

Весь процесс реинжиниринга можно разбить на этапы:

1. Формирование желаемого образа фирмы. Происходит в рамках разработки стратегии фирмы, ее основных ориентиров и способов их достижения.

2. Создание модели реального или существующего бизнеса фирмы. Воссоздается (реконструируется) система действий, работ, при помощи которых компания реализует свои цели. Производится детальное описание и составление документации основных операций компании, оценивается их эффективность.

3. Разработка модели нового бизнеса. Происходит перепроектирование текущего бизнеса — прямой реинжиниринг. Для создания модели обновленного бизнеса осуществляются следующие действия:

- Перепроектируются выбранные хозяйственные процессы. Создаются более эффективные рабочие процедуры (задания, из которых состоят бизнес-процессы). Определяются технологии (в том числе информационные) и способы их применения.

- Формируются новые функции персонала. Перерабатываются должностные инструкции, определяется оптимальная система мотивации, организуются рабочие команды, разрабатываются программы подготовки и переподготовки специалистов.

- Создаются информационные системы, необходимые для осуществления реинжиниринга: определяется оборудование и программное обеспечение, формируется специализированная информационная система бизнеса. Необходимый для реинжиниринга уровень информационного обеспечения предполагает, что информация должна быть доступна каждому участнику.



ку проекта реинжиниринга в любой точке деловой единицы, возможно, одновременно в разных местах она однозначно интерпретируется.

- Производится тестирование новой модели – ее предварительное применение в ограниченном масштабе.

4. Внедрение модели нового бизнеса в хозяйственную реальность фирмы. Все элементы новой модели бизнеса воплощаются на практике. Здесь важна умелая состыковка и переход от старых процессов к новым, чтобы исполнители процессов не ощущали дисгармонии рабочей обстановки и не переживали состояние рабочего стресса. Эластичность перехода во многом определяется степенью тщательности выполнения подготовительных работ.

Риск при проведении реинжиниринга довольно значителен. Однако следует подчеркнуть, что причины его неудач заключаются в нарушении правил его проведения. Участники реинжиниринга в меру своих знаний и умений могут влиять на результаты. Главное – избегать глобальных ошибок.

Риск реинжиниринга бизнеса можно разделить на две категории:

- 1) риск, связанный с изменением процесса;
- 2) риск, связанный с используемой технологией.

По мнению большинства специалистов, 80 % неудач при проведении реинжиниринга вызваны такими «мягкими» факторами, как мотивация, обязательность участия руководства, необходимость экспертного руководства. Для того чтобы гарантировать успех проекта реинжиниринга, необходимо придерживаться следующих **принципов**:

- несколько рабочих процедур объединяются в одну, т.е. происходит горизонтальное сжатие процесса (по имеющимся оценкам горизонтальное сжатие ускоряет выполнение процесса примерно в 10 раз);
- исполнители принимают самостоятельные решения, т.е. осуществляется не только горизонтальное, но и вертикальное сжатие процессов (наделение сотрудников большими полномочиями и увеличение роли каждого из них приводит к значительному повышению отдачи);
- шаги процесса выполняются в естественном порядке;
- процессы имеют различные варианты исполнения

УДК 339.1, 339.52

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕШНЕТОРГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКОГО ЛЕСНОГО СЕКТОРА

И.А.Ермолаев¹

Московская финансово-юридическая академия,
г. Москва, ул. Б. Черемушинская, 17 А.

Рассмотрена роль институтов, регулирующих отношения лесного сектора, с точки зрения влияния на развитие лесной промышленности и внешнеэкономическую деятельность предприятий лесной промышленности. Раскрыты недостатки лесного законодательства. Предложены направления совершенствования правовой среды лесного сектора. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: институты лесного сектора; лесная и деревообрабатывающая промышленность; ценовая политика.

¹Ермолаев Илья Алексеевич, аспирант, тел.: 89263450502, e-mail: lamilo@mail.ru
Ermolaev Ilja Alekseevich, a postgraduate, tel.: 89263450502, e-mail: lamilo@mail.ru

(тот или иной вариант выбирается в зависимости от конкретной ситуации, состояния и т.д.);

- работа выполняется в том месте (подразделении, отделе), где это целесообразно (устраняется излишняя интеграция, что приводит к повышению эффективности процесса в целом);
- уменьшается количество проверок и управляющих воздействий;
- минимизируется количество согласований путем сокращения внешних точек контакта;
- единая точка контакта обеспечивается уполномоченным менеджером (в тех случаях, когда шаги процесса либо сложны, либо распределены таким образом, что их не удастся объединить силами небольшой команды).

В заключение хотелось бы отметить, что первая отечественная практика применения BPR показала не только необходимость реинжиниринга, но и его возможность. Однако для успешного его проведения важно использование обоснованных методологий и современных инструментальных средств, адекватных решаемым задачам. Впервые появившись в США, BPR как научно-практическое направление за пять лет превратился в одну из ведущих и активно развивающихся отраслей информатики. Сегодня уже начато продвижение консалтинговых услуг и инструментариев по BPR и на российский рынок. Применение мирового опыта построения эффективных компаний представляет огромную ценность для нашей страны, проводящей глобальную экономическую реформу и активно внедряющейся в мировую экономическую систему.

Библиографический список

1. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление. М.: ИНФРА-М, 2005.
2. Майкл Хаммер, Джеймс Чампи. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе. Манн, Иванов и Фербер, 2006. 276 с.
3. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии. М.: Финансы и статистика, 1997.
4. Тельнов М. Реинжиниринг бизнес-процессов. М., 2004.
5. Уткин Э.А. Бизнес-реинжиниринг. Обновление бизнеса. М.: ЭКМОС, 1998.



INSTITUTIONAL FACTORS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF FOREIGN TRADE ACTIVITY OF RUSSIAN TIMBER SECTOR

I.A.Ermolaev

Moscow Financial and Juridical Academy

17A B.Chermushinskaya St., Moscow

The author considers the role of the institutions regulating the relationships of a timber sector from the point of view of its influence on the development of timber industry and external economical activity of the enterprises of timber industry. He reveals the shortcomings of the forest legislation. He offers aspects to perfect the legal sphere of the timber sector.

4 sources.

Key words: institutions of timber sector; timber and wood-working industry; pricing.

Лесной сектор – это сфера экономических отношений, которая включает в себя предприятия по добыче древесного сырья, его переработке и продаже сырья и продукции лесного хозяйства на внутреннем и внешнем рынках страны.

Лесной сектор экономики принято разделять на две части: 1) лесопромышленный комплекс включает предприятия, которые специализируются на получении и переработке лесного сырья; к предприятиям лесной промышленности относятся комбинаты по заготовке и переработке лесного сырья; 2) лесное хозяйство, т.е. деятельность, направленная на сохранение и рациональное использование лесных ресурсов. Согласно статье 12 «Лесного Кодекса» России, к основным требованиям, которые предъявляются к ведению лесного хозяйства, относятся: повышение природоохранного значения леса; сохранение и усиление экологической функции леса, воспроизводство леса и улучшение его породного состава, а также эффективность ведения лесного хозяйства.

Лесная промышленность была всегда одной из важных отраслей экономики и определяла развитие социально-экономической составляющей регионов, увеличивая валютные резервы государства благодаря экспорту древесины. Поле деятельности органов, занятых государственным управлением лесами (лесным хозяйством), традиционно рассматривалось правительством как нечто дополнительное к лесопромышленному комплексу, а сами леса России – как сырьевая база для лесозаготовок.

Рассмотрим соотношение характеристик лесного хозяйства и лесопромышленного комплекса. По площади лесов, которые составляют 809 млн. га, Россия занимает первое место в мире, опережая Бразилию (478 млн. га) и Канаду (310 млн. га). На душу населения нашей страны приходится более 5 га леса, тогда как в среднем в мире – 0,62 га. В лесах России сосредоточено 25% мировых запасов лесов – «зелёного золота» – более 86 млрд. м³, при этом хвойные леса России (более ценные, чем листопадные) по объему древесины составляют половину мировых и почти 80% российских запасов древесины², что говорит об огромном ресурсном потенциале лесного сектора.

Производство лесной продукции занимает в структуре экономики России пятое место по объемам внут-

реннего валового продукта (ВВП) и четвертое место по объемам экспорта. Доля лесопромышленного комплекса России в национальной экономике составляет 4,5%, а в 45 субъектах Российской Федерации – от 10% до 50% от общего объема промышленной продукции³. Промышленными лесозаготовками, переработкой древесины и торговлей лесоматериалами, включая мебель и бумажную продукцию, в стране заняты более 30 000 предприятий. В итоге от леса напрямую и косвенно зависит около 5 миллионов работников лесопромышленного комплекса и лесного хозяйства, включая членов их семей. Торговля лесной продукцией, особенно экспорт лесоматериалов, является важным источником доходов государственного бюджета России. Только объем валютных поступлений в бюджет от экспорта лесоматериалов занимает третье место после газа и нефти и в 2000 г. составлял 3,3 млрд. долларов.

Однако эффективность использования российского лесного потенциала невысока. Обладая четвертью всех запасов древесины мира, Россия производит лишь 1/20 часть мировой продукции ЛПК. Ежегодная валютная выручка стран – ведущих конкурентов, имеющих более скромные лесосырьевые ресурсы, составляет значительно более высокие показатели: Канада получает от экспорта леса около 26 млрд.долл. (в 7 раз больше России), США – 16 млрд. долл. (в 5 раз), Швеция – 12 млрд.долл.(в 4 раза), Финляндия – 10 млрд.долл. (в 3 раза больше).⁴

На этом фоне удручающе выглядит первое место в мире по экспорту необработанного круглого леса. В 2006 году из России вывезено в основном в Финляндию и Китай 51 млн м³ круглого леса, в 2007-м – 49,3 млн. кубометров.⁵ В валютной выручке от продажи лесной продукции продолжают преобладать круглые лесоматериалы и пиломатериалы, доля которых никогда не была ниже 32% по круглым лесоматериалам и 25% – по пиломатериалам. Конкуренты же практически не экспортируют круглый лес, в их экспорте преобладает целлюлозно-бумажная продукция, которая составляет в валютной выручке Финляндии – 82%; Швеции – 77%; Канады – 68%; США – 55%. Доля России на мировом рынке лесобумажной продукции, т.е. продукции высокого передела, составляет 4%, в то время как доля Финляндии – 9%, США – 13%, Канады

² Михайлин М.Н. Пособие по внешнеэкономической деятельности. М., 2008. С. 26.

³ Российский статистический ежегодник. Госкомстат. М., 2004. С. 159, 391.

⁴ Боровский Е.Э. Лес рубят. //Биология. №2. 2008. С.7.

⁵ Российская экономика – прогнозы и тенденции. Москва. 31.12.2008. Номер выпуска: 012.

⁶ См. Боровский Е.Э. Лес рубят. Там же.



– 17,5%.⁶ Российский экспорт по товарной группе «древесина и целлюлозно-бумажные изделия» в 2008 г. составил 2,5%.⁷

В России вырубается в год 180 миллионов кубометров древесины (при огромном запасе в 86 млрд. м³), однако доход российских производителей с одного кубометра заготовленной древесины составляет около 70 долларов. Это в 5 раз меньше, чем в странах с развитой лесной промышленностью. Если в Финляндии из тысячи кубометров древесины производят 212 м³ пиломатериалов, 27 м³ фанеры, 213 м³ целлюлозы и 237 м³ бумаги и картона; в Канаде – 340 м³ пиломатериалов, 100 куб. м бумаги, то в России из 1000 м древесины львиную долю составляют пиломатериалы – 238 м³ и лишь 34 м³ фанеры, 48,7 – целлюлозы, 56,2 – бумаги.⁸ Выпуск продукции глубокой переработки еще настолько слабо освоен, что Россия вынуждена ввозить высококачественную бумагу и картон. Экпортируя кругляк (48 млн. м³ по 70 долл. за кубометр) и при этом импортируя переработанную продукцию с большой добавочной стоимостью по 200-700 долларов за м³, страна теряет на разнице в цене более 100 млн. долларов. Для сравнения: за счет переработки леса-кругляка Китай получает на 1,5-2,0 млрд. в год больше, чем дает весь российский лесной экспорт.

Объем экспорта в Китай с 2001 по 2005 гг. бревен ели и пихты составил 3,5 млн. м³ по цене в среднем по 45 долларов США, в Японию – 3,4 млн. м³ по 54 долл., в Корею – 3,5 млн. м³ по 42 долл. Эти данные взяты из таможенных деклараций. Однако, по данным китайских и североамериканских источников, российские экспортеры за этот же период фактически поставили в Китай 17,6 млн. м³, что включает нелегальные поставки, из них ель и пихта составили 3,64 млн. м³.

В дополнение к неэффективному использованию леса, имеет место хищническая эксплуатация лесного фонда, включая крупномасштабные криминальные рубки и организацию мощных контрабандных потоков «кругляка» ценнейших пород на Запад и Восток.⁹

В экономике одним из ведущих подходов последних лет является объяснение экономических явлений с точки зрения действующих институтов. Институты – это правила, нормы, регулирующие поведение экономических агентов, объясняющие причины принятия тех или иных решений. Рассмотрим роль институтов, регулирующих отношения лесного сектора, оказывающие влияние на его эффективность и внешнеэкономическую составляющую.

Институты лесного сектора – это базовые структуры лесного комплекса, которые позволяют упорядочить как работу этого сектора экономики, так и производственно-торговые отношения внутри него. Одним из самых важных институтов в лесном хозяйстве является лесное законодательство. Лесное законодательство относится к формальным институтам лесно-

го хозяйства. От того, как происходит регулирование отношений в сфере лесного бизнеса, в частности, между властью, промышленниками и рынком сбыта, зависит дальнейшее развитие этой отрасли. Так, в соответствии с «Лесным Кодексом» использование лесных фондов без ограничений может осуществляться только в эксплуатационных лесах, расположенных на землях лесного фонда.

Те противоречия, которые существуют в законодательстве, регулирующем отношения в сфере лесной промышленности, значительно отражаются на экономическом эффекте и снижают прибыльность этой сферы хозяйства. Так, в «Основах лесного законодательства», принятых в 1993 году, говорится о том, что лесные ресурсы находятся в собственности государства, но, наряду с этим, не отрицаются и другие формы собственности. Также закон не устанавливает четкого разграничения прав субъектов лесной промышленности и лесопользователей. Также завышены сроки действия арендных договоров на пользование лесными участками (от 10 до 90 лет в России против 15-25 в развитых странах мира – данные получены на основе сравнительного анализа лесного законодательства России, Соединенных Штатов Америки, Канады и Швеции).

На данном этапе развития лесной промышленности преобладают неформальные институты, регулирующие отношения между правосубъектами в лесном комплексе. Такие неформальные институты (не подкрепленные законодательно договоры, отсутствие штрафных санкций в сфере лесного хозяйства и т.д.) значительно тормозят развитие рыночной экономики в этом секторе, кроме того, приводят к постепенному упадку в этой отрасли хозяйства.

Одним из существенных недостатков «Лесного кодекса» является отсутствие четкой границы между терминами «лес» и «лесной участок». Лес определяется как участок земли, на котором произрастают лесные породы растений. При этом на лес как отдельную территорию не распространяется право собственности. Оно распространяется на понятие «земельный участок», на котором и может произрастать лес. Лесной участок определяется как самостоятельный природный объект, который имеет определенный правовой статус. Еще один недостаток кодекса – ценовая политика. Российская древесина на международном рынке реализуется по ценам, значительно уступающим другим странам. С одной стороны, это позволяет привлечь покупателей, но, с другой – ценное сырье продается практически за бесценок.

Отсутствие четкого разграничения прав собственности на лесные участки не защищает лесные ресурсы от несанкционированного использования, не обеспечивает охрану лесных ресурсов и не стимулирует предприятия лесной сферы принимать меры по сохранению лесных фондов.

Понятие «использование лесов» трактуется довольно широко: как применение древесины в качестве сырья для деревоперерабатывающей промышленности и как использование лесных зон в рекреационных целях.

⁷ Михайлин М.Н. Пособие по внешнеэкономической деятельности. М., 2008. С.28

⁸ Российская газета. 26.12.2007. С. 1-4.

⁹ Экономика и образование. 2005. №7-8. С. 42.

Прежде всего совершенствования требует правовой институт лесного сектора. Для выработки четкого законодательства необходимо точно определить понятие леса, лесных фондов, разработать классификацию лесных участков. Внимания требует и сфера правовых отношений в лесном секторе: в частности, регулирование прав на собственность лесных участков, заключение договоров на аренду лесных участков.

Изменения в лесном законодательстве призваны стабилизировать ситуацию в лесном секторе экономики. Так, четкое разграничение собственности – частной, муниципальной или государственной – позволит обеспечить финансирование развития лесного хозяйства на том или ином участке, сформировать программу по сохранению лесных фондов. Четкий механизм досрочного расторжения договора на аренду лесных участков в связи с нарушением арендатором условий договора позволит сохранить лесные территории от несанкционированных действий. Регулирование вырубki лесов на законодательном уровне поможет сохранить редкие и ценные породы деревьев, что будет способствовать не только сохранению лесных фондов, но и поддержанию биологического разнообразия на лесных территориях.

Для повышения качества лесной продукции необходимо выделять средства на поддержание состояния лесов, а также их восстановление после природных бедствий (лесных пожаров, наводнений и т.д.). Кроме того, необходимо привлекать высококвалифицированных специалистов в сферу лесного хозяйства – а для этого следует обеспечить социальные гарантии и повышать престижность профессии лесных инженеров.

Своевременный мониторинг причин лесных пожаров позволит в будущем свести к минимуму риск их возникновения и обеспечить пожарную безопасность лесных участков.

Комплекс мероприятий, направленный на совершенствование институтов в лесном секторе экономики России, позволит не только сохранить и преумножить лесные богатства страны, но и повысить эффективность использования лесных ресурсов, а также вывести лесной бизнес на качественно новый уровень развития. Повышение рентабельности предприятий лесопромышленного комплекса создаст условия для привлечения инвесторов в лесной сектор экономики, улучшит работу ЛПК. Наряду с тем, такая стабилизация положения в лесопромышленном комплексе России позволит значительно повысить престиж страны на международном рынке. Но в погоне за экономической выгодой не следует забывать о том, что леса выполняют в первую очередь важнейшую экологическую функцию – очищают воздух и способствуют сохранению климата.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации [Государственная Дума Российской Федерации от 22.01.1997 г. № 22-ФЗ] / Собрание законодательства РФ, 03.02.1997.
2. Положение об аренде участков лесного фонда: постановление Правительства РФ от 24 марта 1998 г.
3. Козырева Г.Б. Проблемы формирования социальных институтов устойчивого лесопромышленного комплекса. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006.
4. Устойчивое управление лесами России и европейский рынок лесоматериалов: материалы ТАСИС. М., 2006.

УДК 330.322.23

ЯПОНСКИЕ ИНВЕСТИЦИИ В РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В.Жаркова¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Статья содержит данные о реализации проектов инвестирования Японской национальной корпорацией по нефти, газу и металлам JOGMEC в нефтегазодобывающий комплекс Иркутской области, показана взаимосвязь проекта со строительством транспортного трубопровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО).

Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: японские инвестиции; инвестирование в нефтегазодобывающий комплекс; инвестиционное и внешнеэкономическое сотрудничество Россия-Япония; укрепление японо-российского сотрудничества в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока.

JAPANESE INVESTMENTS INTO THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS EXTRACTIVE COMPLEX OF IRKUTSK REGION

E.V.Zharkova

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The article contains data on reasons and the realization of investment projects of the Japanese oil, gas and metal national corporation JOGMEC into the oil and gas extractive complex of Irkutsk region. It demonstrates the correlation of the project with the construction of the transporting pipeline "East Siberia-The Pacific Ocean".

3 sources

¹Жаркова Елена Викторовна, аспирант, старший преподаватель Международного института экономики и лингвистики ИГУ, тел.: 89025616014, e-mail: zharkovae@yandex.ru

Zharkova Elena Viktorovna, a postgraduate, a senior lecturer of the International Institute of Economics and Linguistics of Irkutsk State University, tel.: 89025616014, e-mail: zharkovae@yandex.ru



Key words: Japanese investments; investments into oil and gas extractive complex; investment and external economic collaboration Russia-Japan; consolidation of Russian-Japanese collaboration in the regions of East Siberia and Far East.

Развитие мировой экономики сопровождается прогрессирующим увеличением объемов потребления минерально-сырьевых ресурсов. За последние 35 лет использовано 80-85% мировых запасов нефти и газа от общего объема их добычи за весь исторический период. Объем использования других видов минерального сырья за эти же годы вырос в 3-5 раз. Промышленно развитые страны, в которых проживает 16% населения земного шара, добывают в стоимостном выражении около 35%, а потребляют более 55% мирового минерального сырья. Неравномерность распределения минерально-сырьевых ресурсов предопределяет необходимость поиска новых источников минерального сырья и перемещения огромного количества продуктов его переработки.

Страны Азии проявляют все большую заинтересованность в поставках сырой нефти и газа с месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. Китай, Корея и Япония стремятся активизировать сотрудничество в освоении месторождений углеводородов Сибири и Дальнего Востока, принять участие в работах по сооружению трубопровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО). По мере реализации проекта трубопровода ВСТО интерес стран Азиатско-Тихоокеанского региона возрастает. Одним из направлений сотрудничества является совместная разработка восточносибирских месторождений.

Япония относится к крупнейшим импортерам минерального сырья и первичной продукции минерально-сырьевого комплекса. Глобализационные процессы в мире порождают глобализацию мирового минерально-сырьевого комплекса. За неимением собственных природных ресурсов Япония при помощи инвестирования стремится участвовать в мировой добыче энергоресурсов. Однако в условиях жесткой конкуренции и падения цен инвесторы заинтересованы минимизировать риски и осваивать месторождения в государствах с предсказуемой экономикой и стабильным политическим положением. Кроме того, собственно производство по добыче и переработке вытесняется из Японии в пользу импорта продуктов, т.к. расчеты показывают, что доход страны, покупающей энергоресурсы и имеющей новые технологии для их переработки и использования, более чем в 20 раз превышает затраты на покупку этого ресурса.

Интерес японских инвесторов к сотрудничеству с Россией в области разведки и добычи энергоресурсов связан, прежде всего, с пересмотром прежней энергетической политики Японии.

Полная зависимость от импорта углеводородов вынуждает правительство Японии изыскивать новые пути поставок энергоресурсов и в связи с этим пристально следить за нефтегазовыми проектами на территории России. С этим связаны множественные инвестиционные и совместные с российскими компаниями проекты в области энергетики и атомной электроэнергетики. Снижение зависимости энергетики страны от нефти и какого-либо региона от ее поставок является

основной задачей обеспечения энергетической безопасности Японии [1]. В последнее время обеспечение Японии энергией на 50% зависит от нефти, при этом в данный момент 90% ее поступает из стран Среднего Востока.

В связи с этим внешнеэкономическое сотрудничество Россия-Япония все более укрепляется. Особенно внушительно растут объемы внешнеторгового оборота в Иркутской области, что напрямую связано с расположением в регионе месторождений углеводородов. В 2008 году товарооборот области составил около 1,5 млрд. долл. США, что в 1,5 раза больше, чем в 2007 году (153% к 2007 году).

Первым этапом совместного сотрудничества в области ТЭК является разведка углеводородного сырья. Основное внимание японских инвесторов привлекают проекты сотрудничества в сфере энергетики и освоения углеводородных ресурсов Иркутской области на основании энергетического соглашения между Россией и Японией, заключенного в 2003 году [2].

Если объективно оценить ситуацию, фактически Россия была и продолжает оставаться поставщиком сырья, важнейшими сырьевыми ресурсами являются нефть и природный газ. С развитием проектов «Сахалин-1», «Сахалин-2» и «Сахалин-3» природный газ постепенно вытесняется сжиженным природным газом, поставки которого будут вестись из Сибири по транспортному трубопроводу ВСТО через Дальний Восток в Японию. Основой вышеупомянутого проекта должна быть надежная ресурсная база.

Реализация проекта магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО) является одной из приоритетных задач в Энергетической стратегии России на период до 2030 года. Сооружение Восточного нефтепровода направлено на диверсификацию экспортных маршрутов и продвижение российского сырья на новые рынки. Прирост мощности магистральных нефтепроводов в дальнейшем зарубежье должен составить к 2030 году 65 – 70%. Развитие восточного направления в экспорте ресурсов в Энергетической стратегии признано основным. К концу реализации проекта ВСТО удельный вес восточного направления в экспорте жидких углеводородов (нефть и нефтепродукты) возрастет с 6% в настоящее время до 25%, а в экспорте газа – с 0 до 20% (по данным официального сайта Правительства РФ).

Ресурсная база Сибири и Дальнего Востока велика. Начальные суммарные ресурсы газа Восточной Сибири и Дальнего Востока в настоящее время составляют 64,3 трлн. м³, из них 49,4 трлн. м³ приходится на сушу, 14,9 трлн. м³ – на морской шельф. Газ месторождений Восточной Сибири и Якутии характеризуется высоким содержанием гелия (около 0,25%). Разведанные запасы, а также прогнозируемый прирост обеспечат к 2030 году возможность добычи газа по восточным регионам страны в объеме до 207 млрд. м³ в год. Приведенные показатели характеризуют достаточно высокую обеспеченность запасами углеводо-



родов месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока и надежность создания на их базе крупного центра газовой промышленности на востоке России.

По прогнозам Управления недропользования Иркутской области в 2012 году в распределенном фонде недр Иркутской области должны значиться 88 участков углеводородного сырья. В 2008 году были выданы лицензии на освоение 8 участков углеводородов. С 2009 по 2012 год предполагается выдавать по пять лицензий ежегодно. В настоящее время геологоразведочные работы проводятся на 19 участках Иркутской области, которые относятся к объектам государственного заказа. За собственный счет компании-недропользователи осваивают 65 участков углеводородов в Иркутской области. Начальные суммарные извлекаемые ресурсы углеводородного сырья в Иркутской области составляют 2 млрд. 260 млн. тонн нефти и 8 трлн. 339 млрд. м³ газа. При этом к категории С1 относится 187,3 млн. тонн нефти и 1 трлн. 569 млрд. м³ газа. К промышленной добыче может быть подготовлено 643 млн. тонн нефти и 2 трлн. 277 м³ газа.

В настоящее время в Иркутской области выявлено и разведано 14 месторождений углеводородов. Из них шесть нефтегазоконденсатных, столько же газоконденсатных, одно нефтяное и одно газовое. При этом степень разведки крайне невелика – 8% от общего объема нефти и 20% общего объема газа.

Существует несколько направлений, по которым в Иркутской области осуществляются японо-российские проекты. Среди них – проведение геологоразведочных работ, подготовка и освоение месторождений углеводородного сырья, развитие газохимии на основных газовых месторождениях, развитие газовой энергетики. Объектами работ являются три участка: Западный Ярактинский, Северо-Могдинский и Большетирский.

К настоящему времени на территории Иркутской области действуют два совместных российско-японских предприятия, созданные в 2008 году совместно с ООО «Иркутская нефтяная компания». Северо-Могдинский участок разрабатывается совместным предприятием «ИНК-Север», Большетирский и Западно-Ярактинский участок осваивается совместным предприятием «ИНК-Запад».

Крупным инвестором совместных российско-японских энергопроектов в Иркутской области выступает Японская национальная корпорация по нефти, газу и металлам (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, JOGMEC), полностью финансируемая японским правительством. JOGMEC является государственной корпорацией Японии, призванной реализовывать энергетическую политику японского правительства. Она была образована в результате объединения Японской корпорации по разработке нефти (JPDC) и Японского агентства по металлодобывающей промышленности (MMAJ) в феврале 2004 года для обеспечения стабильного снабжения Японии нефтью, природным газом, цветными металлами и минералами, а также для контроля за загрязнением окружающей среды, вызванным добычей металлов. Корпорация ведет обширную деятельность в разных странах

мира, её представительства расположены в Канаде, США, Мехико, Перу, Чили, Украине, ОАЭ, Китае, Индонезии, Австралии, в России представительство Корпорации находится в Москве.

В Иркутской области интерес JOGMEC связан с желанием участвовать в освоении нефтегазовых месторождений с извлекаемыми запасами не менее 100 млн. баррелей нефти, желательных находящихся недалеко от трассы трубопровода ВСТО. Для проведения геологоразведки месторождений региона с японской стороны открыта правительственная линия на 5 млн. долл. США с возможностью расширения. При развитии сотрудничества японская сторона готова представить российским партнерам выход на конечного потребителя в Японии. JOGMEC надеется на расширение взаимодействия с российским партнером ООО «Иркутская нефтяная компания» (ИНК), в том числе и в сфере использования новых технологий при освоении природных ресурсов Иркутской области.

Соглашение об основных направлениях сотрудничества между JOGMEC и ООО «Иркутская нефтяная компания» (ИНК) было подписано в рамках официального визита премьер-министра России В.В. Путина в Токио 13 мая этого года. В рамках Соглашения компании приступили к совместному проекту по разведке нефти и газа в Иркутской области. В апреле текущего года была переоформлена лицензия на право пользования недрами Северо-Могдинского участка на совместное предприятие «ИНК-Север», 51% уставного капитала которого владеет российская сторона. В июле 2007 года Иркутская нефтяная компания стала победителем аукциона, в ноябре этого же года получила лицензию на право пользования недрами Северо-Могдинского участка сроком на 25 лет. Участок площадью 3747 квадратных километров расположен ориентировочно в 1000 метрах к северу от Иркутска и в 150 километрах от строящегося транспортного трубопровода ВСТО, куда и будет поставляться углеродное сырье.

На начальном этапе сотрудничества инвестиции совместного проекта направлены на проведение сейсморазведочных работ и бурение поисковых скважин. До 2013 года планируется провести сейсморазведочные работы на площади 2200 погонных километров и пробурить не менее 6 скважин. Настоящий проект соответствует стратегии на развитие сотрудничества предприятий Японии и России и осуществляется в рамках «Инициативы по укреплению японо-российского сотрудничества в регионах Дальнего Востока и Восточной Сибири», объявленной главами России и Японии в июне 2007 года [3].

Библиографический список

1. Энергия Японии: доклад Министерства экономики и промышленности Японии, 2005.
2. Российско-японский план действий: принят Президентом России В.В. Путиным и премьер-министром Японии Д. Коидзуми, Москва, 10.01.2003г.
3. Инициатива по укреплению японо-российского сотрудничества в регионах Дальнего Востока и Восточной Сибири: принята в ходе японо-российской встречи на высшем уровне, Хайлигендамм (Германия) 07.06.2007 г.



УДК 334.7, 334.021

**АНАЛИЗ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КОМПАНИЙ НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ
НА ОСНОВЕ ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ****Н.Я.Калюжнова¹, А.В.Юдаев²**¹Иркутский государственный университет,
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1.²Московская финансово-юридическая академия,
г. Москва, ул. Б. Черемушинская, 17 А.

Рассмотрена концепция цепочки создания ценности и ее элементы. Проанализирована цепочка создания ценности в российской фармацевтической промышленности. Определены позиции российских и зарубежных участников, а также позиции участников в разных секторах цепочки создания ценности по показателям рентабельности, среднего размера компаний, концентрации, рыночной власти. Сделаны выводы относительно преимуществ участников цепочки и тенденций в развитии позиций участников отраслевого рынка.

Ил. 5.

Ключевые слова: цепочка создания ценности; позиционирование компании; рыночная власть; индекс концентрации; аптечные сети; производители и дистрибьюторы фармацевтической промышленности; рентабельность.

**THE ANALYSIS OF COMPANY POSITIONING AT THE PHARMACEUTICAL MARKET BASED
ON THE CHAIN OF VALUE CREATION****N.Y.Kaluzhnova, A.V.Yudaev**

Irkutsk State University

1 Carl Max St., Irkutsk

Moscow Financial and Juridical Academy

17A B.Cheremushinskaya St., Moscow

The authors consider the conception of the chain of value creation and its elements. They analyse the chain of value creation in the Russian pharmaceutical industry. They determine the positions of Russian and foreign participants as well as positions of participants in different sectors of the chain of value creation according to profitability, average size of a company, concentration, market power. The authors make conclusions on the advantages of the chain members and tendencies in the development of positions of branch market participants.

5 figures

Key words: chain of value creation; company positioning; market power; concentration index; pharmaceutical networks; producers and distributors of pharmaceutical industry; profitability.

Позиционирование представляет собой процесс разработки конкурентоспособного места продукта или компании в рыночном пространстве. Перспективным инструментом позиционирования является использование концепции цепочки создания ценности.

Концепция цепочки создания ценности впервые была описана Майклом Портером в 1985 г. в книге «Competitive Advantage: Creating and Sustaining superior Performance», переведенной в России в 2005 г. («Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость»). Основная задача автора состояла в выявлении источников конкурентных преимуществ, благодаря которым фирма успешно функционирует и развивается в конкурентной среде. Для этого за основу была взята экономическая деятельность фирмы: заказ сырья, изготовление продукции, контроль качества, маркетинг, обучение персонала и т.д. Благодаря своей деятельности

фирма создает ценность для покупателя в виде продукта или услуги, которая проявляется в виде уникальных свойств или меньшей цены продукта. Портер предположил, что такая деятельность и является источником конкурентных преимуществ. При этом масштаб производства и доля на рынке могут быть лишь следствием конкурентных преимуществ, а не являются самими преимуществами. Также для согласованного и успешного функционирования компании на рынке все виды деятельности должны подчиняться одной выбранной стратегии.

Разные результаты фирм, как следует из данного подхода, вытекают из различия цепочек создания ценности, которые уникальны для каждой фирмы. Эти цепочки являются отражением ее истории, стратегии, ее подходов к реализации выбранной стратегии, а также хозяйственной деятельности внутренних подразделений. Неповторимость цепочек создания цен-

¹Калюжнова Надежда Яковлевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики Института математики, экономики и информатики, тел.: 79148859617, e-mail: nk@home.isu.ru

Kaluzhnova Nadezhda Yakovlevna, a doctor of economical sciences, a professor, the head of the Chair of Economics of the Institute of Mathematics, Economics and Information Science, tel.: 79148859617, e-mail: nk@home.isu.ru

²Юдаев Алексей Владимирович, аспирант, тел.: 89035456577, e-mail: yudaev_alex@mail.ru

Judaev Alexey Vladimirovich, a postgraduate, tel.: 89035456577, e-mail: yudaev_alex@mail.ru



ности (ЦСЦ) у конкурентов является источником конкурентных преимуществ. В итоге компании для достижения конкурентных преимуществ необходимо выявить уникальные виды деятельности, которые создают основную ценность для потребителя, и оптимизировать их с учетом выбранной стратегии.

Анализ компании с позиции цепочки создания ценности позволяет более полно оценить процесс создания ценности продукта, чем с позиции добавленной стоимости (Value added). Добавленная стоимость – часть стоимости товаров, услуг, приращенная непосредственно на данном предприятии, в данной фирме. При таком подходе весь контроль над издержками фирмы сосредоточивается на затратах на сырье и недооцениваются многие другие виды затрат, которые могут привести к изобретению новой ценности.

В современной компании, имеющей межфирменные связи, понятие процесса создания ценности является более широким понятием, чем только процесс добавления стоимости, потому что понятие добавленной стоимости не позволяет выявить выгодные взаимосвязи между фирмой и ее контрагентами. Использование всей цепочки создания ценности, а не только добавленной стоимости, является более адекватным инструментом для выявления источников создаваемой ценности для покупателей. Например, известная шведская мебельная фирма IKEA не сосредоточивает свое внимание лишь на низких затратах и ценах. Анализ взаимосвязей своей ЦСЦ с цепочками поставщиков и покупателей позволяет ей пересматривать роли и взаимоотношения в мебельном бизнесе. В результате IKEA не только добавляет ценность, но и изобретает ее, позволяя цепочкам участников создания продукта действовать более эффективно, чем прежде. Например, компания предлагает низкие цены для покупателей, при условии их согласия взять на себя некоторые функции – сборку товаров и их доставку на дом.

Структурное позиционирование и преимущества участников фармацевтической цепочки создания ценности в России. Цепочка создания ценности в фармацевтической отрасли России определяется множеством характеристик, например таких, как структура, размеры и рыночные преимущества элементов цепочки. Основными участниками в цепочке создания ценности являются производители фармацевтической продукции – дистрибьюторы – аптеки и аптечные сети.

Для анализа позиций участников в ЦСЦ необходимо сравнить показатели структурного позиционирования участников: сравнительный размер компаний и территориальный охват. Затем определить сравнительные преимущества каждого элемента цепочки: сравнительный уровень рентабельности, сравнительный уровень доминирования и рыночную власть фирмы. Такой анализ необходим для понимания более выигрышной позиции в фармацевтической ЦСЦ.

Для визуализации полученных параметров будет использован метод построения диаграмм – анаморфизм. Анаморфированная диаграмма – изображение, построенное по строгим математическим законам, но

не в обычных пространственных координатах, а в координатах того явления, которое рассматривается. То есть каждый элемент диаграммы цепочки создания ценности будет по размеру пропорционален силе влияния рассматриваемого параметра. Такой тип диаграмм применяется в качестве вспомогательных средств исследований главным образом для пропорционального восприятия отдельных элементов в масштабе всей системы.

Непропорциональная структура цепочки объясняется как субъективными причинами (исторически сложившиеся структура, конкуренция, государственное регулирование и т.д.), так и объективными (структура ценности продукта, технологическая последовательность при создании ценности, вид потребления, тип продукции, механизм потребления).

Сравнительный размер компаний, участвующих в цепочке создания ценности, определяется исходя из среднегодового объема продаж. Такой структурный разрез на протяжении всей цепочки позволяет выявить власть или потенциальную возможность влияния на соседних участников цепочки. Как правило, при единых условиях рыночного функционирования, чем компания крупнее или чем больше разница в размерах между соседними элементами, тем более ассиметричными становятся межфирменные отношения.

В самом начале цепочки создания ценности располагаются фармацевтические производители, которые на российском рынке представлены отечественными и зарубежными компаниями. В последнее время иностранные компании открывают свои представительства, поэтому можно говорить о явном присутствии самой компании на рынке, деятельность которой заключается не только в импорте своей продукции. В 2008 г. средний размер производителей из списка крупнейших 25-ти отечественных компаний был около 107 млн. долл., а иностранного производителя – 18 800 млн. долл.³

Между розницей и производителями находятся дистрибьюторы, которые на сегодняшний день практически все имеют в основе российский капитал. Средний размер дистрибьюторской компании примерно равен 500 млн. долл., при этом более 50% рынка занимают четыре национальных дистрибьютора, средний оборот которых составляет около 1900 млн. долл.

Наиболее активными элементами в розничном сегменте являются аптечные сети. По прогнозам экспертов именно они в ближайшем будущем будут определять коммерческий сектор, как это исторически сложилось в Европе, США и других развитых странах. В 2008 г. двадцати крупнейшим аптечным сетям, состоящим из 6420 точек, принадлежит 30% коммерческого розничного рынка, а средний размер одной сети примерно равен среднегодовому обороту в 180 млн. долл. На рис. 1 представлена структура ЦСЦ фармацевтической отрасли, в которой представлено соот-

³ Гнускина А., Катасонова. На помощь надейся, а сам не плошай//Infarmacia- аналитический обзор фармрынка. 2009. №2. С. 21.



ношение участников по среднему размеру компаний.

С точки зрения размера компании в фармацевтической цепочке создания ценности наиболее значительным размером обладают крупные мировые производители, затем, уступая на порядок, следуют национальные дистрибьюторы, и наименьшие размеры имеют аптечные сети, несмотря на то, что они являются самыми крупными субъектами розничного сегмента.

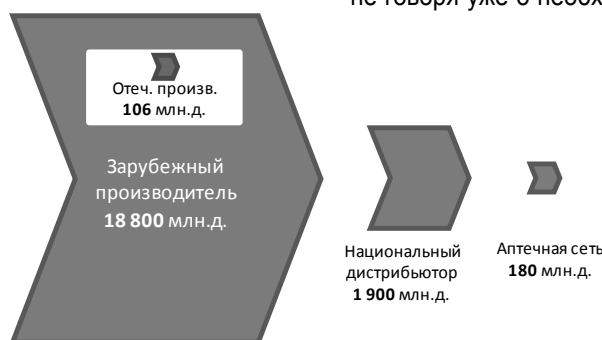


Рис.1. Структура ЦСЦ фармацевтической отрасли по среднему размеру компаний

С позиций же территориального охвата несравненно более глобальной структурой обладают зарубежные транснациональные фармацевтические производители. Они имеют представительства и дочерние компании по всему миру, то есть производители имеют более широкий территориальный охват и географически более мобильны. В отличие от субъектов розницы, им не нужно инвестировать значительный капитал в торговую недвижимость для работы в различных регионах, они ограничиваются небольшими вложениями в логистическую инфраструктуру. На российском рынке товар большинства международных компаний импортируется представительствами, которые не имеют развитой логистической инфраструктуры. Отечественные производители также не обладают широкой сетью территориального охвата, ограничиваясь региональным и межрегиональным уровнем.

Однако иностранные поставщики так же, как и отечественные, на российском рынке имеют территориальный охват, соответствующий территориальному покрытию дистрибьюторов. Основную логистическую функцию в цепочке фармацевтической отрасли выполняет специализированный элемент цепочки – дистрибьютор. Одна из основных функций дистрибьюторской компании – это логистическое обеспечение участников цепочки создания ценности, поэтому они имеют наибольший территориальный охват.

В России функционируют 7 национальных дистрибьюторов, а также 25 межрегиональных и 25 региональных. В итоге более 70% рынка занимают дистрибьюторы с развитой национальной логистической сетью, проводя по ним товарные потоки фармпроизводителей.

Как правило, производитель и аптеки не имеют прямых отношений. Договоры на прямую поставку имеют дополнительный характер, и поставка продукции по такому виду соглашения покрывает лишь малую часть товарного ассортимента аптеки. Одна из

причин развития дистрибьюторского сегмента заключается в необходимости аптекам держать дорогой и очень большой ассортимент. Крупнейшие дистрибьюторы имеют в своем прайс-листе до 15 000 наименований лекарственных средств. Поставки осуществляют более 500 производителей. Поэтому налаживание прямых договоров с таким количеством поставщиков принесет аптеке высокие транзакционные издержки, не говоря уже о необходимости содержания собствен-

ной логистической инфраструктуры. Сюда стоит добавить упущенную выгоду в виде скидок при покупке крупных партий товара у производителей, неизбежные потери оборотных денежных средств для поддержания товарного запаса и упущенный эффект масштаба. Поэтому во избежание неоправданных издержек внутри цепочки создания ценности функционирует дистрибьютор, выступая в качестве буфера между большим количеством поставщиков и огромным числом разрозненных по всей стране аптек. Таким образом, наибольшим территориальным охватом и, как следствие, более широкими рыночными возможностями обладают дистрибьюторы и косвенно производители. Причем иностранные поставщики с точки зрения масштабов распространения своей продукции могут иметь международный уровень, но с позиции отношений в цепочке создания ценности – охват не выше национального.

Аптечные сети в большинстве позиционируют себя как локальные игроки, максимум имеют межрегиональный уровень географического покрытия, за исключением лидера розничного сегмента компании «Аптеки 36,6», которая представлена в национальном масштабе (29 регионов). Поэтому в основном розничный сегмент сосредоточивается на отдельных регионах или на межрегиональных уровнях. Структура фармацевтической ЦСЦ по территориальному охвату представлена на рис. 2.

Сравнительный уровень рентабельности.

Оценка данного показателя является наиболее сложной по причине неполной прозрачности финансовой деятельности участников цепочки создания стоимости. Рентабельность – один из важнейших показателей, влияющих на выбор места в цепочке. Наиболее распространенным видом рентабельности является чистая рентабельность продаж, вычисляемая как отношение (чистой) прибыли к выручке.

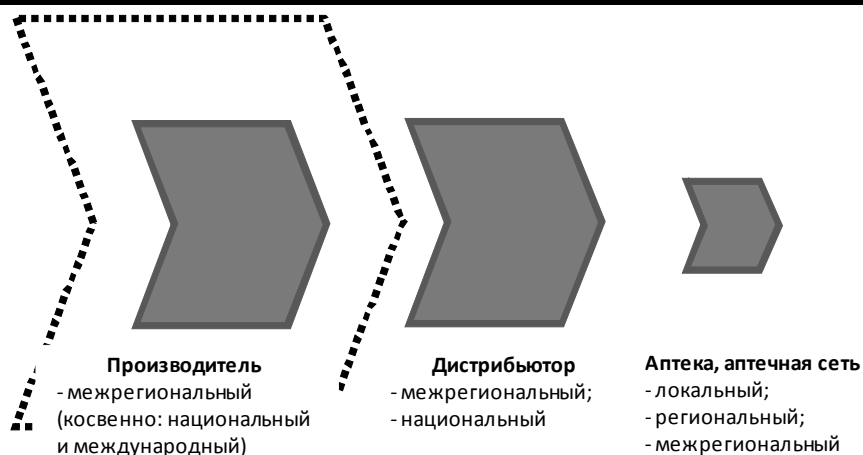


Рис. 2. Структура ЦСЦ фармацевтической отрасли по территориальному охвату

Понятно, что реальный уровень рентабельности является предметом коммерческой тайны. Однако в последнее время некоторые крупные участники фармацевтического рынка – аптеки и производители стали проводить IPO⁴; дистрибьюторы только планируют провести IPO. Аналитика отчетностей зарубежных компаний, статей в прессе и статистических данных показывает следующую картину. Отечественных производителей по уровню рентабельности можно поделить на две большие группы. Одна из них состоит из предприятий с морально устаревшими производствами, выпускающих в основном дешевые и малоэффективные лекарства, для них свойственен низкий уровень рентабельности в районе 5%⁵. Вторая группа,

но, что эта цифра на российском рынке больше, но точно можно сказать, что зарубежные компании не стали бы развивать рискованный бизнес с меньшим уровнем рентабельности.

Уровень рентабельности дистрибьюторского звена постепенно падает. По разным оценкам уровень рентабельности сейчас составляет от 3% до 8%, и это при стремительно растущих издержках¹⁰. При этом в будущем она может снизиться до мирового уровня в 1-2% и составить стандартную прибыльность логистических операторов¹¹.

То, что розничная торговля является наиболее прибыльной частью фармотраслы, не всегда оправдывается, так как на этом рынке присутствует серьез-

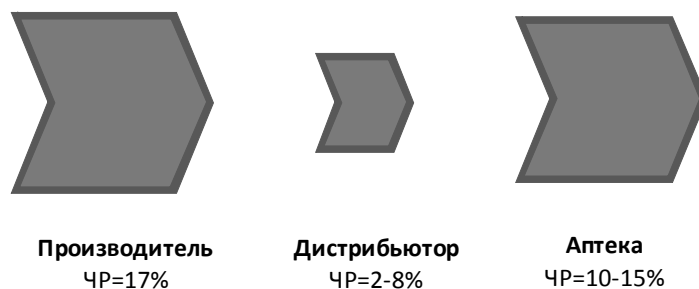


Рис. 3. Структура ЦСЦ фармацевтической отрасли по среднему уровню рентабельности

дающая основной объем продукции, состоит из современных фармацевтических предприятий (например, Фармстандарт, Верофарм), работающих с GMP⁶ и ISO⁷. Для этой группы чистая рентабельность составляет 26%. В итоге в среднем в отечественной фармпромышленности уровень рентабельности равен 17%⁸. Иностранные производственные компании имеют уровень рентабельности в среднем 17%⁹. Возмож-

ная конкуренция. Розничный рынок, представленный аптеками и аптечными сетями, характеризуется средним показателем чистой рентабельности около 10-15%.¹² На рис. 4 показано позиционирование участников ЦСЦ по среднему уровню чистой рентабельности.

Можно заключить, что наименее рентабельным звеном является дистрибьюторский сектор. Это под-

⁴ IPO (Initial Public Offering или Первичное публичное размещение) означает выход в обращение ранее недоступных ценных бумаг, например, выпуск корпорацией, которая до этого являлась закрытым акционерным обществом, своих акций на биржу в публичное обращение.

⁵ См. <http://www.intercharm.net/digest/index.phtml?id=654>

⁶ Международный Стандарт GMP (Good Manufacturing Practice или Надлежащая производственная практика) – это система норм, правил и указаний в отношении производства лекарственных средств, медицинских устройств, изделий диагностического назначения, продуктов питания, пищевых

добавок и активных ингредиентов.

⁷ SO (International Organization for Standardization – Международная организация по стандартизации) – это международная организация, занимающаяся выпуском стандартов.

⁸ См. http://www.remedium.ru/section/detail.php?ID=24221&PAGEN_1=4

⁹ См. stocks.investfunds.ru/analitics/download.php?id=4205

¹⁰ См. <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2004/06/15/609206>

¹¹ См. <http://www.kommersant.ru/doc.aspx?DocsID=714278>

¹² См. <http://www.kommersant.ru/doc.aspx?DocsID=714278>; <http://www.openbusiness.ru/html/apteka3.htm>

тверждает стремление оптовых компаний диверсифицировать свой бизнес как вперед по ЦСЦ в розницу, так и по нисходящему направлению – в фармацевтическое производство. Обе стратегии имеют положительные и отрицательные качества.

Сравнительный уровень доминирования в отдельных звеньях цепочки создания ценности и уровень концентрации. Доминирование – это преобладание одной компании или ее товаров на одной из стадий цепочки создания ценности над другими компаниями или товарами. Согласно закону «О защите конкуренции» хозяйствующие субъекты признаются коллективно доминирующими на товарном рынке, если совокупная доля не более трех хозяйствующих субъектов превышает 50% или доля не более пяти хозяйствующих субъектов превышает 70%, при этом доля каждого из них составляет не менее 8% объема рынка.

Для определения степени доминирования компаний необходимо определить долю компаний на фармацевтическом рынке и вычислить примерную величину индекса Херфиндаля-Хиршмана (НН)¹³. Примерная величина объясняется невозможностью определения рыночных долей всех участников.

Итоги расчетов показывают, что производители на российском рынке представлены достаточно широко, концентрация фармацевтических производителей соответствует норме и нельзя выделить доминирующих

один из производителей не обладает доминирующим положением.

В дистрибьюторской стадии ЦСЦ ситуация складывается несколько иначе. На рынке выделяются две крупнейшие компании, которые в сумме занимают более 35%. При этом около 50% занимают эти компании вместе с другим, третьим по величине дистрибьютором. Доля пяти лидирующих хозяйствующих субъектов равна около 65% объема рынка. На основе этих показателей можно говорить о тенденции к доминированию национальных дистрибьюторов в своем рыночном сегменте. Особенно выделяются две крупнейшие фирмы: ЦВ Протек и СИА Интернейшнл. Индекс Херфиндаля-Хиршмана для 25 крупнейших компаний равен 1103 (0,1103), то есть рынок дистрибьюторов умеренно концентрированный.

В 2009 г. Федеральная антимонопольная служба (ФАС России) в результате анализа рынка услуг розничной торговли лекарственными средствами обнаружила высокую концентрацию на локальных рынках. Служба выявила большое количество хозяйствующих субъектов с признаками доминирования (доля более 35%) на локальных рынках (в границах городских округов и муниципальных районов)¹⁴.

Согласно проведенному нами исследованию аптечные сети занимают доминирующее положение на 78 рынках страны. Причем в 22 территориальных образованиях доля одной аптечной сети по общему то-

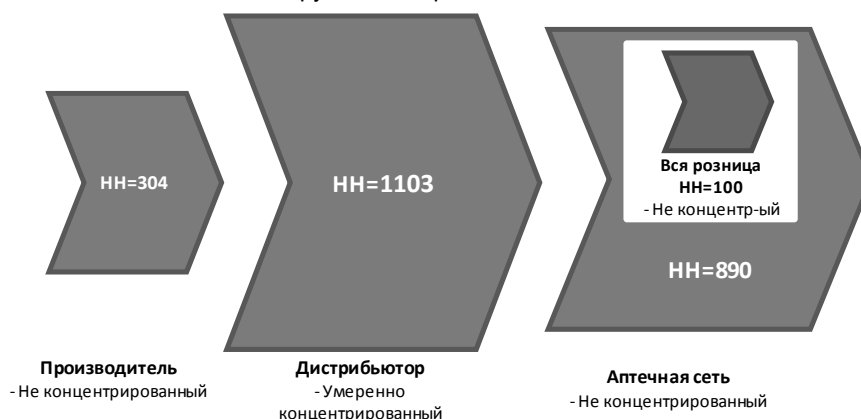


Рис. 4. Структура ЦСЦ фармацевтической отрасли по степени концентрации

субъектов. На долю трех крупнейших как отечественных, так и зарубежных производителей приходится 16% всего оборота лекарственных средств, 50% рынка делят между собой двенадцать производителей. НН для 25 крупнейших компаний составляет 304 (или в долях единицы 0,0304), то есть рынок производителей неконцентрированный. Однако если рассматривать более узкие цепочки создания ценности, то в них будут обязательно присутствовать доминирующие компании, благодаря уникальности созданного ими лекарственного средства и его патентной защите. Поэтому на общем рынке лекарственных средств ни

варообороту превысила 50%, а в 26 – 40%. Примечательно, что доминирующими признаны не только коммерческие сети, но и государственные и муниципальные: всего их ФАС насчитала 28. Примерно в 37% всех рассматриваемых городов с численностью более 100 тыс. человек коэффициент концентрации¹⁵ аптечных сетей для трех хозяйствующих субъектов превышает 70%, т.е. рынок имеет высокий уровень концентрации. Лишь в 14,8% городов присутствует низкий уровень концентрации рынка и развитая конкурентная среда. Однако во всем сегменте розничной торговли картина концентрации иная. Индекс Херфиндаля-

¹³ Индекс Херфиндаля-Хиршмана (НН) – сумма квадратов долей фирм на рынке, выраженных в процентах. В случае монополии НН = 10 000. При НН < 1000 рынок считается неконцентрированным, при 1000 < НН < 1800 – рынок умеренно концентрированный, при НН > 1800 рынок считается высоко

концентрированным. НН может также измеряться в долях единицы, принимая значение от 0 до 1.

¹⁴ См. http://fas.gov.ru/article/a_21754.shtml

¹⁵ Коэффициент концентрации – сумма рыночных долей нескольких первых крупных фирм.



Хиршнера для 20 крупнейших аптечных сетей, занимающих 30% розничного рынка, равен 890 (0,089), то есть рынок аптечных сетей не концентрированный; а для всего розничного сегмента ННІ равен 100 (0,01).

На рис. 4 представлена структура ЦСЦ фармацевтической отрасли, в которой отражены различия участников по степени концентрации.

Рыночная власть фирмы выражается в способности удерживать высокую цену и получать экономическую прибыль в долгосрочном периоде. Количественные показатели власти фирмы вычисляются при помощи рядов коэффициентов, одним из самых удобных является индекс Лернера.¹⁶ Он рассчитывается как доля наценки в рыночной цене продукции над предельными издержками. Индекс Лернера отражает степень конкурентности рынка. Количественное значение коэффициента Лернера колеблется от 0 до 1. Чем выше полученный результат, тем в большей степени фирма может воздействовать на рыночную цену и получать тем самым дополнительную прибыль. Основная трудность подсчета этого коэффициента заключается в сложности получения информации об издержках компании. Однако одним из достоинств этого индекса является его взаимосвязь с показателем эластичности спроса по цене и индексом Херфиндаля-Хиршмана. Поэтому это его свойство широко используется в эмпирических исследованиях.

Формула индекса Лернера, отражающая связь с эластичностью спроса на товар:

$$L_i = -\frac{Y_i}{E_d},$$

где Y_i – рыночная доля фирмы; E_d – показатель эластичности рыночного спроса.

Средний для отрасли индекс Лернера (когда весами служат доли фирм на рынке) будет вычисляться по формуле

$$L = -\frac{HHI}{E_d},$$

где ННІ – индекс концентрации Херфиндаля-Хиршмана.

Как видно из формул, для определения индекса Лернера необходимо знать эластичность спроса по цене фармацевтических товаров. Как правило, практически все лекарственные средства относятся к товарам с неэластичным спросом, так как являются предметом первой необходимости или относятся к товарам вынужденного спроса. В общем случае по фармацевтической отрасли спрос на лекарственные средства неэластичен, он практически не зависит от уровня доходов населения. Однако стоит отметить, что спрос на безрецептурные препараты, БАДы, брендовые импортные аналоги отечественных препаратов и прочие сопутствующие товары, в связи с их меньшей ценностью для потребителей, более эластичен, но не очень значительно. Эмпирические оценки ценовой эластичности фармацевтических препаратов на

рынках развитых стран показывают¹⁷, что новинки имеют коэффициент 0,2-0,7, дженерики – 0,5-1,5, типовые лекарства – 0,7-2,5. В ходе ранее проводившихся исследований российского рынка эластичность спроса составляет для импортных препаратов около 0,10, а для российских – 0,50¹⁸. Средневзвешенный (по доле на рынке) коэффициент эластичности по отрасли – 0,22. Столь низкая эластичность для импортных лекарственных средств объясняется их уникальностью и незаменимостью, при том их рыночная доля составляет около 75%. Отечественные препараты, за немногим исключением, представляют дженерики. Это даже при том, что на неэластичность спроса на импортные препараты действует лишь эффект вынужденного потребления (товары первой необходимости), а на неэластичность отечественных лекарств влияет как сила вынужденного спроса, так и эффект от их незначительной стоимости в бюджете потребителей. Тогда как импортные лекарства относятся к товарам, стоимость которых ощутима для семейного бюджета, что увеличивает коэффициент эластичности.

Расчет индекса Лернера для производителей будем осуществлять как отдельно для зарубежных и отечественных компаний, так и для всей отрасли. Средняя доля рынка, занимаемая иностранным производителем, около 3%, отечественным – 7%, средне-статистической компанией всей отрасли – 4%. Поэтому для иностранных производителей коэффициент Лернера будет равен -0,3, для отечественных – -0,14, для среднестатистической компании всей отрасли – -0,18.

Средний индекс Лернера фармацевтической отрасли в производственном секторе рассчитывается исходя из индекса Херфиндаля-Хиршмана, который (в долях единицы) составляет в среднем 0,0304, для зарубежных – 215, для отечественных производителей – 690. Исходя из таких данных средний индекс Лернера будет равняться -0,14, для иностранных компаний – -0,22, для российских предприятий – -0,14.

В ассортименте дистрибьюторов и аптек присутствуют как отечественные препараты, так и импортные, поэтому коэффициент эластичности для поставителей оптового и розничного сектора будет колебаться в пределах 0,22.

Средняя доля рынка, занимаемого двумя крупнейшими национальными дистрибьюторами, составляет по 20% каждая, в среднем каждая компания на рынке – около 4%. Поэтому для национального дистрибьютора коэффициент Лернера будет равен -0,91, для среднестатистической компании всего сектора – -0,18. Так как индекс Херфиндаля-Хиршмана в дистрибьюторском секторе в целом равен 0,1103, то средний индекс Лернера в дистрибьюторском секторе составляет -0,5.

Доля рынка, занимаемого среднестатистической аптечной сетью, составляет около 1,5%. Поэтому ко-

¹⁶ См. <http://www.intuit.ru/department/itmngt/microecon/3/5.html>

¹⁷ Robert J. «Dolan and Herman Simon, Power Pricing: How

Managing Price Transforms the Bottom Line, New York: Free Press, 1996r.

¹⁸ См. <http://www.pharmvestnik.ru/cgi-bin/statya.pl?sid=6977>

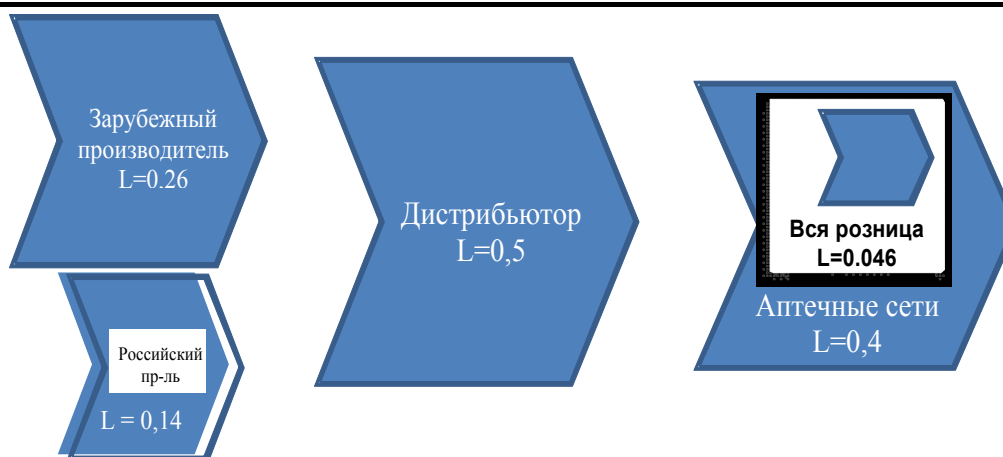


Рис.5. Структура ЦСЦ фармацевтической отрасли по силе рыночной власти

коэффициент Лернера для такой аптечной сети будет равен $-0,07$. Так как индекс Херфиндаля-Хиршмана для 20 крупнейших аптечных сетей, занимающих 30% розничного рынка, равен 890, то средний индекс Лернера в этом секторе розницы составляет $-0,405$. Во всем сегменте розничной торговли ($HNI=0,01$) коэффициент Лернера равняется $-0,046$.

В итоге можно констатировать, что наибольшая рыночная власть принадлежит дистрибьюторам. По сравнению с розничным сектором в дистрибьюторском секторе коэффициент Лернера в 11 раз ниже, но если сравнивать с аптечными сетями, то рыночная власть меньше всего на 20%. Если же взять индивидуальный индекс Лернера национального дистрибьютора, то он в 13 раз больше, чем у средней аптечной сети. При этом не стоит забывать, что фармацевтический розничный сектор в последнее время реализует сопутствующие товары с высоким показателем эластичности. С одной стороны, это позволяет увеличить прибыльность, но с другой – уводит розницу из выгодного своей неэластичностью фармацевтического рынка, что снижает рыночную власть розничного сектора в ЦСЦ отрасли.

Ситуация с коэффициентом Лернера у производителей несколько иная. Реализация отдельным производителем товара с одинаковым коэффициентом эластичности сужает их рыночную власть. С одной стороны, зарубежная компания выпускает товар с неэластичным спросом, с другой – все это преимущество теряется в концентрированном рынке иностранных производителей. У российских компаний ситуация противоположная. Препараты, представляющие в своей общей массе дженерики, имеют коэффициент эластичности в 5 раз выше, однако они получают преимущество на менее конкурентном рынке. Поэтому индекс Лернера как у одного типа компаний, так и у другого не имеет порядковой разницы. Только стоит отметить, что иностранные производители имеют рыночную власть на 30% больше. Сравнение позиций участников ЦСЦ фармацевтической отрасли по силе их рыночной власти с выделением отличий в рыночной власти зарубежных и отечественных производителей представлено с помощью анимированной

диаграммы на рис. 5.

Выводы. Во-первых, между элементами фармацевтической цепочки существуют различия в структурных позициях. Такая структурная асимметрия приводит к явным преимуществам дистрибьюторского сектора в части величины компании (без учета иностранных поставщиков), территориального охвата, более высокого уровня доминирования и рыночной власти на рынке. При этом дистрибьюторы, следуя закономерному превращению в логистических операторов, имеют наименьший уровень рентабельности, что подтверждают факты проникновения участников оптового сектора в более прибыльные части цепочки.

Во-вторых, иностранные производители имеют более выгодные и сравнительно лучшие показатели по сравнению с отечественными фармпредприятиями. Это отражается на уровне их рентабельности, а значит, и на рыночной власти.

В-третьих, участники розничного сектора, представленного многочисленными аптеками и аптечными сетями, не имеют явных преимуществ, вытекающих из их структурного позиционирования, по сравнению с дистрибьюторами и производителями. Однако если рассматривать наиболее быстрорастущую часть – аптечные сети, то по параметрам рыночной власти и концентрации они приближаются к оптовому сектору цепочки.

В-четвертых, стоит обратить внимание на потенциал влияния на всю цепочку крупных западных производителей, средний размер которых сопоставим с объемом всей отечественной фармацевтической отрасли.

Более общий вывод состоит в том, что основным системообразующим элементом и главным игроком в современной фармацевтической цепочке является национальный дистрибьютор. В будущем он будет утрачивать свои преимущества, но пытаясь сохранить свой капитал, дистрибьютор будет стремиться проникать в смежные сектора – аптечные сети и производство. Таким образом, цепочка создания ценности будет иметь высокий уровень межфирменных связей и широкое распространение межфирменных сетей.



УДК 620.9: 338

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА НА ТЕРРИТОРИИ ОЛЬХОНСКОГО РАЙОНА**Т.К.Кириллова¹**Иркутский государственный университет путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Рассмотрены основные социально-экономические показатели развития Ольхонского района. Изложен подход к формированию и развитию туристического кластера на территории Ольхонского района.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

*Ключевые слова: малый бизнес; туристический кластер; региональная экономика; инвестиции.***A CONCEPTION TO FORM AND DEVELOP A TOURIST CLUSTER ON THE TERRITORY OF OLKHON REGION****T.K.Kirillova**Irkutsk State University of Railway Engineering
15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

The author considers basic social and economical showings of Olkhon region development. The author states the approach to form and develop a tourist cluster on the territory of Olkhon region.

2 figures. 1 table. 5 sources.

Key words: small business; tourist cluster; regional economics; investments.

Стратегической целью развития туристической отрасли в регионе является разработка положений, направленных на создание современного эффективного и конкурентоспособного туристического комплекса, способствующего превращению сферы туризма в одну из важных отраслей экономики Иркутской области.

Понятие кластеров в наше время пользуется популярностью, кластерный подход ложится в основу региональной политики различных административных органов. Под кластером понимается группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга.²

В качестве объекта для экспериментального выделения кластеров и проведения соответствующей региональной политики в Иркутской области выбран Ольхонский район с его агропромышленным и рекреационным комплексом. Район относительно обособлен от остальной территории области (что обеспечивает чистоту эксперимента), располагает определенными ресурсами для своего развития, но вместе с тем нуждается в социально-экономической поддержке.

Задачи туристического кластера:

1. Расширение рынка предоставляемых туристических услуг:

- организация охоты в зимний период;
- организация туристических походов по Байкалу на современном речном транспорте;
- организация экскурсий по священным местам;
- организация экскурсий в пещеры;
- развитие народных художественных промыслов.

2. Поддержка развития предпринимательства.

3. Транспортное строительство, электрификация района.

4. Привлечение интереса и дополнительных инвестиций к данной туристической зоне.

На территории Ольхонского района можно развивать следующие виды туризма:

- Рекреационный туризм. Здесь главный ресурс – это длинные песчаные косы, природные пляжи, живописные бухты и особый микроклимат. По сравнению с Иркутским и Слюдянским районами, имеющими выход к Байкалу, Ольхонский выгодно отличается чистой атмосферой, первозданностью и самобытностью рекреационных ресурсов – качествами, высокоценными в современном мире.

- Оздоровительный туризм. В районе имеются лечебные грязи, минеральные источники, озеро с минерализованной водой.

- Культурно-познавательный туризм и его разновидность – экологический туризм. Главной эстетической достопримечательностью является сам Байкал. Остров Ольхон с его разнообразием скалистых, степных и хвойно-лесных ландшафтов может рассматриваться как достопримечательность мезомасштаба. «Микродостопримечательностями» являются различные геолого-геоморфологические и биологические памятники природы.

Антропогенные достопримечательности включают древние наскальные рисунки и городище, святилища и могильники курумчинской культуры VI-X веков, бурятские традиционные шаманские культовые памятники, экспонаты краеведческого музея в Хужире. Этнические достопримечательности могут создаваться искусственно и вместе с тем не выглядеть подделкой, так как и шаманские обряды, и скотоводческий быт, и

¹Кириллова Татьяна Климентьевна, старший преподаватель кафедры менеджмента, тел.: 89501263322, e-mail: tatyana@irgups.ru

Kirillova Tatjana Klimentjevna, a senior lecturer of the Chair of Management, tel.: 89501263322, e-mail: tatyana@irgups.ru

²М.Портер. Конкуренция. М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. 495с.

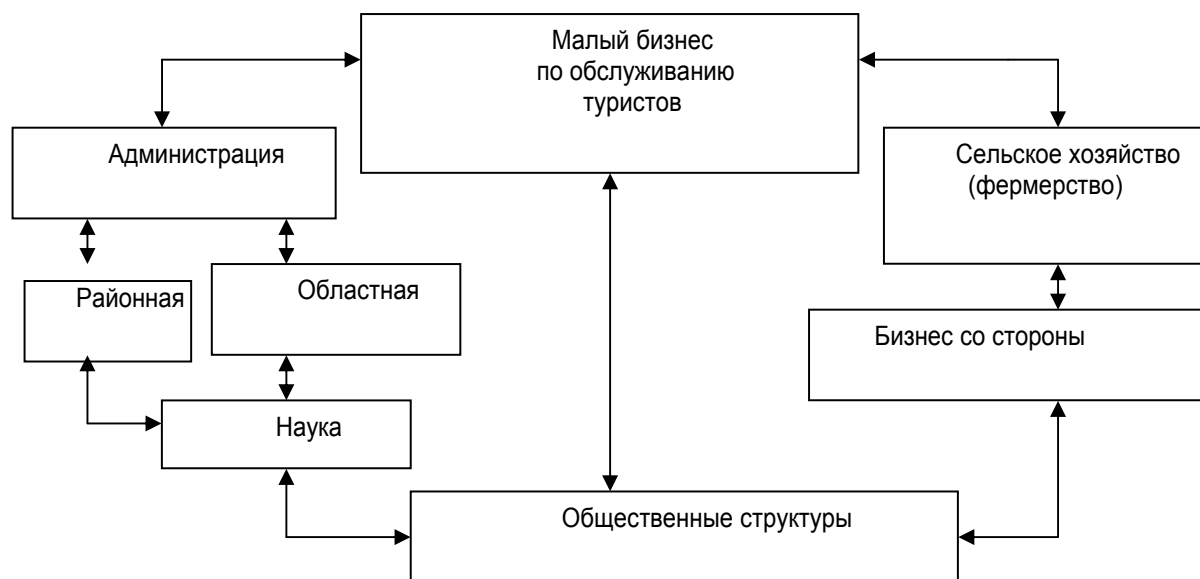


Рис. 1. Участники туристического кластера и взаимодействие между ними

бурятская национальная кухня, и народные промыслы – это традиции вполне живые, они нуждаются лишь в специальной организации и правильной подаче туристам. То же самое касается и некоторых русско-сибирских «экзотических» традиций: бани, национальные блюда, рыбалка и охота.³

Тесно связаны между собой спортивный, приключенческий, экстремальный туризм. Ольхон и побережье пригодны для самых различных пеших, автомобильных, конных, водных маршрутов. Разновидностью спортивного туризма является любительский туризм (охота и рыболовство). Площадь охотничьих угодий в районе составляет 722,4 тыс. га.

Основные участники кластера и связи между ними показаны на рис. 1. Охарактеризуем каждую из указанных на схеме групп отдельно.

Малый бизнес по обслуживанию туристов включает в себя: туристические базы (и гостиницы), общественное питание (столовые, кафе), транспорт, дополнительные услуги, предоставляемые туристам. В настоящее время в Ольхонском районе действуют 33 официально зарегистрированные турбазы (фактически их намного больше). Транспортный бизнес – это такси в Еланцах, связывающее между собой все населённые пункты района. Дополнительные услуги⁴, как правило, не связаны со специальными организациями, а проводятся теми же предпринимателями, что владеют базами и гостиницами.

Сельскохозяйственный комплекс района включает: сельхозпредприятия преимущественно животноводческого направления на базе бывших совхозов, 150 крестьянских (фермерских) хозяйств (все они выделены из совхозов; фактически это семейные част-

ные предприятия, для которых зачастую сельское хозяйство не является основным занятием и источником дохода; именно им принадлежат многие гостиницы и предприятия общепита), рыболовецкие и рыбообрабатывающие предприятия, Еланцинское потребкооперативное хозяйство, включающее 5 рыболовецких артелей, предприятия сельскохозяйственной инфраструктуры (пекарни, мельница, сеть магазинов), а также предприятия лесного хозяйства.

Формально именно в сельскохозяйственном комплексе работает практически всё занятое население района. Малым предпринимательством в сфере туризма занимаются главным образом крестьяне, обычно сочетающие работу в этих двух направлениях, причём сельское хозяйство часто малоэффективно и носит подсобный характер: оно служит для пропитания семьи и туристов. То же касается инфраструктурных предприятий, а также в значительной мере рыбной ловли.

Предприятия лесного хозяйства имеют важное самостоятельное значение, но сотрудничество с ними в вопросах развития туризма необходимо.

Районная администрация даёт разрешение на любую деятельность и затем осуществляет контроль над ней. В районе по инициативе администрации проводятся совещания представителей малого бизнеса, администрация организует мероприятия (например, Зимниады), предусматривающие взаимовыгодное участие в них малых предпринимателей, координирует развитие сельского хозяйства через соответствующий отдел в своей структуре. Но финансовые возможности районной администрации полностью зависят от администрации области.

автомобильные экскурсии по острову Ольхон, походы на лошадях, прогулки на катерах, яхтах, катание на велосипедах и квадроциклах, полеты на дельтаплане, презентация бурятских обычаев с народными танцами, костюмами, играми («Бурятская деревня»).

³ www.olchon.ru

⁴ Сюда входят: прогулки на весельной лодке, водные лыжи, водные мотоциклы, катание на «бананах», дискотеки и караоке, коньки и лыжи, подледная рыбалка (в зимнее время),

Областные административные органы заботились и заботятся о развитии Ольхонского района наряду с другими районами области, причём их внимание распределяется между районами неравномерно. Каждый район имеет своеобразный рейтинг, который основывается на различных показателях: численность населения, валовый региональный продукт, величина собираемых налогов. Без серьёзного анализа можно утверждать, что по этим и аналогичным показателям Ольхонский район занимает в области одно из самых последних мест (если не последнее).

Однако в рейтинг, видимо, надо включить также специфические показатели развития рекреационной отрасли. Это рекреационная ёмкость территории и фактическая численность обслуживаемых отдыхающих. По первому из этих двух показателей Ольхонский район занимает 2-е место в области (после Нижнеудинского), по второму – также 2-е (после Иркутского).

Остаётся определить, какое место занимают данные показатели в системе ценностей работников администрации, то есть в какой степени они влияют на рейтинг. Очевидно, что в дореформенные времена значение той или иной территории (исключая, быть может, курорты всесоюзного значения) определялось её промышленным потенциалом. Сейчас такой взгляд уже непопулярен, но явно характерен для многих чиновников различных уровней. Выяснить реальную картину, например, с помощью опросов, непросто, так как многие будут отвечать неискренне (или искренне заблуждаться относительно собственной системы ценностей – в психологии такое явление известно).

Частные инвестиции из Иркутска, Ангарска и других больших городов в Ольхонский район крайне редки. Известен один крупный пример частного инвестирования иркутского капитала в инфраструктуру Ольхонского района: в 90-х годах фирма «Агророспецстрой», принадлежащая братьям Голышевым, построила участок шоссе Баяндай – Еланцы, доведя эту и ранее существовавшую дорогу до более или менее

современного уровня. В целом очевидно, заинтересованность иркутских или ангарских инвесторов в Ольхонском районе невелика. Организовать эту заинтересованность – задача, за которую могла бы взяться областная администрация (районной она едва ли под силу, но свой вклад в решение этого вопроса может внести и она).

Наука в Иркутске (отчасти в Ангарске) имеет значительный интеллектуальный потенциал, способный внести вклад в развитие района. Задействовать это направление связей возможно лишь при наличии финансирования, которое может обеспечить только областная администрация.

Общественные структуры как потенциальные участники развития района существуют в основном в Улан-Удэ и объединяют представителей интеллигенции и предпринимателей Ольхонского происхождения, сохранивших связи с малой родиной.

Для эффективного управления кластером и осуществления взаимодействия между всеми участниками необходимо создать общий управляющий орган или Центр кластера. (Туристический кластер показан на рис. 2).

Главным инициатором и контролером формирования кластера должна выступать районная администрация, она занимается организацией связей внутри района: между хозяевами турбаз и кафе, фермерами, срочными службами (милиция, органы МЧС, «Скорая помощь»), предоставляет консультации участникам кластера.

Главной задачей представителей отделов по малому бизнесу, туризму и сельскому хозяйству является взаимодействие с участниками малого бизнеса. Временный творческий коллектив (ВТК) направлен на формирование и внедрение инновационных подходов к деятельности кластера. Данный отдел формирует руководителем ВТК и приглашает сотрудников со стороны. Специалист по внешним связям является постоянным штатным работником, который выполняет



Рис. 2. Туристический кластер



оперативную работу и взаимодействует с потенциальными инвесторами, т. е. крупным бизнесом, а также с различными общественными организациями, которые проявляют интерес к туристическому кластеру и могут оказать разнообразную поддержку. Областная власть оказывает поддержку в развитии и функционировании кластера: финансирование научных исследований, финансирование и организация инфраструктурных проектов, информирование и консультирование.

Преимущества от участия в кластере:

- выгоды для бизнеса от развития кластера обобщенно состоят в повышении эффективности и снижении издержек в текущей деятельности, повышении гибкости поведения на рынке и инновационного потенциала.

- возможность обеспечить обучение персонала, исследование рынка;

- поскольку у предпринимателей имеются затруднения, связанные со сбытом продукции, то участие в кластере дало бы им возможность решить данную проблему;

- устойчивые контакты с финансовыми и кредитными учреждениями на основе сформированного имиджа кластера.

Основные составляющие затрат:

- исследования и разработка проекта по формированию туристического кластера;

- благоустройство основных туристических объектов;

- определение, описание и обустройство са-кральных территорий;

- разработка и обустройство экологических троп, стоянок и мест отдыха туристов;

- содержание штата сотрудников Центра кластера;

- организация курсов по повышению квалификации и переквалификации персонала.

Источниками финансирования проекта могут быть взносы представителей малого бизнеса в уставной капитал, привлеченные инвестиции, государственная поддержка.

Критерии оценки эффективности проекта:

Ожидаемыми результатами туристического кластера являются:

- улучшение основных показателей производственно-хозяйственной деятельности представителей малого бизнеса (объем реализации, рентабельность, фондоотдача и др.);

- увеличение объема налоговых поступлений;

- привлечение дополнительных инвестиций, в том числе зарубежных;

- увеличение доли малых и средних предприятий, участвующих в кластере;

- увеличение доли интеллектуального продукта в услугах продукции и туристического кластера;

- увеличение количества рабочих мест;

- эффект от взаимодействия организаций внутри туристического кластера, в котором объединенные в

Этапы реализации кластерной программы

Этапы	Описание
1 этап. Агитация и мотивация потенциальных участников	Первая стадия включает в себя: -определение количества малых и средних предприятий как потенциальных участников; -достижение понимания ими преимуществ участия в туристическом кластере; -формирование Центра кластера, привлечение всех участников. В этот период руководитель Центра кластера (в ранге вице-мэра) проводит публичные масштабные встречи всех заинтересованных лиц, на которых представляются преимущества кластерной организации бизнеса и определяются ее возможные приложения
2 этап. Разработка плана развития туристического кластера	- анализ проблем всех участников кластера, выявление причин их возникновения; - формулирование задач совместной деятельности в достаточно простой, понятной и соответствующей установленным целям кластера трактовке; - определение своего юридического статуса и формирование внутренних организационных принципов
3 этап. Разработка пилотного проекта	На стадии пилотного проекта в реальных условиях отрабатывается технология взаимодействия внутри образованного кластера по предложенной схеме. Необходимо попробовать совместно разрешить общую проблему, это укажет на недоработки в деятельности кластера, с одной стороны, а при успешном выполнении покажет эффективность туристического кластера в краткосрочном периоде и воодушевит участников формирующегося кластера на долгосрочное сотрудничество
4 этап. Разработка стратегического проекта	Успешная реализация пробных проектов открывает дорогу к следующему этапу, к разработке проектов стратегического характера, позволяющих достичь необходимого уровня специализации и разделения труда в кластере. На этой стадии необходимо начать внедрение предложений ВТК при подготовке и объединении усилий для формирования локального бренда
5 этап. Стадия саморегуляции	На заключительной стадии туристический кластер выходит на необходимый уровень самостоятельности и независимости, когда поддержка его со стороны становится неактуальной. На данной стадии начинают проявляться положительные эффекты ранее реализованных мероприятий



рамках одного кластера предприятия получают выгоду за счет снижения транзакционных и иных издержек, тем самым предоставляя самые низкие цены на свои услуги и товары. Эффект проявляется и в увеличении оборота этих организаций;

- общий интегральный эффект от взаимодействия внутри кластера, который получается путем перемножения эффектов взаимодействия. Данный показатель и будет отражать конечный эффект от функционирования туристического кластера в целом.

В основу методов управления туристического кластера заложены принципы сотрудничества, заключающиеся в отсутствии прямой конкуренции и совместном использовании объектов инфраструктуры. Особенность предлагаемой методологии управления кластера заключается в том, что все принципы форми-

рования и развития данного комплекса построены на основе взаимодействия туристических, сельскохозяйственных и транспортных предприятий в стратегических альянсах.

Библиографический список

1. Имитхенов А.Б., Долгонова Э.З., Елбаскин П.Н. Ольхон – край родной. Улан-Удэ: Изд. Бурятского госуниверситета, 1997. 352 с.
2. М.Портер Конкуренция. М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. 495 с.
3. Соколенко С.И. Промышленная и территориальная кластеризация как средство реструктуризации // Безопасность Евразии. 2002. № 1. С. 435.
4. Третьяк В.П. Кластеры предприятий. 2-е изд., доп. и перераб. Иркутск, 2006. 23 с.
5. www.olchon.ru

УДК 338

ИНВЕСТИЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.А.Копылова¹

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83.

Рассмотрено развитие ЛПК в мире на современном этапе, инвестиционное развитие лесной отрасли в России и Иркутской области.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: лесная отрасль; инвестиции; переработка древесины.

INVESTMENT STRATEGY OF THE DEVELOPMENT OF THE TIMBER INDUSTRY COMPLEX

V.A.Kopylova

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author considers the current development of a timber industry complex in the world, investment development of timber industry in Russia and Irkutsk region.

2 figures, 1 table, 3 sources

Key words: timber industry; investments; wood-working.

Ежегодный объем мирового производства лесопромышленной продукции составляет более \$370 млрд., из которых \$10 млрд. (3%) приходится на долю России.

Общий запас древесины в России составляет порядка 82 млрд. кубометров (более 22% лесов планеты), в том числе более 58 млрд. кубометров приходится на хвойные породы. В 2006 году по данным Рослесхоза в России было заготовлено 187 млн. м³ древесины (около 6, 5% от мирового объема заготовки), а по данным ФСГС – 115, 7 млн. При этом из лесхозов было вывезено 108 млн. кубометров (ФСГС). В 2007 году в России было заготовлено 129520, 8 тыс. м³ древесины (ФСГС), что на 12% больше, чем в 2006 году. В 2008 году объем лесозаготовок снизился на 14,4% по сравнению с 2007 годом. Рост производства в деревообработке составил 1,4%, в целлюлозно-бумажном производстве, издательской и полиграфической деятельности – 0,8%. Решение правительства о повышении экспортной таможенной пошлины на

круглый лес (в июле 2007 на 20% и апреле 2008 года на 25%) привело к снижению конкурентоспособности российских компаний на мировых рынках. Во второй половине 2008 года в условиях мирового ипотечного кризиса резко снизились объемы строительства в Японии, Китае, Западной Европе, существенно сократились объемы производства в основных секторах экономики, потребляющих древесину. В итоге спрос на продукцию лесной отрасли стал значительно снижаться. Эта ситуация стала критичной для компаний, ориентированных на экспорт, не имеющих диверсифицированных производств и рынков сбыта, а также находящихся в регионах, удаленных от границ страны.

Из общего объема заготавливаемой в России древесины порядка 28-30% в 2007 году было экспортировано, что эквивалентно 50 млн. кубометров. Объем экспорта круглого леса из России в 2007 году составил 4 млрд. долларов или 22% от мировых продаж круглого леса. По итогам 2007 года экспорт кругляка из России сократился на 3%, но в Китай – вырос на

¹Копылова Валентина Александровна, аспирант, тел.: (3952)405651.
Kopylova Valentina Alexandrovna, a postgraduate, tel.: (3952)405651.

20%. В 2008 году по сравнению с 2007 годом экспорт необработанного леса сократился на 30%, в январе 2009 года по сравнению с январем 2008 года – примерно на две трети (на 64,6% по объему и на 65,5% по стоимости) и составил 1,04 млн. кубометров. В 2008 году значительно сократились поставки древесины из России в Китай, Финляндию и Японию – страны, которые традиционно являются крупными заказчиками российской продукции. Специалисты отмечают снижение экспорта необработанных лесоматериалов в целом на 54%. Однако это произошло за счет увеличения экспортных пошлин на необработанную древесину (рис. 1).

В структуре экспорта 20% составляет древесина глубокой переработки, а 80% – пиломатериалы и необработанная древесина. По данным Минпромэнерго, почти 35% лесного экспорта России составляют круглые лесоматериалы.

В настоящее время в России уделяется особое внимание глубокой переработке древесины, чтобы сократить экспорт леса-кругляка. Именно для этого были введены экспортные пошлины на необработанную древесину. В марте 2006 года экспортные пошлины на лес-кругляк были повышены до 4 евро за кубометр. С 1 июля 2007 года пошлины были повышены уже до 10 евро, а в 2008 году они достигли 25 евро. С 1 апреля 2008 года экспортная пошлина на необработанную древесину составила 25% таможенной стоимости леса, но не менее 15 евро за кубометр. Предполагается, что с 1 января 2010 года она достигнет 80%, но не ниже 50 евро за кубометр, что фактически закроет российский экспорт необработанной древесины.

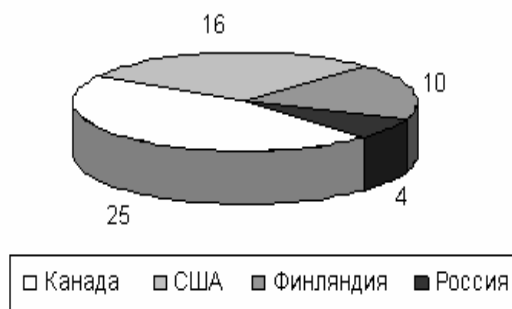


Рис. 1. Валютная выручка от экспорта леса, млрд долл.

Наибольший экономический и экологический эффект достигается при создании лесоперерабатывающих комплексов с учетом безотходной технологии производства, с внедрением цеха по производству пеллет из лесоотходов.

Сегодня появилась возможность получать новый продукт – топливные гранулы из отходов лужги подсолнечника или зерноотходов. Гранулы, пеллеты являются дорогим и востребованным на рынке продуктом. Наиболее целесообразным и эффективным топливом из биомассы являются древесные отходы, которые образуются при лесозаготовках, лесопилении, шпалопилении и деревообработке. Рассмотрим некоторые характеристики пеллет и гранул. Пеллеты – это

прессованная здоровая древесина, полученная из отходов лесопиления и деревообработки, с примесью коры не более 5%. Гранулы изготавливаются при мелком размоле качественных древесных отходов с коэффициентом уплотнения 12, диаметр гранул 5-12 мм, длина 50-75 мм. В процессе изготовления гранул клеточная структура биомассы почти полностью разрушается под действием температуры и давления, что способствует выделению свободного углерода и быстрому сгоранию летучих веществ. В гранулах практически отсутствует сера, продукты сгорания содержат незначительное количество двуокиси серы.

Гранулы в котельных топках можно сжигать с автоматической механической загрузкой или в порошкообразном состоянии, при этом КПД котлов достигает 90%. Древесные гранулы, пеллеты производятся без химических закрепителей под высоким давлением.

При изготовлении топливных гранул исходное сырье сначала измельчается, а затем гранулируется. Именно поэтому топливные гранулы называют «улучшенным» (или «облагороженным») топливом. В расчет берется не только внешний вид (гладкая, блестящая поверхность без трещин и вздутий, светлый древесный цвет, легкий и приятный запах), но и следующие параметры:

- горение гранул в топке котла происходит более эффективно – количество остатков (золы) не превышает 0,5 – 1% от общего объема используемых гранул;
- при сжигании гранулы не оказывают негативного воздействия на окружающую среду;
- гранулы не содержат скрытых пор, склонных к самовоспламенению при повышении температуры [2].

Преимущества этого вида топлива:

Во-первых, древесные гранулы, как производные от древесины, являются безопасным сырьем. А такое топливо, как нефть или газ, будет с каждым годом расти в цене и вскоре закончится.

Во-вторых, древесные гранулы обладают высокой энергоконцентрацией при незначительном занимаемом объеме, кроме того, гранулы могут перемещаться в автоматических печах и вдуваться на склад и транспорт.

В-третьих, пепел может использоваться как удобрение. Зола составляет до 1% от массы топлива. Пепел убирается в современных печах и котлах раз в два года.

В-четвертых, гранулы обладают высокой насыпной массой, следовательно, не требуют много места для складирования. Для отопления гранулами дома площадью 150 м² требуется всего 7,5 м³ гранул в год.

В таблице представлена сравнительная характеристика видов топлива.

Для расчета себестоимости производства пеллет из отходов древесины необходимо знать объем исходного сырья (рис. 2).

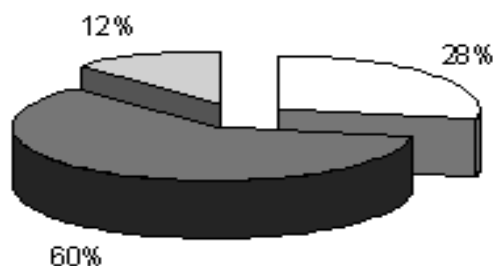
При производственной мощности пеллетного цеха 3000 тонн пеллет в год срок окупаемости капитальных вложений составит приблизительно 3 года. Таким образом, древесина поступает на глубокую переработку,

Сравнительные характеристики видов топлива

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	% серы	% золы	Углекислый газ, кг/ГДж
Каменный уголь	15-25	1-3	10-35	60
Дизельное топливо	42,5	0,2	1	78
Мазут	42	1,2	1,5	78
Щепа древесная	10	0	2	0
Гранулы древесные	17,5	0,1	1	0
Гранулы торфяные	10	0	20	70
Гранулы из соломы	14,5	0,2	4	0
Природный газ	35-38 МДж/м ³	0	0	57

в результате происходит выпуск товаров с большей добавленной стоимостью. Следовательно, доход от каждого кубометра возрастает в 6-8 раз.

Лесная отрасль требует привлечения серьезных инвестиций. И по мере улучшения динамики работы отрасли требуется создать как можно больше вариантов для переработки заготавливаемой древесины на технологических мощностях в регионах России.



- дрова
- срезки лесопиления и отходы лесозаготовок
- отходы лесопиления с местных пилорам

Рис. 2. Исходное сырье для производства пеллет

В 2008 году по поручению президента РФ подготовлен проект комплекса мер, предусматривающий создание благоприятных условий для инвестиций в лесопереработку на основе инвестиционных соглашений, ориентированных на долгосрочное стратегическое партнерство в лесном секторе, а также стимулирование деревянного домостроения, включая развитие производства деревянных клееных конструкций, расширение производства лесозаготовительных машин, развитие инфраструктуры в целях освоения новых лесных массивов, стимулирование применения энергоносителей древесного происхождения в качестве альтернативных источников топлива для коммунальной энергетики. Планируется также обеспечение последовательного снижения ставок вывозных таможенных пошлин на продукцию глубокой переработки древесины и поэтапное их увеличение на отдельные виды круглых лесоматериалов, отмена ставок на высокотехнологичное оборудование для переработки древесины, комплектующие и запасные части для машин, промышленное производство которых предполагается организовать в России.

В настоящее время не только в РФ, но и в Иркутской области приоритетными являются инвестиционные проекты, направленные на создание или модернизацию предприятий лесопромышленного комплекса. По результатам последних лет ежегодно в Иркутской области обрабатывается 22-23 млн. кубометров древесины. Это примерно на 50% меньше ее реальных возможностей.

Следует отметить, что предприятия лесного комплекса ориентированы на внешнеэкономическую деятельность.

Начиная с 2002 года во внешней торговле региона наблюдается устойчивое увеличение объемов товарооборота в основном за счет роста экспортных поставок. Расширение объемов внешнеэкономической деятельности обусловлено благоприятной мировой конъюнктурой, а также повышением платежеспособности предприятий, ростом инвестиций и реальных доходов населения.

Администрацией Иркутской области разработан пакет инвестиционных проектов в лесной отрасли, который включает 20 предприятий различного профиля с наличием инфраструктуры. Администрация Иркутской области утвердила 45 инвестиционных проектов в лесной отрасли, реализация которых позволит создать дополнительно около 6 тыс., а также увеличить налоговые поступления в бюджет области.

По информации департамента лесного хозяйства объем налоговых поступлений в 2007 году составил 2,5 млрд. руб., что на 1 млрд. руб. больше, чем в 2006 году. Таким образом, совершенствование структуры экспорта лесоматериалов, а именно сокращение сырьевой экспортной составляющей, требует реализации комплекса мер по созданию условий для развития глубокой переработки, привлечения инвестиций в создание производства высококачественной продукции и строительство современных заводов по глубокой механической и химической переработке древесины.

Библиографический список

1. Гришкова Е.А. Про пошлины и инвестиции // Коммерсантъ – BUSINESS GUIDE", 2008.
2. Болтавин А.К. Исследование рынка лесозаготовки и лесопереработки в России DISCOVERY Research Group, 2008. www.wood.ru
3. www.forest.ru



УДК 330.003.12

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ

М.В.Краснова¹

Рубцовский институт (филиал) Алтайского государственного университета,
658225, г. Рубцовск, пр. Ленина, 200 Б.

Рассматривается порядок организации стратегического управленческого учета денежных потоков. Определяется назначение центров ответственности учета денежных потоков. Делается вывод о необходимости стратегического управленческого учета денежных потоков в разрезе составляющих сбалансированной системы показателей.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: стратегический управленческий учет; денежные потоки; центры ответственности.

STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING OF MONEY FLOWS**M.V.Krasnova**

Rubtsovskii Institute (a branch of) Altaiskii State University
200 B Lenin Av., Rubtsovsk, 658225

The author considers the organization order of the strategic management accounting of money flows. She determines the specification of responsibility centers of money flows accounting. She makes a conclusion on the necessity of the strategic management accounting of the money flows within the components of the balanced system of showings.

1 figures. 1 table. 5 sources.

Key words: strategic management accounting; money flows; centers of responsibilities.

Эффективное управление денежными потоками в условиях рыночной экономики возможно лишь при наличии соответствующего информационного обеспечения. В работах современных авторов в большей мере разработаны вопросы анализа денежных потоков. Проблемы же методологии и организации учета денежных потоков, формирования учетно-аналитического обеспечения управления денежными потоками практически не рассматриваются ни в монографической, ни в периодической литературе.

Основным источником информации о денежных средствах является финансовый учет и отчетность, воплощенная в форме №4 «Отчет о движении денежных средств». Данная форма отчетности не может в полной мере удовлетворить информационные потребности менеджеров, поскольку:

- не представляет информацию о денежных потоках в целях стратегического управления, характеризуя источники получения и выплат денежных средств лишь с позиции краткосрочного принятия решений;
- не обеспечивает представления информации о денежных потоках в разрезе: видов деятельности предприятия, инновационных процессов, развития и информационного обеспечения персонала и т.д.;
- не позволяет оценить нефинансовые показатели, например, долю постоянных покупок, уровень мотивации персонала;
- составляется формально, не уделяется должного внимания ее анализу.

В эпоху информационной конкуренции отчет о денежных потоках предприятия должен включать показатели, которые дополняют друг друга и полноценно характеризуют стратегию компании. Необходимо достичь баланса многих аспектов: финансовых и нефинансовых показателей, показателей, на которые мож-

но влиять в кратко- и долгосрочной перспективе, показателей, характеризующих «вход» и «выход» процесса создания стоимости, показателей, ориентированных в прошлое и будущее, традиционных и новых показателей. Это позволяет избежать односторонней концентрации отчетности на финансовые и ориентированные в прошлое показатели или ориентации только на краткосрочные показатели результативности.

В качестве решения данной проблемы можно применить систему стратегического управленческого учета денежных потоков, построенную на основе сбалансированной системы показателей. Концептуально новый подход позволит сформировать информационный базис для анализа денежных потоков, который, в свою очередь, сформирует определенное видение руководителей и собственников для принятия управленческих решений.

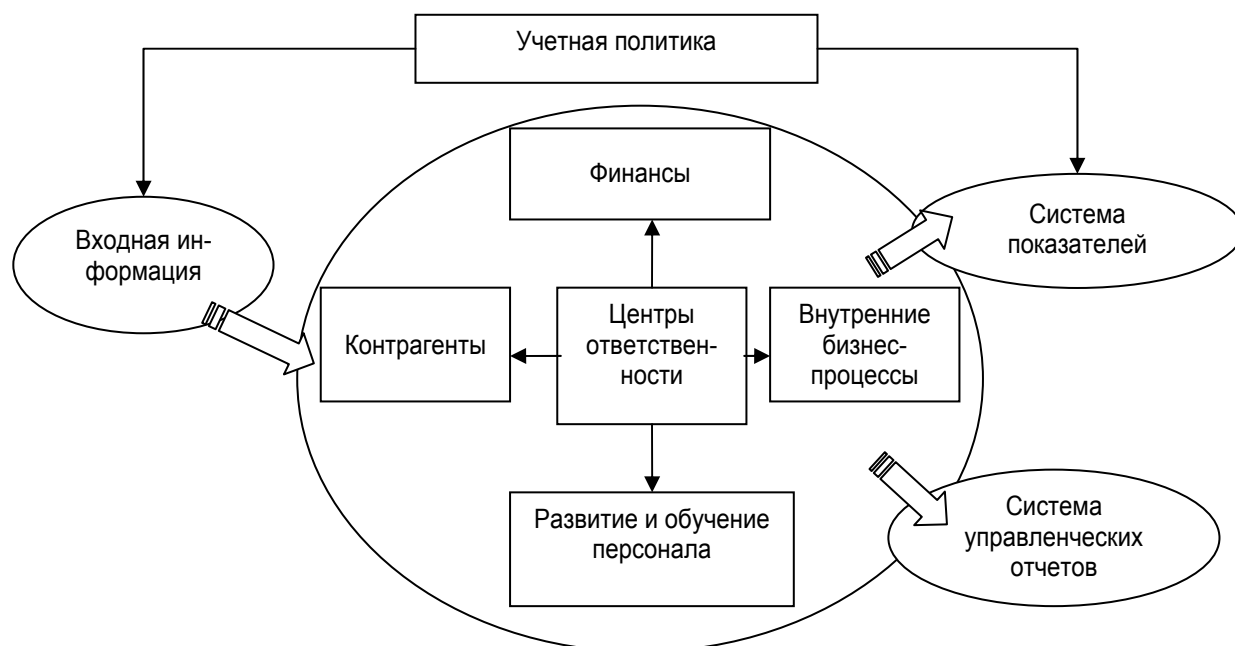
Стратегический управленческий учет денежных потоков – это упорядоченная, сбалансированная система сбора, обработки, интерпретации информации о денежных потоках предприятия и процессах их привлечения, использования и размещения, предназначенная для принятия стратегических управленческих решений.

Процесс организации стратегического управленческого учета мы можем разделить на четыре этапа (см. рисунок).

На первом этапе в соответствии со стратегией предприятия, учитывая отраслевую специфику, необходимо разработать учетную политику, включающую три блока: организационный, технический и методический.

Организационный блок. Организационное обеспечение учета должно быть подчинено задаче своевре-

¹Краснова Мария Валерьевна, преподаватель, тел.: 89059837083, e-mail: mary1381@mail.ru
Krasnova Maria Valerjevna, a lecturer, tel.: 89059837083, e-mail: mary1381@mail.ru



Организация стратегического управленческого учета денежных потоков по центрам ответственности

менного представления аппарату управления достоверной и необходимой информации с наименьшими издержками. Решение этой задачи обеспечивается совокупностью факторов, каждый из которых реализуется исходя из сложившихся традиций, конкретных условий функционирования предприятия и объема учетной работы. Организационный блок включает в себя процессы разработки и применения следующих элементов: организационной формы учета, учетной политики, должностных инструкций бухгалтеров, графика документооборота.

Технический блок. Техническое обеспечение стратегического управленческого учета представляет собой комплекс процедур, реализация которых позволяет обеспечить методологические и организационные аспекты учетной политики на уровне современных требований к постановке учета. Комплекс процедур включает наличие:

- рабочего плана счетов, разработанного с учетом специфики деятельности и отраслевой принадлежности предприятия, с помощью которого возможно детализированное отражение денежных потоков предприятия с учетом влияния внешних и внутренних факторов;
- альбома форм первичных учетных документов и форм отчетности по четырем составляющим сбалансированной системы показателей;
- организации внутрифирменного контроля;
- современных средств вычислительной техники, составляющих основу автоматизированной формы стратегического управленческого учета;
- квалификационного уровня бухгалтеров, соответствующего современным требованиям управления организацией;
- комплекса мер по оптимизации учетного процесса.

Методический блок. Методическое обеспечение стратегического управленческого учета денежных по-

токов представляет собой комплекс положений, реализация которых позволит информировать сотрудников о теоретических положениях практической реализации стратегии предприятия. Методическое обеспечение призвано осуществлять основополагающий принцип сбалансированной системы показателей (ССП) – информационную доступность для работников компании всех уровней. В методический блок входят следующие документы: Положение о разработке стратегического учета денежных потоков, Положение о системе оплаты труда и мотивации персонала, Положение о формировании информационных баз по составляющим ССП, Положение о порядке формирования системы внутренней отчетности.

В соответствии с разработанной учетной политикой на предприятии *на втором этапе* происходит сбор входной информации, которая должна отвечать требованиям: объективности, достоверности, своевременности, точности.

На третьем этапе информация о денежных потоках классифицируется и обрабатывается в четырех центрах ответственности сбалансированной системы: финансы, контрагенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие персонала.

Классическая модель сбалансированной системы показателей, предложенная Дэвидом Нортоном и Робертом Капланом, состоит из четырех составляющих: финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие персонала [3, с.12]. Предлагаем сгруппировать денежные потоки по четырем составляющим сбалансированной системы: финансы, контрагенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие персонала. Замена составляющей «клиенты» на «контрагенты» обусловлена необходимостью учета и анализа денежных потоков в разрезе не только клиентов, но и поставщиков, фискальных органов, посредников.

При построении системы управленческого учета денежных потоков будем использовать концепцию управления отдельными аспектами финансовой деятельности бизнес-единиц на основе центров ответственности, предложенную американским ученым Джоном А. Хиггинсом.

Для целей разработки и реализации стратегического управленческого учета денежных потоков центром ответственности является сегмент организации, менеджер которого подотчетен за определенный участок работы.

Согласно Соколову Я.В.: «Центры ответственности перемещают внимание пользователей с экономической мантии на юридическую. Методика учета по центрам ответственности синтезирует идеи Чербони и Эмерсона, а также преследует цель – создать для администраторов условия самоконтроля. В юридической мантии нормативы – это своеобразная «удавка», которая должна сковывать работу администратора, в экономической – психологический ориентир. В первом случае – это границы недоверия, во втором – подсказки агенту, напоминание о пределах его административных возможностей» [4, с. 233].

При определении центров ответственности, основываясь на приоритете денежных потоков в качестве ключевого показателя эффективности деятельности предприятия, принимаем во внимание составляющие сбалансированной системы показателей.

На четвертом этапе в результате обработки образуется поток выходной информации, которая подразделяется на две категории: система показателей стратегического управленческого учета и система стратегических управленческих отчетов.

Ведение стратегического учета должно обеспечить процесс формирования информации о денежных потоках по составляющим сбалансированной системы показателей. Охарактеризуем разделение потоков по каждому центру ответственности.

Центр финансов – это сегмент организации, руководитель которого отвечает за целесообразность и эффективность внешнего финансирования и инвестиций. В данном центре ответственности к положительным денежным потокам относятся: полученные займы и кредиты; полученные проценты по выданным кредитам и займам; полученные дивиденды, поступления в результате реализации ценных бумаг; поступления от эмиссии ценных бумаг. К отрицательным денежным потокам относятся: выплата займов и кредитов; выплата процентов по кредитам и займам; дивиденды выплаченные; расходы на выпуск ценных бумаг; приобретение ценных бумаг.

Центр расчетов с контрагентами – это сегменты организации, менеджеры которых отслеживают своевременность и оптимальность расчетов с контрагентами. Контрагентами для любого предприятия являются: покупатели, поставщики, посредники, налоговые органы, таможенные органы, органы социального обеспечения, конкуренты, подотчетные лица. Расчеты с фискальными органами являются обязательными, поэтому мы их включили в категорию контрагентов, а не во внутренние бизнес-процессы. Расче-

ты с подотчетными лицами, по мнению автора, можно приравнять к расчетам с посредниками. Если на предприятии наблюдаются значительные обороты денежных потоков с подотчетными лицами, мы рекомендуем вести учет направленности израсходованных сумм по составляющим ССП. К положительным денежным потокам в центре расчетов с контрагентами относятся: поступления от реализации продукции, работ и услуг по основному виду деятельности; поступления от реализации продукции, работ и услуг по прочим видам деятельности; сумма возмещений фискальными органами; возврат подотчетных сумм; возврат денежных средств поставщиками. К отрицательным денежным потокам относятся: оплата за сырье и материалы, услуги по основному виду деятельности; оплата за сырье и материалы по прочим видам деятельности; выплаты фискальным органам; выдача подотчетных сумм; возврат денежных средств покупателям.

Центр внутренних бизнес-процессов – это сегменты организации, менеджеры которых отвечают за внутренние бизнес-процессы. Данные процессы практически на любом предприятии могут иметь стандартизированный набор: процесс продаж, процесс производства, инновационные процессы, социальные процессы.

В первую очередь деятельность предприятия должна быть ориентирована на потребителей. Именно объем возможных продаж определяет объем производства в условиях рыночной экономики, а не наоборот, как это было в условиях командно-административной системы. Удержание потребителей посредством эффективного управления внутренними бизнес-процессами персоналом является одной из основных целей деятельности предприятия. В процессе продаж неизбежно возникают маркетинговые расходы, к которым относятся расходы на рекламу, маркетинговые акции, разработку и обслуживание web сайтов, рассылки и т.д. – данные отрицательные потоки должны быть выделены в отдельную статью маркетинговых расходов.

Одним из инновационных направлений усовершенствования процесса производства является приобретение и реализация зданий, оборудования и т.д. Данные расходы относятся к внутренним инвестициям, поэтому связанные с ними денежные потоки включаются во внутренние бизнес-процессы, а не в инвестиционную деятельность согласно традиционной форме № 4. Отслеживание платежей в разрезе инновационных процессов позволит оценивать работу менеджеров, реализующих долгосрочные цели предприятия в ущерб получению краткосрочной прибыли.

Не на всех предприятиях наблюдаются социальные процессы, но некоторые все же участвуют в социальной жизни, например, посредством оказания спонсорской помощи. Данные платежи не являются обязательными, поэтому они также включены во внутренние бизнес-процессы.

К положительным денежным потокам в данном центре ответственности относятся: поступления денежных средств от реализации новых видов продукции, товаров и услуг; поступления от реализации на



новых каналах сбыта; поступления от реализации продукции, произведенной в результате реконструкции, модернизации, приобретения оборудования, зданий, сооружений и т.д. К отрицательным потокам относятся: выплаты денежных средств на реконструкцию, модернизацию, приобретение оборудования, зданий, сооружений и т.д.; выплаты направленные на разработку новых видов продукции; маркетинговые расходы; социальные расходы.

Центр обучения и развития персонала. В данном блоке разделение потоков на положительные и отрицательные затруднительно, так как невозможно оценить количественно, сколько было реализовано продукции или сэкономлено денежных средств в результате эффективной работы персонала. Это является наглядным примером трудностей при оценке нефинансовых показателей. Но игнорировать и не отслеживать расходы на персонал недопустимо. Поэтому мы считаем необходимым выделить в качестве отдельного направления расходов денежных средств составляющую обучения и развития персонала. Поступления от персонала на предприятиях практически незначительны, но могут иметь место (например, выплата штрафов), поэтому положительные денежные потоки в данной составляющей представлены одной статьей – прочие поступления. В настоящее время очень важно обеспечивать сотрудников информацией, необходимой для принятия управленческих решений. Эта потребность, в свою очередь, приводит к необходимости учета и анализа денежных потоков, направленных на информационное обеспечение сотрудников. Таким образом, к отрицательным денежным потокам относятся: расходы на оплату труда; расходы на премиальные выплаты, расходы на реализацию мотивационных программ, расходы на обучение персонала; расходы на информационное обеспечение сотрудников; прочие расходы (алименты, пособия).

Для отражения необходимой информации о денежных потоках по центрам ответственности мы предлагаем вести аналитический учет по счетам, корреспондирующим со счетами учета денежных средств в разрезе видов деятельности предприятий и центров ответственности. Так как это позволит сформировать информацию о направлениях источников получения и

использования средств, то можно говорить об учете денежных потоков, а не денежных средств.

Рассмотрим порядок ведения стратегического учета денежных потоков по 60 счету «Расчеты с поставщиками и подрядчиками» на примере предприятия, осуществляющего следующие виды деятельности: торгово-закупочная деятельность упаковки товаров продовольственного и промышленного назначения, производство и продажа стройматериалов, оказание консультационных услуг. Основным видом деятельности является торгово-закупочная деятельность. Главное конкурентное преимущество данного предприятия – это деятельность на международном рынке. Предприятие является своеобразным посредником между поставщиком товаров (казахским предприятием) и российским покупателем. Это приводит к целесообразности использования следующего порядка построения аналитического учета денежных потоков (см. таблицу).

Согласно данной таблице счет 60.1.2.1.2 отражает: расчеты с поставщиком (60) по торгово-закупочной деятельности (1), относящиеся к центру ответственности «Контрагенты»(2); поставщик относится к постоянным поставщикам (1) и осуществляет свою деятельность в Казахстане (2).

Поскольку предприятие осуществляет продажу стройматериалов собственного производства, то одним из инновационных процессов в этом виде деятельности является разработка нового канала сбыта стройматериалов на экспорт в Казахстан.

По аналогии применив данный порядок аналитического учета к 62 счету, можно отразить оплату экспортной продукции следующей операцией:

Дебет 51 Кредит 62.2.3.2.2 – Зачислены денежные средства от продажи покупателю (62) стройматериалов (2) через новый канал сбыта (3); покупатель относится к разовым покупателям (2), осуществляющим свою деятельность в Казахстане(2).

Детализированный учет по видам деятельности предприятия, составляющим сбалансированной системы учета и анализа денежных потоков позволит сформировать внутреннюю отчетность в виде информационных баз по четырем центрам ответственности сбалансированной системы: финансы, контрагенты,

Аналитический учет денежных потоков по 60 счету «Расчеты с поставщиками и подрядчиками»

Код субсчета	Виды деятельности	Код субсчета	Центр ответственности	Код субсчета	Категория поставщика	Код субсчета	Географическое расположение поставщика
1	Торгово-закупочная	1	Финансы	1	Постоянный поставщик	1	Россия
2	Производство и продажа стройматериалов	2	Контрагенты	2	Разовый поставщик	2	Казахстан
3	Консультационные услуги	3	Внутренние бизнес-процессы				
		4	Обучение и развитие персонала				



внутренние бизнес-процессы, развитие и обучение персонала. Это позволит сформировать информацию в первую очередь в интересах управления, а не налогообложения, что, в свою очередь, повысит качество содержания и достоверности информации для заинтересованных групп пользователей.

В целях информационного обеспечения процесса реализации стратегических решений необходимо использовать способы и приемы стратегического учета. В рамках данного вида учета можно обеспечить организацию учета денежных потоков в целях оценки эффективности их привлечения, использования и размещения для принятия стратегических решений. Таким образом, на взгляд автора, концептуально новый подход к организации системы стратегического управленческого учета денежных потоков позволит повысить информационную удовлетворенность всех групп пользователей посредством формирования отчета о денежных потоках по составляющим ССП; отследить нефинансовые показатели (например, долю покупок постоянных клиентов, уровень информационного обеспечения сотрудников, инновационные процессы);

избежать управленческой тенденции придавать большее значение текущим показателям эффективности в ущерб долгосрочной финансовой выгоде.

Стратегический управленческий учет – это система, которая позволит отслеживать основной индикатор деятельности предприятия – денежные потоки, с помощью которого можно оценить работу в целом как предприятия, так и управленческого персонала по каждому центру ответственности.

Библиографический список

1. Астахов В.П. Теория бухгалтерского учета. 3-е изд. перераб. и доп. Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. 448с.
2. Каверина О.Д. Управленческий учет: системы. Методы, процедуры. М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.
3. Каплан Роберт С., Нортон Дэвид П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. 2-е изд., испр. и доп. / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2005. 320 с.
4. Соколов Я.В. Основы теории бухгалтерского учета. М.: Финансы и статистика, 2003. 496 с.
5. Уорд Кит. Стратегический управленческий учет / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2002. 448 с.

УДК 338.439.4:632.2.034(571.53)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.И.Лапина¹

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия,
664038, г. Иркутск, пос. Молодежный.

Рассмотрены проблемы развития молочного скотоводства на предприятиях всех форм собственности Иркутской области.

Ил. 4.

Ключевые слова: молоко; скотоводство; поголовье; продуктивность; интенсивность.

DEVELOPMENT TENDENCIES OF DAIRY CATTLE-BREEDING IN IRKUTSK REGION

T.I. Lapina

Irkutsk State Agricultural Academy
Molodezhniy settlement, Irkutsk, 664038

The author examines the development problems of dairy cattle-breeding at the enterprises of all forms of property in Irkutsk region.

4 figures.

Key words: milk; cattle-breeding; livestock; productivity; intensity.

На состояние и развитие молочного скотоводства в Иркутской области за последние семнадцать лет влияние оказали такие кризисные явления, как инфляция, огромный дефицит бюджета, резкое удорожание кредитных ресурсов, неплатежи. В результате поголовье коров на предприятиях всех форм собственности в 2007 г. в сравнении с 1991 годом сократилось почти в два раза. И, как следствие, валовое производство молока за этот период снизилось на 29 %. Такое снижение произошло в основном за счет быстрого спада поголовья в сельскохозяйственных организациях.

В 2007 г. по сравнению с 1991 г. количество крупного рогатого скота сократилось на 87,4 %, а коров –

на 83,6 % (рис. 1). В сельскохозяйственных организациях нашей области направление мясо-молочное, а за рассматриваемый период 1991 – 2007 гг. прослеживается тенденция к увеличению удельного веса коров в стаде – с 31,4 % до 41,0 % соответственно.

В хозяйствах населения удельный вес коров в стаде за последние десять лет варьирует от 50,8 % до 52,8 %. С 1991 года поголовье коров стало увеличиваться, и такая тенденция наблюдалась до 1996 года. В дальнейшем поголовье коров варьировало по годам. С 1997 года оно стало снижаться. С 2001 года по 2003 год наблюдалось восстановление поголовья, но затем снова произошло снижение. В целом, можно отметить, что за последние годы хозяйства населения

¹Лапина Татьяна Иннокентьевна, старший преподаватель, соискатель, тел.: 89027659251.
Lapina Tatjana Innokentjevna, a senior lecturer, a competitor, tel.: 89027659251.



также не избежали сокращения поголовья. В 2007 году в сравнении с 1991 годом поголовье КРС сократилось

молока возросло за анализируемый период на 77 % (рис. 1).

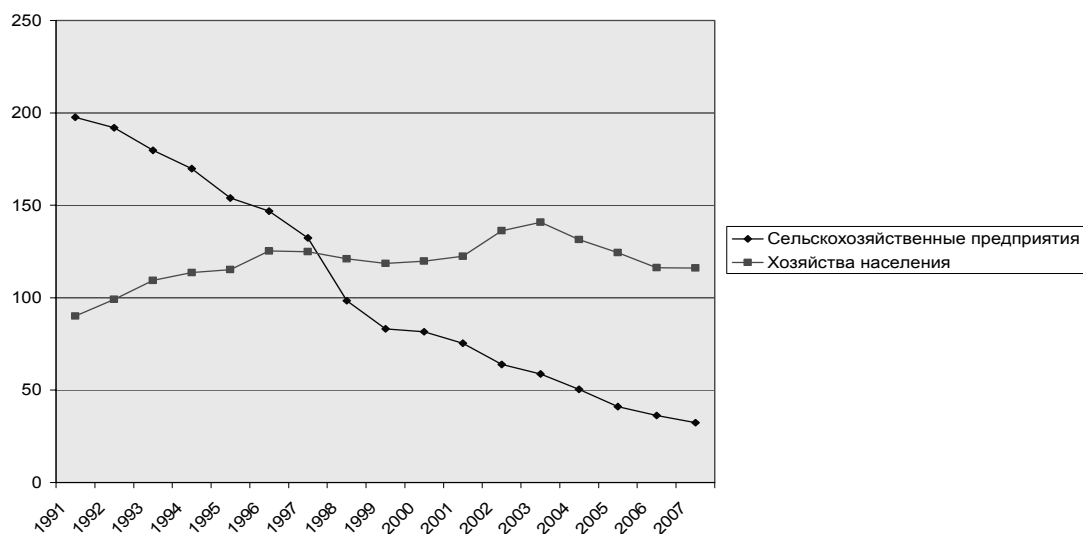


Рис. 1. Поголовье коров в хозяйствах всех категорий Иркутской области за 1991-2007 гг.²

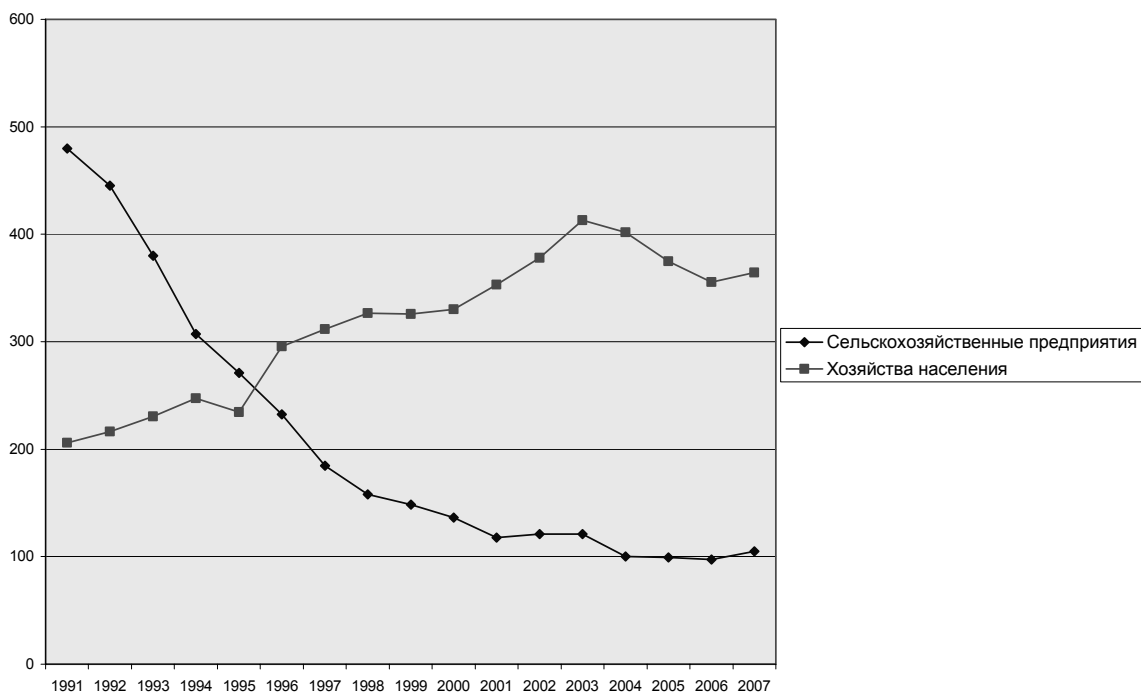


Рис. 2. Производство молока по всем категориям хозяйств (тысяч тонн) за 1991-2007 гг.³

на 9,4 %, а коров – на 28,9 %.

Крестьянские (фермерские хозяйства) с момента становления фермерства (1992 г.) имели 1,6 тыс. голов КРС и 0,3 тыс. коров. К 2007 году им удалось существенно увеличить поголовье крупного рогатого скота до 12,8 тыс. и поголовье коров до 5,4 тыс. К 2007 году в крестьянских (фермерских) хозяйствах насчитывается лишь 4 % крупного рогатого скота, 3,5 % коров и 3,7 % производства молока от областных показателей.

Снижение поголовья в сельскохозяйственных организациях не могло не отразиться на валовом производстве молока, которое начиная с 1991 года стало ежегодно сокращаться и к 2007 году снизилось на 78 %.

В хозяйствах населения, наоборот, производство молока возросло за анализируемый период на 77 %.

Развитие молочного скотоводства на сельскохозяйственных предприятиях за анализируемый период можно условно разделить на три этапа.

Первый этап до 1991 г. характеризуется повышением поголовья, объемов производства молока и продуктивности. Второй этап – с 1992 г. по 2001 г. характеризуется обвальным падением производства молока, которое сократилось с 445,2 тыс. т в 1992 г. до 118 тыс. т в 2001 г. Поголовье коров уменьшилось на 60,7 % (с 192 тыс. гол. до 75,4 тыс. гол.), одновременно снизилась продуктивность коров на 754 кг (с 2319 кг до 1565 кг).

²Стат.сб./Иркутскстат-К-14. Иркутск, 2007. 272 с.

³Там же.



Третий этап – с 2002 года по настоящее время – период снижения темпов падения и частичного роста. В частности, за этот период возросла продуктивность коров, причем темпы продуктивности достигнуты самые высокие в 2006 году – 2685 кг и в 2007 году 3225 кг (рис. 2). Однако увеличение производства молока в сравнении с предыдущим годом отмечается только в 2002 году на 11 % (с 118 тыс. т до 121 тыс. т) и в 2007 году на 6,1 % (с 97,2 тыс. т до 104,8 тыс.т). Следует отметить, что рост производства произошел за счет интенсификации отрасли – повышения продуктивности животных, а не за счет увеличения численности скота. Снижения поголовья скота приостановить пока не удалось.

Однако до 1995 г. сельскохозяйственные предприятия Иркутской области все же удерживали доминирующее положение в формировании ресурсов молока, после чего лидерами становятся хозяйства населения (рис. 3).

ность молочного стада недостаточна для полного удовлетворения потребностей населения, она далека от лучших результатов и лишь частично компенсирует сокращение поголовья скота. И в настоящее время очень важно приостановить снижение численности поголовья коров, так как это немаловажный фактор для увеличения производства молока.

Важным фактором обеспечения рынка молочной продукцией остается товарность производимого молока. Объем реализации продукции непосредственно зависит от производства и также подвержен изменениям. В последние годы ситуация стала более благоприятной, намечился рост реализации молока с 2002 г., за это время лишь однажды произошло снижение. В 2007 г. реализовано хозяйствами всех категорий 143,7 тыс. т молока, в том числе 67,8 % сельскохозяйственными организациями, 25 % хозяйствами населения и всего 7,2 % крестьянскими (фермерскими) хозяйствами. При этом в сельскохозяйственных пред-

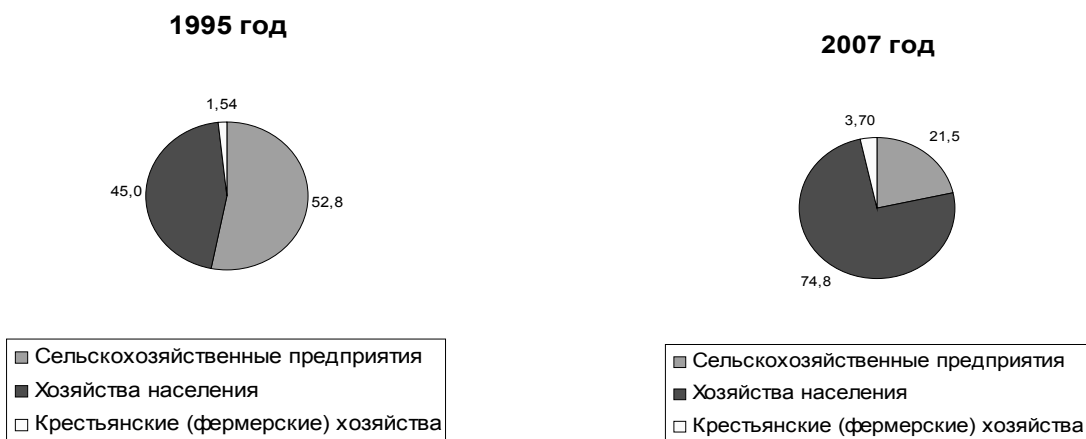


Рис. 3. Производство молока по всем категориям хозяйств, %⁴

В 1995 году удельный вес молока, произведенного сельскохозяйственными организациями от всего производства Иркутской области, составлял 52,8 %, а в 2007 году он снизился до 21,5 %. В хозяйствах населения удельный вес производства молока увеличился с 45 % в 1995 г. до 74, 8 % в 2007 г.

Развитие молочного скотоводства в области целесообразно осуществлять на интенсивной основе за счет роста продуктивности коров. Показатели продуктивности в молочном скотоводстве за анализируемый период неоднократно снижались. Минимальной отметки они достигли в сельскохозяйственных организациях в 1997 г. – 1396 кг, а в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах – 2034 кг, 2135 кг соответственно (рис. 4). В сельскохозяйственных организациях за последние семнадцать лет самый высокий показатель продуктивности наблюдался в 2007 году – 3235 кг. В последние три года произошло увеличение средней продуктивности коров по всем формам собственности. Положительные сдвиги имеются, но объясняется это в основном сокращением поголовья, происходившим за счет ликвидации, в первую очередь, нерентабельных ферм и малопродуктивных животных.

Несмотря на рост в последние годы, продуктив-

ностях товарность молока находится на уровне 93 %, в хозяйствах населения составляет всего лишь 10 %, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 57 %.

Основными производителями сельскохозяйственной продукции оказались личные подсобные хозяйства населения (ЛПХ), но решающего влияния на насыщение продовольственного рынка они не оказывают, поскольку производят продукцию преимущественно для самообеспечения.

Факторы высокой трудоемкости и ресурсоемкости молочного скотоводства не позволяют рассчитывать на дальнейшее увеличение производства товарного молока в хозяйствах населения. Современное молочное производство базируется на системах машин и оборудования, требует капитальных помещений для содержания основного стада и молодняка, потребляет большое количество электроэнергии. Отсюда следует, что реальное наращивание производства молока может и должно происходить в крупных сельскохозяйственных предприятиях. В них еще сохранился создаваемый десятилетиями производственный потенциал

⁴Стат.сб./Иркутскстат, Иркутск, 2007. 272 с.

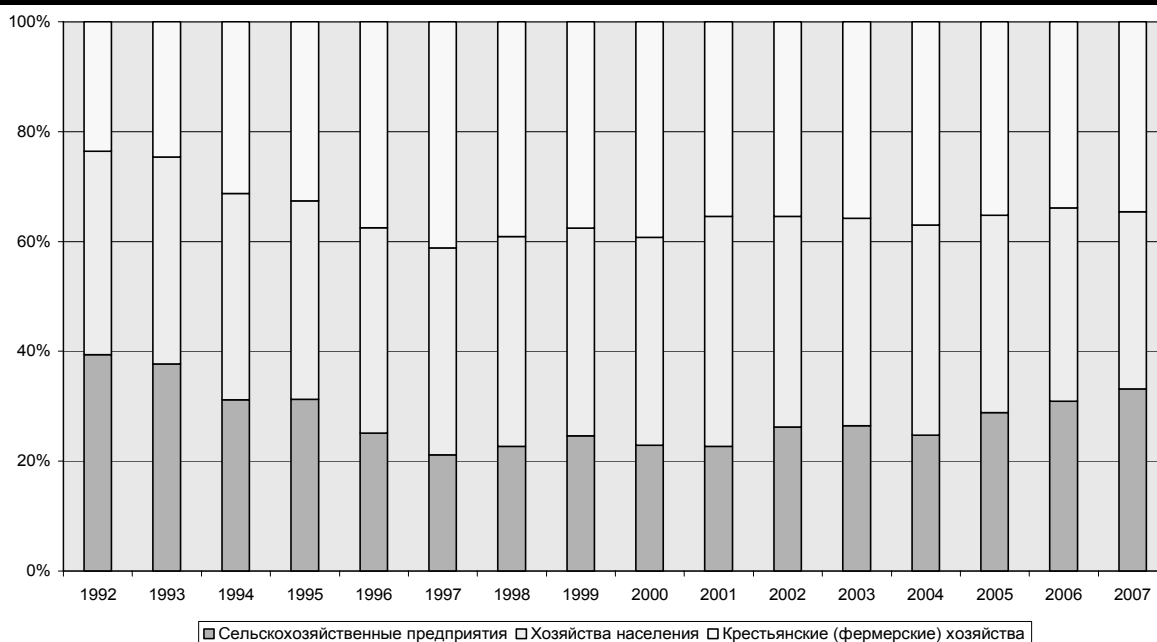


Рис. 4. Удой на одну корову в хозяйствах всех категорий по Иркутской области в 1992-2007 гг.⁵

(капитальные помещения для содержания скота, система машин для выращивания и заготовки всех видов кормов; высокий генофонд скота, квалифицированные кадры специалистов и животноводов и др.).

Развитие молочного скотоводства на перспективу в области целесообразно осуществлять на интенсивной основе за счет роста продуктивности коров и снижения затрат на производство животноводческой продукции. Для чего необходимо создание надлежащих условий кормления и содержания, совершенствование

племенных и продуктивных качеств скота, внедрение ресурсосберегающих технологий, более полное использование человеческого фактора. В ряде случаев будет оправданной переработка молочной продукции на местах производства. Одним из направлений повышения интенсификации молочного производства может стать кооперация производителей молока, агропромышленная интеграция, эффективная переработка и реализация готовой продукции.

⁵ Стат.сб./Иркутскстат, Иркутск, 2007. 272 с.

УДК 332.8

ББК У9(РОС54) 441.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

О.В.Литвинова¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Проанализированы особенности эксплуатации жилищного фонда с учетом применения законов, регламентирующих эту деятельность, правил и методических указаний по эксплуатации жилищного фонда. Предложено при оценке эффективности инвестиционных проектов строительства жилья за одни из основополагающих факторов рассматривать будущие эксплуатационные затраты.

Табл. 3. Библиограф. 6 назв.

Ключевые слова: жилищный фонд; эксплуатация; текущий ремонт; физический износ.

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF EXPLOITATION COSTS ON THE HOUSING FOND REPRODUCTION

O.V.Litvinova

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author analyses the features of exploitation of the housing fond taking into account the application of laws regulating this activity, regulations and methodical recommendations on the exploitation of the housing fond. It is proposed to consider future exploitation costs as one of the fundamental factors when estimating the efficiency of investment projects of building dwellings.

3 tables. 6 sources.

Key words: housing fond; exploitation; current repair; physical wear and tear.

¹Литвинова Ольга Владимировна, доцент кафедры экспертизы и управления недвижимостью, тел.: (3952)405412.

Litvinova Olga Vladimirovna, an associate professor of the Chair of Expertise and Real Estate Management, tel.: (3952)405412.



При строительстве жилых зданий повышенной этажности, с большой насыщенностью их инженерным оборудованием, средствами механизации и автоматизации, эксплуатация жилищного фонда представляет собой сложную задачу, решение которой требует постоянного совершенствования средств и форм обслуживания. Города застраиваются жилыми массивами с улучшенной планировкой квартир в зданиях. Увеличивается полезная площадь квартир и площадь мест общего пользования (вестибюлей, лестничных клеток, общих поэтажных коридоров, примыкающих к лестничным клеткам). Это, с одной стороны, повышает комфортность жилых помещений, а с другой – приводит к увеличению площадей для обслуживания и ремонта в доме. Отношение этих площадей к одному квадратному метру жилой площади непрерывно возрастает.

Повышение эффективности технической эксплуатации жилищного фонда должно осуществляться не за счет ухудшения качества услуг, предоставляемых населению, а за счет снижения стоимости обслуживания путем перевода технической эксплуатации на проектную основу, применения эффективных механизмов, оборудования и средств автоматизации, повышения производительности труда обслуживающего персонала.

В результате наблюдений мы видим, что жилье более долговечно, чем большинство других товаров. Если за ним обеспечен надлежащий уход, жилье может служить 100 и более лет. С течением времени жилища разрушаются, но это происходит относительно медленно. В большей степени долговечность жилья зависит от владельца, который может контролировать темпы физического износа, тратя деньги на его ремонт и техническое обслуживание.

У собственника имеются для этого стимулы, потому что обслуживание и ремонт повышают качество и количество жилищных услуг, обеспечиваемых данным жилищем. Владельцы должны больше платить, т.е. улучшение технического обслуживания повышает оплату жилищно-коммунальных услуг. В связи с этим можно поставить задачу по затратам на техническое обслуживание.

В процессе эксплуатации зданий их техническое состояние изменяется. Это выражается в ухудшении количественных характеристик работоспособности, в частности, надежности. Ухудшение технического состояния зданий происходит в результате изменения физических свойств материалов, характера сопряжений между ними, а также размеров и форм.

По мере старения жилища расходы на поддержание его качества прогрессивно возрастают. С 20-го по 30-й годы постоянные издержки не меняются, однако затраты на техническое обслуживание увеличиваются и прибыль падает. [2]

В ходе реформирования собственности и реализации программных мер по реформированию жилищной сферы существенным образом изменились организационно-экономические условия содержания и ремонта жилищного фонда всех форм собственности.

Соответственно, это вызвало необходимость пе-

ресмотра основополагающих принципов и определений, составляющих комплексного процесса содержания и ремонта жилищного фонда, а также нормативной схемы организации и регламентирования этого процесса. Существенным стимулом такой работы стали Правила оплаты гражданами жилья и коммунальных услуг, утвержденные постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 392.

Правила разработаны в соответствии со статьями 15 – 15.2 Закона Российской Федерации «Об основах федеральной жилищной политики».

Из правил следует, что оплата жилья нанимателями жилых помещений по договору социального найма жилого помещения и договору найма жилого помещения, относящихся к государственному и муниципальному жилищным фондам, а также собственниками жилых помещений в многоквартирных домах, в которых не созданы объединения собственников, включает: содержание жилья, ремонт жилья, наем жилого помещения. [4]

Согласно Гражданскому кодексу Российской Федерации, Закону Российской Федерации «О защите прав потребителей», Федеральному закону от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» с учетом основных положений Федерального закона от 06.05.2003 г. № 52-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации «Об основах федеральной жилищной политики» и других законодательных актов Российской Федерации в части совершенствования системы оплаты жилья и коммунальных услуг» следует, что структура и состав работ и услуг по содержанию жилищного фонда включает комплекс работ и услуг по содержанию общего имущества жилого дома и техническому обслуживанию общих коммуникаций, технических устройств и технических коммуникаций жилого дома, выполняемых в течение всего жизненного цикла здания постоянно или с установленной нормативными документами периодичностью с целью поддержания его сохранности и надлежащего санитарно-гигиенического состояния.

В результате оценка эффективности функционирования любого объекта недвижимости (возводимого или обновляемого) подразумевает рассмотрение его на протяжении всего жизненного цикла. [5] Рассматривая существование недвижимости во времени, можно разделить ее жизненный цикл на этапы:

1 этап – прединвестиционный – включает разработку идей (концепций), обоснование эффективности проекта, решение вопроса финансирования, проектирование, определение исполнителя.

2 этап – организация сооружения объекта, подготовки и сдачи в эксплуатацию.

3 этап – эксплуатация или продажа на рынке недвижимости.

4 – этап – реконструкция, капитальный ремонт и последующая эксплуатация.

5 этап – ликвидация объекта или перепрофилирование. [6]

Важное место в финансировании содержания и ремонта жилищного фонда принадлежит деятельно-



сти по регулированию ценообразования (формирования тарифов) на указанные услуги.

Эффективная тарифная политика обеспечивает условия для:

1) реального финансирования жилищной сферы с

стики жилищного фонда определяют перечень и состав затрат себестоимости, связанные с его содержанием и ремонтом.

Полная нормативная себестоимость содержания и ремонта жилищного фонда определяется как сумма

Классификация жилищного фонда с учетом типа зданий

Группы домов по материалу стен	Количество домов	Суммарная площадь, кв. м.	Суммарные среднегодовые затраты на ремонт, тыс. руб.	Среднегодовые удельные затраты, руб./кв. м.
панельные	155	564240,82	21621,741	38,320
кирпичные	10	37131,7	1782,580	48,007
деревянные, брусковые и каркасно-засыпные	16	6461,7	1597,25	247,187
Итого	181	607834,22	25001,57	41,132

переходом на бездотационное функционирование и развитие конкуренции;

2) последовательного и прогнозируемого изменения тарифов, что делает возможным предсказуемость деятельности хозяйствующих субъектов – подрядчиков, повышает их инвестиционную привлекательность;

3) реальной структуры стоимости услуг по содержанию и ремонту жилья с учетом всех составляющих, включая накопления на капитальный ремонт.

Потребность в финансовых средствах при определении тарифов на содержание и ремонт жилищного фонда определяются в расчете на 1 кв. м общей площади жилья.

Согласно действующим Правилам подсчета площади – площадь жилого здания следует определять как сумму площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, а также площадей балконов и лоджий.

Размеры придомовой территории, затраты по обеспечению санитарного состояния которой являются частью общей потребности в финансовых средствах на содержание и ремонт жилищного фонда, определяются как удельный показатель на 1 кв. м общей площади жилых помещений и равный в среднем не менее 0,92, в том числе для зданий разной этажности: до 2-х этажей – 1,5; от 2-х до 5-ти этажей – 0,88; от 6-ти до 9-ти этажей – 0,65; от 10-ти до 16-ти этажей – 0,45; свыше 16-ти этажей – 0,3. При этом в застройке смешанной этажности удельный показатель территории домовладений следует рассчитывать как средне-взвешенную этажность путем интерполяции приведенных показателей.

Обоснование общей потребности в финансовых средствах на содержание и ремонт жилищного фонда согласно Методическим рекомендациям по финансовому обоснованию тарифов на содержание и ремонт жилищного фонда производится через себестоимость, которая отражает нормативные затраты, сгруппированные по экономическим элементам и статьям калькуляции. [1]

При этом жилищный фонд рассматривается как единый объект недвижимости, выступающий не только в качестве товара, источника дохода, но и имеющий определенные условия проживания. Эти характери-

нормативных затрат на ремонт конструктивных элементов жилых зданий, ремонт и обслуживание внутридомового инженерного оборудования, благоустройство и обеспечение санитарного состояния жилых зданий и придомовых территорий, создание ремонтного фонда, прочих прямых затрат, общеэксплуатационных и внеэксплуатационных расходов. [1]

$$C_{\text{полн.}} = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (1)$$

где $C_{\text{полн.}}$ – полная нормативная себестоимость содержания и ремонта жилищного фонда;

C_i – нормативные расходы по статье затрат;

n – количество статей затрат, учитываемых при определении нормативной себестоимости.

Нормативная себестоимость калькуляционной единицы (кв. м общей площади жилья) определяется путем деления полной нормативной себестоимости на общую площадь жилья с учетом его классификации.

Но при рассмотрении нормативной себестоимости ремонта нельзя не учитывать структуру жилищного фонда населенного пункта (стандарты жилища), которая определяется совокупностью различных показателей, характеризующих конструктивные и объемно-планировочные решения домов, их потребительские качества, срок эксплуатации, степень износа и социально-экономические предпосылки для устойчивого поддержания этих стандартов жилища, т.е. от состава и периодичности работ по его эксплуатации (стандартов эксплуатации). [1]

К числу факторов, которые могут быть положены в основу дифференциации нормативной себестоимости текущего ремонта и технического обслуживания жилищного фонда, относятся: тип жилого дома (материал конструктивных элементов), физический износ зданий и этажность.

В течение 2005-2008 гг. проводились аналитические исследования различных факторов на предмет определения степени влияния на эксплуатационные затраты жилищного фонда. За этот период было обследовано 181 здание. Результаты исследований представлены в таблице.

На основании фактических данных проанализированные объекты классифицированы по признаку ма-



териал стен соответственно на три группы: панельные, кирпичные и прочие (деревянные, брусовые и каркасно-засыпные здания). Предлагаемую методику можно считать достоверной, так как полученные данные коррелируются с данными, приведенными в Методических рекомендациях [1].

Особенно влияние материала стен прослеживается, если сравнивать панельные дома с деревянными, брусовыми и каркасно-засыпными. При этом дифференциация величины удельных затрат между кирпичными и панельными домами относительно мала, что заметно на рисунке.

Следовательно, физический износ – один из главных показателей надежности и долговечности эксплуатируемых жилых зданий, и особенно размера затрат на их текущий ремонт.

Характер и интенсивность износа зависят от многочисленных факторов (физических, химических, механических, электрохимических и др.), и в каждом конкретном случае роль любого из них различна, из-за чего трудно определить ведущий фактор разрушения.

Под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-экономических качеств (прочности, надежности, устойчивости и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости. [3]

Распределять жилые дома рекомендуется в зависимости от процента физического износа, и дифференцировать по группам [1]:

Группа износа	1	2	3	4
Процент физического износа	0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80

Этажность жилых домов определяет наличие тех или иных дополнительных требований и видов инже-

нерного оборудования (лифты, системы огнестойкости и дымоудаления, мусороудаления и др.), текущий ремонт и техническое содержание которых определяют дифференциацию нормативной себестоимости.

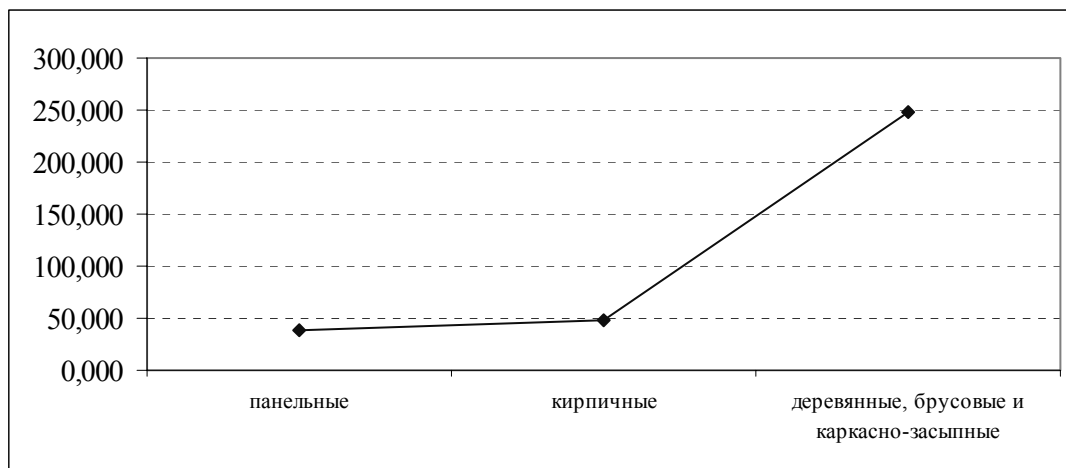
Поэтому распределение жилищного фонда в зависимости от этажности рекомендуется классифицировать по группам [1]:

Группа этажности	1	2	3	4
Этажность здания	до 5	6 – 9	10 – 15	16 и выше

В настоящее время при вводе в эксплуатацию жилых зданий все большее значение приобретает обеспечение сохранности жилищного фонда путем улучшения способов эксплуатации, своевременного качественного проведения текущего и капитального ремонта.

Следовательно, повышение эффективности эксплуатации жилищного фонда и снижение эксплуатационных расходов – комплексная проблема, которую необходимо решать совместными усилиями производителей строительных материалов, проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Проектировщики, разрабатывая проекты зданий и проекты застройки новых микрорайонов, должны исходить не только из стоимости строительства, но и из стоимости затрат на эксплуатацию жилищного фонда. Необходимо также учитывать, что количественное и качественное изменение жилищного фонда, повышение его эксплуатационных качеств, требуют перехода на новую систему эксплуатации. Это должно найти отражение в проектах новых зданий как в виде новых конструктивных и планировочных решений, так и в создании условий к применению машин и оборудования для повышения уровня технической эксплуатации и обслуживания.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что проектные решения должны в первую очередь учитывать дальнейшую систему эксплуатации зданий, которая будет являться главным фактором повышения долговечности.



Дифференциация зданий по материалу стен и их удельные затраты на текущий ремонт (руб./кв. м.)

**Библиографический список**

1. Методические рекомендации по финансовому обоснованию тарифов на содержание и ремонт жилищного фонда (утв. Приказом Госстроя РФ от 28 декабря 2000 г. № 303).
2. Панибратов Ю.П. Технико-экономическая оценка проектных решений жилых и общественных зданий. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1983. 152 с.
3. Правила оценки физического износа жилых зданий ВСН 53-86(р) (ведомственные строительные нормы) ГОСГРАЖДАНСТРОЙ.

ДАНСТРОЙ.

4. Правила оплаты гражданами жилья и коммунальных услуг, утвержденные постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 392
5. Экономика и управление недвижимостью: учебник для вузов / под общ. ред. П.Г. Грабового. Смоленск: Изд-во «Смолин Плюс», М.: Изд-во «АСВ», 1999.
6. Экономика и управление недвижимостью: учебное пособие / А.В. Марченко. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 448 с.

УДК 330

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОБЪЕКТ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**А.А. Маринов¹**

Иркутский государственный университет путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Рассмотрены вопросы развития региона, пути и средства достижения целей в инновационной программе региона. Показано, что для реализации инновационной деятельности в регионе в условиях мирового финансового кризиса учет особенностей региональной инновационной политики государства приобретает еще большее значение. Государство пользуется исключительной прерогативой правового регулирования инноваций, чтобы использовать большой потенциал юга России в сфере отдыха и туризма, поддержке малого бизнеса, сочетании прямых и косвенных инвестиций в наиболее выгодные отрасли экономики.

Табл. 2. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: инновация; инновационная деятельность; государственное регулирование; региональная экономика; малое инновационное предпринимательство.

INNOVATION ACTIVITY AS AN OBJECT OF STATE REGULATION**A.A. Marinov**

Irkutsk State University of Railway Engineering
15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

The author studies the questions of region development, ways and means to achieve goals in the regional innovation program. It is demonstrated that taking into account the features of the regional innovation state policy gains greater importance for the realization of innovation activity in the region under the conditions of the world financial crisis. The state takes the priority of legal regulation of innovations with the aim to use a big potential of the south of Russia in the sphere of recreation and tourism, in the support of small business, in combination of direct and indirect investments in the most profitable branches of economics.

2 tables. 3 sources.

Key words: innovation; innovation activity; state regulation; regional economics; small innovation entrepreneurship.

Инновационный путь развития – это единственно эффективный путь роста в современных условиях. Главным инструментом технологического прорыва становится поворот инвестиций к инновациям, на что следует направить имеющиеся у государства и регионов силы и средства. Необходимость государственного регулирования инновационных процессов вызвана, в первую очередь, их возрастающим значением для экономики и общества в целом.

Рассмотрим особенности региональной инновационной политики в Сибири на примере Иркутской области (табл. 1).

Ограниченность рыночных механизмов как среды продуцирования и распространения инноваций можно проследить по ряду направлений, представленных в табл. 2.

Центральное место в системе прямого регионального государственного регулирования занимает фи-

нансирование НИОКР и инновационных проектов из бюджетных средств. В целях диверсификации инновационных вложений государства хорошо зарекомендовало себя создание специализированных государственных холдинговых и инновационных компаний. Как свидетельствует опыт, в последние годы эффективность инновационных процессов в Иркутской области была существенно повышена при использовании механизмов конкурсности в распределении бюджетных средств.

Этой цели служат специальные бюджетные или смешанные фонды, создание государственных организаций и подразделений, выполняющих НИОКР и осуществляющих нововведения в отраслях государственного и региональных секторов экономики. Этому содействует и распространение в экономике организационных структур, наиболее эффективных в аспекте продуцирования и внедрения новаций (крупные кор-

Маринов Александр Андреевич, аспирант, тел.: 89500853538.
Marinov Alexander Andreevich, a postgraduate, tel.: 89500853538.

**Современные особенности региональной инновационной деятельности**

Аспекты	Содержание влияния инноваций на следующие компоненты	Характеристика
1	Макроэкономические показатели региона	Экономический рост базируется на сочетании экстенсивных и интенсивных факторов при решающем значении интенсивных факторов. Вклад научно-технического прогресса в прирост валового внутреннего продукта составляет от 75 до 100 %
2	Структура общественного производства	Инновации выступают непосредственной причиной возникновения одних производств и отраслей, постепенного отмирания и исчезновения других
3	Институциональные экономические механизмы	Инновации изменяют экономическую организацию общества. Появляются новые элементы в спектре хозяйственных структур (например, венчурные фирмы), трансформируется содержание взаимодействия между ними, происходят сдвиги в структуре и реализации различных форм собственности
4	Стремление нации к прогрессу, ее способность к инновациям	Совершенствуется структура потребления как материальных, так и нематериальных благ. Развивается политическая культура. Динамично изменяются правовые и этические нормы
5	Социальная стабильность и решение экологических проблем	Генерируемый инновациями экономический рост позволяет повысить уровень жизни населения, способствует решению проблем занятости, повышает уровень образования и здравоохранения, смягчает социальные противоречия и конфликты, оказывает влияние на окружающую среду, на решение экологических проблем
6	Международное научно-техническое сотрудничество	Приводит к активизации международного научно-технического сотрудничества, интернационализации хозяйственной жизни, объединению ресурсов различных стран, трансферу технологий, зависимости глобальной конкурентоспособности национальной экономики от уровня развития инновационных процессов
7	Достижение национальной безопасности	Взаимосвязь уровней научного потенциала и национальной безопасности

порации, малый бизнес и пр.). Прерогатива государства – правовое регулирование инновационных процессов.

Существенным элементом прямой поддержки инновационных процессов является формирование государственной инновационной инфраструктуры. Государство может создавать сети центров распространения нововведений и консультационных центров, оказывающих деловые услуги инноваторам. Государство способствует созданию рынка инноваций (информация в государственных изданиях, выставки, биржи и др.) и выступает его агентом.

Особую роль играет государственная экспертиза инновационных проектов, показывающая все возможные эффекты инноваций в общеэкономическом масштабе. Определению рациональных ориентиров инновационной деятельности способствует прогнозирование науки и технологий на государственном уровне. Важны меры моральной поддержки, среди которых можно назвать вручение выдающимся ученым государственных наград, присвоение почетных званий, пропаганду инновационных способов хозяйствования и т. п. Решающую роль государство играет в подготовке кадров, формировании социального слоя менеджеров по управлению инновационными процессами.

Значение региональных методов государственной поддержки инноваций определяется тем, что опосредованное стимулирование требует значительно

меньших бюджетных затрат по сравнению с прямым финансированием, им может быть охвачен гораздо больший круг инновационных субъектов. В связи со значительными масштабами многих инновационных проектов и относительно низкой скоростью оборота средств в период осуществления нововведений усиливается актуальность механизмов льготного кредитования.

Коммерческие банки зачастую не заинтересованы в кредитовании долгосрочных инновационных проектов. Поэтому так важно стимулировать инновационные вложения финансовых структур, ориентированных на продолжительное «замораживание» средств - страховых компаний, пенсионных фондов. Дополнительный источник средств на инновационное развитие предприятия получают при проведении государством политики ускоренной амортизации основных фондов, а в условиях инфляции необходима также систематическая переоценка стоимости основных фондов.

Доступу к передовым технологиям способствует государственная поддержка финансового лизинга, франчайзинга. Для российской экономики также велика роль государственного содействия формированию финансово-промышленных групп (ФПГ), способных объединить необходимые научно-технические, финансовые и производственные ресурсы инновационного развития. В России сформировался и уже зарекомендовал себя ряд общественных организаций,

**Ограниченность рыночных механизмов как среды продуцирования и распространения инноваций [1]**

ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА		
Рынок	Основные виды ограничений	
Основная среда распространения инноваций	1	отдельным хозяйствующим субъектам невозможно сконцентрировать средства, необходимые для осуществления масштабных инноваций
	2	многие инновации могут оказаться экономически эффективными лишь при масштабах внедрения, превосходящих определенный критический минимум, и наличии достаточно емкого рынка
	3	изолированное осуществление инноваций ведет к существенным потерям как для отдельных фирм, так и для экономики в целом
	4	существуют инновационные процессы, которые вообще не могут осуществляться на коммерческой основе (фундаментальные науки, оборона, экология, охрана правопорядка и пр.)
	5	инновационные процессы в большинстве случаев характеризуются значительной степенью неопределенности результата и длительностью лага получения результата
	6	экономический эффект инноваций проявляется в различных видах и во многих сферах; на микроуровне весьма сложно оценить полную эффективность проекта и принять обоснованное решение о его реализации
	7	существует стремление к стабильному извлечению сверхприбыли за счет монополизации обладания научно-техническими достижениями; развитие информационных систем, а также патентно-лицензионных механизмов позволяет предотвращать вступление этого вполне понятного, с коммерческой точки зрения, стремления в острый конфликт с интересами общества в целом
	8	высокая стоимость новых видов продукции и услуг часто делает их недоступными для массового потребления; отсутствие внешней «подкачки» платежеспособного спроса может исказить реальную потребность и затормозить распространение инноваций, имеющих большое значение для экономики в целом

связанных с инновационной сферой: Союз промышленников и предпринимателей, Союз ученых, Союз научных и инженерных обществ, сейчас значимым звеном инновационной инфраструктуры становится созданный еще в 1994 г. Российский инновационный союз.

Государственное регулирование связей в этой инновационной сфере трудно переоценить. Государство может инициировать и непосредственно финансировать из бюджета двусторонние и многосторонние международные инновационные программы и проекты, деятельность международных исследовательских организаций и технологических центров, совместных предприятий, формирование международной инновационной инфраструктуры и пр. Инновационная деятельность направлена на использование и коммерциализацию результатов научных исследований и разработок для расширения и обновления номенклатуры и улучшения качества выпускаемой продукции (товаров, услуг), совершенствования технологии их изготовления с последующим внедрением и эффективной реализацией на внутреннем и зарубежных рынках [2].

В условиях регулируемых рыночных отношений система финансирования инновационной деятельности имеет свою специфику; она призвана обеспечивать решение следующих задач: во-первых, создание необходимых предпосылок для быстрого и эффективного внедрения технических новинок; во-вторых, сохранение и развитие стратегического научно-

технического потенциала.

В настоящее время в качестве основных источников средств, используемых для финансирования инновационной деятельности, выступают: бюджетные ассигнования, выделяемые на федеральном и региональном уровнях; средства специальных внебюджетных фондов финансирования НИОКР, которые образуют ИП, выделяемые предприятиями, региональными органами управления; собственные средства предприятий и т.д. Опора на государственные источники имеет некоторые преимущества: возможность экономии затрат на НИОКР, особенно на начальных этапах, уменьшение степени риска и сокращение времени на освоение производства новых продуктов и технологических процессов и т. д. Но несмотря на большое значение для инновационных процессов внешних источников, решающую роль и на уровне предприятий, и на национальном уровне играют собственные ресурсы.

Для практического использования источников инновационной деятельности представляется необходимым установить обязательный для всех организаций и предприятий порядок выделения и обособления в бухгалтерском учете средств по вышеупомянутым источникам инвестиционных средств и их перечисление на отдельный банковский субсчет «Фонды финансирования НИОКР и инноваций», предусмотреть расходование этих фондов по строго целевому назначению. Как свидетельствует региональный опыт последних лет, инновационная деятельность предполагает



целый комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, которые в своей совокупности и ведут к инновациям.

Уникальные для России природно-климатические условия Иркутской области, наличие передовых учреждений и технологий, исторических достопримечательностей создают потенциал для развития высокоэффективного, конкурентоспособного туристско-рекреационного комплекса международного уровня, формирующего благоприятный имидж страны на международной арене и обеспечивающего растущие потребности населения в инновациях. Перспективной формой взаимодействия различных форм капитала и мобилизации инвестиций становятся ФПГ, которые отличаются устойчивыми связями между ее участниками, регулярным обменом деятельностью. Активы ФПГ объединяются по производственно-технологической цепочке и обеспечивают инвестиции в рост конкурентоспособности субъектов группы за счет быстрого продвижения продуктов инновации на рынке.

Кроме того, объединение активов используется для управления всеми фазами коммерциализации новшеств, обеспечивая единство инновационного процесса. Малый инновационный бизнес на юге России имеет ряд отличительных особенностей. Среди них межотраслевой характер бизнеса, т. е. он обычно не замыкается в каких-то узкоотраслевых пределах. Объект такого бизнеса – научная идея от ее выдвижения учеными до состоявшегося практического воплощения в требующихся масштабах.

Малый инновационный бизнес играет существенную роль в переходе на инновационную стадию развития региона. Во-первых, развитие малого инновационного бизнеса позволяет сохранить квалифицированные научно-технические кадры, которые покидают научные организации и пополняют ряды работников торговых, ремонтных и т. п. фирм. Во-вторых, организация малых ИП ускоряет доведение НИОКР до внедрения. В-третьих, малые ИП создают плодотворный климат, существенно отличающийся от инновационного климата крупных НИИ и ИП. В-четвертых, малые ИП более гибки, инициативны, лучше приспособляются к динамично изменяющейся внешней среде.

Малое инновационное предпринимательство в Иркутской области существует в двух принципиально различных организационных формах: во-первых, в форме индивидуального предпринимательства; во-вторых, в виде самостоятельного предприятия как отдельного юридического лица с правом осуществления всей хозяйственной деятельности от его имени. Иркутская область является, как известно, одним из регионов России, самостоятельно обеспечивающих свои текущие бюджетные расходы, и при этом вносит существенный вклад в федеральный бюджет.

Наиболее существенной для развития экономики и эффективной формой малого инновационного предпринимательства следует считать создание малого ИП как самостоятельного юридического лица. Прошедшее государственную регистрацию малое ИП может иметь разнообразные организационно-правовые формы из числа предусмотренных ГК РФ. Принадлеж-

ность малого предприятия к инновационным необходимо связывать с характером осуществляемых услуг и работ, составом реализуемой продукции, а также характером используемых материальных и трудовых ресурсов.

Основные проблемы, связанные с развитием малого инновационного бизнеса в России, сводятся к следующим моментам. Во-первых, развитие малого инновационного бизнеса дает стране эффект в том случае, если обеспечивается динамичное развитие крупных фирм, определяющих технический уровень и конкурентоспособность массовой продукции. Уже сейчас имеется множество уникальных разработок, которые невозможно запустить в серию из-за кризисного положения промышленных гигантов.

Понятно, что финансовое обескровливание малых предприятий фактически закрывает перед регионом путь к современным технологиям. Во-вторых, меры государственной поддержки сегодня адресованы всему малому бизнесу без различий в характере этого бизнеса, хотя очевидно, что разные виды малого бизнеса нуждаются в совершенно разной поддержке. В-третьих, значительная часть структур, созданных для поддержки инновационного бизнеса, работает с фирмами, весьма далекими от проблем создания новых товаров и технологий.

Предпринимательство, таким образом, носит поистине творческий характер и ничего общего не имеет с получением прибыли каким угодно путем и во что бы то ни стало, из чего фактически исходит ряд законов о предпринимательской деятельности, принятых в последнее время в России. Это задача трудная, потому что требует нестандартных решений, а новые стратегические идеи не локализованы в одном месте, рождаются в производственных системах, особенно в подразделениях, занимающихся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, изучением конъюнктуры рынка, планированием спроса на всех уровнях управления, особенно на уровнях, где осуществляются хозяйственные и другие связи с внешним окружением.

Производственная структура должна обеспечить одновременное гармоничное руководство существующим производством и его развитием. Принципиальная схема организационной структуры, ориентированной на поиск нового, возникла позднее других в результате непрекращающейся эволюции малых и средних фирм. Она сочетает в себе характеристики, удовлетворяющие всем основным критериям: обладает высокой эффективностью в статических условиях, характеризуется высокой маневренностью производства, а также гибкостью стратегий и организационных форм.

Как показывает практика современного предпринимательства в Иркутской области, если способность к изменению заложена в самой природе предпринимательской структуры, приспособление будет быстрым и без снижения эффективности работы предприятия. Если структура не обладает достаточной динамичностью, переход будет медленным и дорогостоящим. Потребность в динамической структуре вызывается



также изменениями технической базы управления и производства.

Например, внедрение АСУ позволяет перестроить систему управления, а автоматизация производственных процессов позволяет более экономно сгруппировать производственные и хозяйственные функции. Структура должна обеспечивать быструю реакцию на изменения в стратегии и оперативной деятельности путем постоянного самообновления. Структура, ориентированная на поиск нового, потенциально обеспечивает высокую маневренность по всем основным критериям оценки деятельности организации.

Достижение поставленных целей потребует соответствующего роста инвестиций, основными источниками которых будут средства самих предприятий. От фирмы, построенной по принципу полностью приспособляющейся структуры, при умелом руководстве естественно ожидать успешной инновационной деятельности. Однако, как показывает практика функционирования подобных структур, они не применимы в большинстве фирм обрабатывающих отраслей промышленности, для которых имеет значение экономический эффект от увеличения масштабов производства, где мобильность фондов и кадров специалистов сравнительно ограничена, а продолжительность жизни отдельных изделий велика: такие фирмы эффективны в статичных условиях.

Среди составляющих инвестиционного потенциала наиболее высокий рейтинг имеют ресурсно-сырьевой потенциал, а также трудовой, производственный, потребительский и финансовый потенциалы области. Кредитоспособность региональных властей области подтверждает рейтинг международного рейтингового агентства Standard&Poors — «B+» прогноз «стабильный».

Иркутская область получила награду МЭРТ за улучшение инвестиционной привлекательности. По привлечению инвестиций ведущими отраслями являются транспорт и связь, агропромышленный, санаторно-курортный и туристический комплексы, опреде-

ляющие приоритеты региональной экономики.

В 2007 году объем инвестиций в основной капитал составил 122,4 млрд. рублей, что в 1,5 раза больше, чем в 2006 году. Наибольшие вложения (48%) связаны со строительством нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан», а также с реализацией инвестиционных программ Восточно-Сибирской железной дороги и ОАО «Сибирьтелеком». 21,8% инвестиций приходится на обрабатывающие производства – это реконструкция и расширение ИркАЗа и БрАЗа, 12% – на добычу топливно-энергетических полезных ископаемых [3].

Сейчас в Иркутской области подготовку специалистов с высшим профессиональным образованием осуществляют 39 образовательных учреждений, в том числе 12 государственных вузов, 17 филиалов государственных вузов, 2 негосударственных вуза, 8 филиалов негосударственных вузов. В области интенсивно развиваются прикладные исследования. В последние годы наблюдаются признаки как российского, так и западного трансферта технологий и капиталов. На территории области реализуется ряд проектов федерального значения в сфере транспорта, АПК, развитии индустрии гостеприимства, образования.

Вывод. В условиях мирового финансового кризиса учет особенностей региональной инновационной политики государства приобретает еще большее значение. Государство пользуется исключительной прерогативой правового регулирования инноваций, чтобы использовать большой потенциал юга России в сфере отдыха и туризма, поддержке малого бизнеса, сочетания прямых и косвенных инвестиций в наиболее выгодные отрасли экономики.

Библиографический список

1. Тамбовцев В.Л. Теории государственного регулирования экономики. М.: ИНФРА-М, 2008. С. 14-24.
2. Коваленко Е.Г., Зинчук Г.М., Кочеткова С.А. Региональная экономика и управление. СПб.: Питер, 2007. С. 144-155.
3. <http://www.sibarea.ru>

УДК 658.5

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММОЙ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В ФИЛИАЛЕ КАК СТРУКТУРНОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

О.В.Парфентьева¹

Сибирская академия права, экономики и управления, 664925, г. Иркутск, ул. Сурикова, 21.

Рассмотрено управление образовательной программой в структурном подразделении образовательного учреждения на основе процессного подхода. Разработана рабочая инструкция по организации тестирования при проведении Интернет – экзамена как одна из форм документации процессного подхода. Проанализированы результаты тестирования студентов. Предложены варианты управленческих решений на основе результатов тестирования.

Библиогр. 2. назв.

Ключевые слова: процессный подход; документация; управленческие решения; высшее профессиональное образование; тестирование.

Парфентьева Ольга Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, тел.: (3952)201952, e-mail: ovp.sipeu@mail.ru
Parfentjeva Olga Vasiljevna, a candidate of economical sciences, an associate professor, tel.: (3952)201952, e-mail: ovp.sipeu@mail.ru

**MANAGEMENT OF AN EDUCATIONAL PROGRAM BASED ON THE PROCESS APPROACH IN THE BRANCH AS A STRUCTURAL DEPARTMENT OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION****O.V.Parfentjeva**

Siberian Academy of Law, Economics and Management

21 Surikov St., Irkutsk, 664925

The author considers the management of an educational program in a structural department of an educational institution based on the process approach. She works out a working instruction on the organization of testing when carrying out an Internet-exam as one of the forms of process approach documentation. The results of students testing are analysed. Variants of management solutions based on testing results are offered.

2 sources.

Key words: process approach; documentation; administrative solutions; higher professional education; testing.

В условиях рыночной экономики управление образовательной программой в филиале как структурном подразделении образовательного учреждения с целью улучшения качества образовательных услуг целесообразно осуществлять на основе процессного подхода.

Ежегодно ректоратом НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления» принимается решение об участии в Интернет – экзамене как головного учреждения, так и Ангарского филиала. Тестирование происходит два раза в год: в декабре-январе и в мае-июне. Применение системы процессов в образовательном учреждении наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также с управлением процессами можно считать процессным подходом.

Среди всех видов деятельности и процессов академии, согласно рекомендациям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001–2001(п. 8), заложено требование идентификации процессов по измерению, анализу и улучшению. Первым среди этих видов деятельности является «Мониторинг, измерение и анализ процессов», к которому можно отнести Интернет-тестирование. Участие академии в Интернет – тестировании позволяет получать информацию об уровне знаний студентов по дисциплинам профессионального образования по всем образовательным программам. В 2009-2010 учебном году тестирование может быть проведено по 52 дисциплинам циклов. Оценка результатов осуществляется на основе показателей соответствия подготовки студентов требованиям государственных образовательных стандартов. Наиболее результативным показателем процесса обучения может служить реальный уровень знаний и умений, которые демонстрируют студенты после изучения соответствующих дисциплин в качестве остаточных знаний. Далее осуществляется обработка результатов тестирования и подготовка аналитических отчетов по каждой дисциплине, образовательной программе и академии в целом, которые могут быть использованы потребителями для управления процессом реализации основных образовательных программ.

Модель постоянного улучшения качества продукции (услуги) ориентирована на удовлетворение запросов потребителей. Процесс должен иметь следующие характеристики: владелец процесса, вход и выход процесса, необходимые ресурсы, требования потребителей. На входе процесса устанавливаются требования потребителей, на выходе процесса эти требования должны быть удовлетворены.

Владельцем процесса является проректор по учебной работе, либо заведующий учебной частью. На входе процесса устанавливаются требования со стороны потребителей : выявить соответствие качества образования по дисциплинам, образовательным программам и в целом по образовательному учреждению требованиям государственных образовательных стандартов.

Можно определить три группы потребителей данного процесса: ректорат, деканаты и кафедры, профессорско-преподавательский состав. Ректорат как первую группу потребителей на входе процесса интересуется степенью соответствия качества образования в академии установленным требованиям. Показателем выполнения требований государственных образовательных стандартов является процент студентов, освоивших все дидактические единицы. Процент студентов, полностью освоивших все контролируемые дидактические единицы дисциплины, устанавливается на уровне 50%. Согласно разделу 8.2.4. «Руководства по качеству» НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления», ректорат осуществляет мониторинг и оценку компетенций студентов. Данные мониторинга через Интернет – экзамен позволяют оценить уровень преподавания по образовательным программам. В аналитическом отчете по итогам Интернет – тестирования представлены диаграммы ранжирования основных образовательных программ вузов по показателю освоения дисциплины на соответствие требованиям государственных образовательных стандартов. Диаграмма показывает место образовательного учреждения среди всех академий (институтов, университетов), принимавших участие в экзамене по той или иной дисциплине.

Деканаты и кафедры, как потребителей, на входе процесса интересуют более подробная информация. Оценка освоения дисциплин осуществляется по двум параметрам: процент студентов, освоивших не менее 70% и 100% дидактических единиц (ДЕ). Показатель в 70 % ДЕ позволяет выявить студентов, которые в своей учебной и практической деятельности смогут самостоятельно исправить свои ошибки. Элемент самостоятельности в процессе обучения весьма актуален, поскольку важнейшая цель образования – привить человеку навыки самостоятельного обучения. Поэтому данный показатель рассматривается как положительный результат, хотя и не абсолютный.

Потребителями процесса являются и преподаватели отдельных дисциплин. На входе процесса их ин-

тересует более конкретная информация: структура теста, содержание по дидактическим единицам, содержание вопросов теста, насколько хорошо подготовлены студенты по каждой дидактической единице и отдельным темам дисциплины, какова степень освоения отдельных тем группой студентов.

Помимо потребителей, можно обозначить и другие заинтересованные стороны. Прежде всего, это общество, которое через Интернет-экзамен косвенно осуществляет текущий контроль качества образования в высших учебных заведениях различных регионов страны. Условия проведения процедуры устанавливаются НИИ мониторинга качества образования.

На входе процесса имеет место потребляемый ресурс, например: люди, информация, документация, материальные и другие ресурсы, которые преобразуются в ходе процесса в выход. Прежде всего это люди, обеспечивающие процесс проведения Интернет – экзамена: директора институтов и деканы факультетов, заведующие кафедрами, методисты, преподаватели, студенты. Управление людьми предполагает распределение функций и обязанностей между участниками процесса, что находит отражение в матрице ответственности. Материальные ресурсы – это учебные классы и компьютеры, необходимая литература, бумага, программный модуль «Камертон», используемый для обработки полученных результатов тестирования.

Информация по проведению Интернет – экзамена – это перечень требуемых документов, план проведения процедуры, режим тестирования: on – line (of line). Документация создается в процессе подготовки и по результатам Интернет – экзамена. Это система Интернет – тренажеров по дисциплинам профессионального образования; обработка результатов тестирования методами классической либо современной теории тестирования; подготовка аналитических отчетов по каждой дисциплине, образовательной программе, академии в целом. По результатам процесса проведения Интернет – экзамена, по каждому аналитическому разделу вносятся предложения по совершенствованию.

На выходе процесса потребители получают информацию в виде аналитического отчета по каждой дисциплине, образовательной программе, академии в целом. На выходе процесса могут быть так же, как и на входе, информация, документация, люди и т. д., которые были преобразованы в ходе процесса в выход и имеют своего потребителя. На выходе процесса – профессорско-преподавательский состав, который повысил квалификацию за счет систематизации знаний по читаемым дисциплинам. Наибольшую ценность представляет информация о результатах тестирования и сами тесты, необходимые для применения в учебном процессе. Очевидно, что каждый процесс связан с затратами и увеличивает стоимость ресурсов. Процесс нельзя рассматривать как простой набор выполнения определенных работ.

Представим краткое описание процесса организации тестирования при проведении Интернет – экзамена. Принимается решение о сроках участия в Интер-

нет – экзамене: чаще всего выбирается период в декабре-январе, поскольку в это время меньшая загруженность персонала образовательного учреждения. Далее владельцем процесса совместно с деканатами делается выборка дисциплин, по которым следует проводить тестирование из предложенных вариантов для различных образовательных программ. Производится выборка студентов по курсам и группам, которые уже изучили предложенные дисциплины согласно учебным планам, чтобы они могли продемонстрировать остаточные знания. Выбирается режим тестирования on line (of line), что фиксируется в договоре между академией и центром тестирования. Составляется расписание проведения тестирования в установленные сроки. Проводятся консультации студентов по формам и методам тестирования. После заключения договора и получения ключа доступа к Интернет – тренажеру осуществляется непосредственно тестирование студентов.

Возможны несколько вариантов реализации процессного подхода, которые могут различаться по перераспределению степени ответственности между структурными подразделениями и должностными лицами либо по выбору режима тестирования. Остановимся на различиях, определенных выбором режимов тестирования: «Обучение» или «Самоконтроль». Режим «Обучение» направлен на формирование и закрепление знаний, навыков и умений студентов по отдельным дисциплинам. Тренинги имеют обратную связь, когда результат ответа на каждый вопрос студент получает немедленно. Также студент может ознакомиться со структурой теста по разделам, получить подсказку либо посмотреть правильное решение. При завершении тестирования программа показывает результат: освоенные и неосвоенные дидактические единицы, их соотношение. Студент снова может вернуться к программе и проработать свои ошибки.

Режим «Самоконтроль» ограничен временными рамками, что максимально приближает его к условиям аккредитационного тестирования. Здесь уже нет ни подсказок, ни правильных ответов. Нет и промежуточных результатов по отдельным вопросам, результат выводится по окончании всего тестирования. При всех видах тестирования используется единая методика, когда знания студентов сопоставляются с требованиями государственных образовательных стандартов. Вопрос строится по принципу анкеты открытого типа, когда нужно выбрать один или несколько правильных ответов. Возможно установление соответствия или правильной последовательности в ответе на поставленный вопрос.

На наш взгляд, каждый из вариантов процесса организации тестирования важен для подготовки к аккредитационному тестированию. Режим «Обучение» позволяет выявить и устранить слабые места в освоении знаний, вернуться к исправлению ошибок. Режим «Самоконтроль» дает максимальное приближение к реальному контрольному тестированию, позволяет оценить уровень освоения знаний после изучения дисциплины. Варианты процессного подхода, дифференцированные в зависимости от степени распреде-



ления ответственности между сотрудниками, зависят от кадрового обеспечения, степени занятости персонала, должностных инструкций. На наш взгляд, степень участия методистов в организации тестирования следует свести к минимуму, при этом усилив роль преподавателей и заведующих кафедрами, как наиболее заинтересованных участников. Но во всех вариантах неизменными будут участники процесса: ректорат, кафедры, преподаватели, студенты.

Степень соответствия подготовки студентов требованиям государственных образовательных стандартов выявляется также и в ходе тестирования, которое проводится в процессе внешней экспертизы. Задачей внешней экспертизы является установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускников требованиям государственных образовательных стандартов на основе выборочного контроля представленных материалов самообследования образовательного учреждения. Критериальные значения тестирования при проведении внешней экспертизы используются не для оценки отдельной образовательной программы, а для оценки уровня знаний в целом по образовательному учреждению. Следовательно, не могут быть аттестованы отдельные образовательные программы, а какие-то не аттестованы. Либо образовательное учреждение в целом проходит аккредитацию, либо не проходит. Таким образом, найден весьма эффективный и жесткий критерий уровня преподавания и усвоения знаний студентами в целом по образовательному учреждению. Объективность оценки обеспечивается ежегодным конкурсом на составление тестов среди образовательных учреждений независимыми экспертами, проводящими тестирование, компьютерной программой, обрабатывающей результаты в течение десяти минут. Дополнительными критериями независимости является обработка данных в центре тестирования, а также делегирование данной функции независимому текстологу.

Рассмотрим один из вариантов значений результатов дидактического тестирования студентов при аттестации Ангарского филиала негосударственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирская академия права, экономики и управления» в 2009 году. Проанализируем сопоставимость результатов Интернет – тестирования и аккредитационного тестирования в целом по образовательному учреждению и филиалу. Оба варианта тестирования направлены на выявление степени соответствия знаний и умений студентов требованиям государственных образовательных стандартов.

Прежде всего, тесты дифференцированы по направлениям подготовки и специальностям. Тесты представляются по циклам дисциплин, а также по отдельным дисциплинам из каждого цикла. Дисциплины по циклу общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин и циклу общих математических и естественнонаучных дисциплин в обязательном порядке входят в государственные образовательные стандарты по всем направлениям, поэтому выбраны общие дисциплины по всем образовательным программам в пределах указанных циклов. Речь идет об

образовательных программах в области экономики, менеджмента, права.

В июне 2009 года в ходе аттестации Ангарского филиала НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления» независимым текстологом было проведено тестирование студентов по двум специальностям: 080507.65 «Менеджмент организации» и 030301.65 «Психология». Цель проведения тестирования: выявить остаточные знания у студентов по ранее изученным дисциплинам, согласно учебным планам, которые прошли экспертизу в информационно – методическом центре аккредитации. Тестируются, как правило, студенты на следующий год после изучения дисциплины. Время для тестирования устанавливается от 45 минут до 90 минут. Каждому студенту присваивается индивидуальный логин, под которым он входит в систему тестирования в режиме on line (of line). В процессе тестирования фиксируется время, затраченное каждым студентом на ответы; количество заданий в аттестационных педагогических измерительных материалах (АПИМ), на которые даны ответы, в том числе правильные. Кроме этого, указывается количество освоенных дидактических единиц, с последующей расшифровкой.

По специальности 030301.65 «Психология» по циклу общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин проводилось тестирование по дисциплинам: «Отечественная история», «Философия», «Социология». Восемьдесят минут отводилось для выполнения 34 заданий по восьми дидактическим единицам по дисциплине «Отечественная история». 12 студентов из 15 опрошенных освоили все дидактические единицы, то есть 80%. Минимальный порог освоения дидактических единиц не должен быть меньше 50%. Полученные результаты значительно превышают минимальный уровень. По шести из восьми дидактических единиц уровень освоения составил 100%. Это следующие дидактические единицы: «Древняя Русь и социально-политические изменения в русских землях в XIII – XV вв.», «Образование и развитие Московского (Российского) централизованного государства», «Российская империя в XVIII – 1-ой половине XIX вв.», «Российская империя во 2-й половине XIX – начале XX вв.», «СССР (1922 – 1953 гг.)», «СССР (1953 – 1991 гг.)», «Становление российской государственности». По дидактической единице «Теория и методология исторической науки» уровень освоения составил 93%. Это можно объяснить сложностью темы, включающей вопросы методологии науки. По дидактической единице «Россия в условиях войн и революций (1917 – 1922 гг.)» результат освоения составил 87%. Обилие информации по данному периоду создает иллюзию кажущейся простоты вопросов, что и приводит к определенным затруднениям.

Полученные результаты не являются случайностью. НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления» и Ангарский филиал НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления» ежегодно принимают участие в Федеральном Интернет – экзамене в сфере профессионального образования. Ежегодно перечень дисциплин, по которым



проводился экзамен, изменялся, поэтому провести аналогию по всем дисциплинам сложно. Вместе с тем, можно проследить тенденцию по результатам тестирования по одним и тем же дисциплинам, хотя и по разным специальностям. Сопоставимость результатов обеспечивается близостью государственных образовательных стандартов по содержанию дисциплин, единством методики преподавания. Поэтому сопоставление результатов тестирования по одним и тем же дисциплинам по разным специальностям нам представляется достаточно корректным.

В 2007 году в головном вузе в ходе Федерального Интернет – экзамена по специальности 030501.65 «Юриспруденция» студенты тестировались по дисциплине «Отечественная история». Процент правильно выполненных заданий по каждому студенту в отдельности варьировался от 80 до 97. Средний результат правильно выполненных заданий составил 89 %. Количество студентов, освоивших все дидактические единицы, – 100%. Число дидактических единиц было аналогичное – восемь, но по содержанию имели место отличия с точки зрения деления исторических периодов, хотя в обоих случаях охватывался период со становления Древней Руси до становления новой российской государственности. Более высокие результаты можно объяснить тем фактом, что значимость Интернет – экзамена не столь велика, как в процессе оценки остаточных знаний при аккредитации, поэтому меньшая степень ответственности вызывала и меньшую степень напряжения и волнения, которые не способствуют улучшению результатов.

В ходе Интернет – экзамена по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» средний результат правильно выполненных заданий составил 82%. Процент студентов, освоивших дидактические единицы, изменялся от 82 до 100 по каждой в отдельности из восьми дидактических единиц. Все приведенные данные показывают близкие результаты, которые характеризуют высокий уровень освоения дисциплины «Отечественная история».

По дисциплине «Философия» было предложено 26 заданий по следующим пяти дидактическим единицам: «Что есть философия?», « Философия бытия», «Философия познания», «Философия человека», « Социальная философия». 15 студентов (93%) из 16 тестируемых освоили все дидактические единицы дисциплины. При проведении Интернет – экзамена в 2007 году по специальности 080507.65 «Менеджмент организации» по дисциплине «Философия» средний результат правильно выполненных заданий составил 71 %. При этом было предложено большее количество заданий – 34 и большее количество дидактических единиц – 7, что усложнило условия и соответственно понизило результативность ответов. Вместе с тем, вопросы тестов использовались в процессе обучения. При этом особое внимание было обращено на дидактические единицы, по которым получены наименьшие результаты: «Что есть философия?», « Философия бытия». Результаты двухлетней работы привели к улучшению последующих результатов тестирования.

По дисциплине «Социология» предлагалось 32

задания по восьми дидактическим единицам. Процент студентов, освоивших дидактические единицы, составил соответственно по темам: «История социологии. Методы социологических исследований» 100%, «Социальные взаимодействия, социальный контроль и массовое сознание» 100%, « Общество: типология обществ и социальные институты» 93%. По другим дидактическим единицам были получены следующие результаты: « Мировая система и процессы глобализации» 86% , «Социальные группы и общности» 100%, «Социальная стратификация и мобильность» 100%. По темам: « Социальные изменения, культура как фактор социальных изменений» 93%, « Личность и общество» 100%. 11 студентов из 14 опрошенных освоили все дидактические единицы, что составило 78%. При этом количество правильно выполненных заданий варьировалось в диапазоне от 23 до 32, то есть учащиеся показали высокие результаты.

В 2007 году по дисциплине «Социология » Интернет-тестирование проходили студенты академии специальности 080105.65 «Финансы и кредит». Средний уровень правильно выполненных заданий составил 58%. При этом было предложено 42 задания по десяти дидактическим единицам. Процент студентов, освоивших дидактические единицы, варьировался от 50 до 100, то есть минимальное пороговое значение было преодолено.

По специальности 030301.65 «Психология» по циклу общих математических и естественнонаучных дисциплин тестирование проводилось по дисциплинам: «Математика», «Концепции современного естествознания». Так, по «Математике» было предложено 20 заданий по следующим четырем дидактическим единицам: «Линейная алгебра»; «Теория вероятностей»; « Математическая статистика»; « Дискретная математика». Все студенты полностью освоили предложенные дидактические единицы.

В 2007 году в ходе Интернет – экзамена проводилось тестирование студентов головного вуза по этой же дисциплине. При этом средний уровень правильно выполненных заданий составил 85 %. Все дидактические единицы освоили 100% студентов. Также было предложено 21 задание по четырем дидактическим единицам, количество правильно выполненных заданий изменялось от 13 до 21 у разных студентов. Государственный образовательный стандарт предполагает достаточно большой объем изучения «Математики» по специальности «Психология». Этим обусловлено серьезное отношение к данной дисциплине со стороны учащихся. Динамика итогов тестирования показывает стабильно хороший результат у студентов головного вуза и филиала.

По дисциплине «Концепции современного естествознания» в процессе аккредитационного тестирования филиала было предложено 26 заданий по шести дидактическим единицам. Степень освоения дидактических единиц составила по темам: «Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира» 69%, «Пространство, время, симметрии» 94%, «Структурные уровни и системная организация материи» 94%. По следующим темам показатели освоения со-



ставили: «Порядок и беспорядок в природе» 88%, «Эволюционное естествознание» 94%, «Биосфера и человек» 94%. Количество правильных ответов варьировалось от 14 до 25. Восемь студентов из шестидцати тестируемых освоили все дидактические единицы (ДЕ) дисциплины, то есть 50%.

В 2007 году в ходе Интернет – экзамена проводилось тестирование студентов головного вуза по этой же дисциплине по двум специальностям: 080105.65 «Финансы и кредит» и 080109.65 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит». По обеим специальностям были предложены пять дидактических единиц и 22 вопроса. В частности, по специальности 080109.65 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» средний результат правильно выполненных заданий составил 74%. Все дидактические единицы освоили 64% студентов. Процент учащихся, освоивших каждую дидактическую единицу, изменялся от 81 до 100.

По специальности 080105.65 «Финансы и кредит» средний результат правильно выполненных заданий составил 66%. Все дидактические единицы освоили 67% опрошенных студентов. А процент освоения каждой дидактической единицы, изменялся от 83 до 100. Мы видим, что результативность тестирования по дисциплине «Концепции современного естествознания» имеет устойчивую динамику. Причины, на наш взгляд, заключаются в следующем. Прежде всего, сложность данного предмета, который предполагает знание вопросов по физике, химии, биологии, даже геологии, наличие философского мировоззрения. Вместе с тем, количество часов, которое отводится на изучение данной дисциплины, не столь велико. Дисциплина не является профилирующей для студентов, поэтому они не придают ей большого значения. Это говорит о том, что необходимо обратить более пристальное внимание на методику преподавания этой дисциплины.

По специальности 080507.65 «Менеджмент организации» по циклу общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин проводилось тестирование в процессе аккредитации филиала по дисциплине «Социология». Было предложено 32 задания по восьми дидактическим единицам. 14 студентов из 16 тестируемых, то есть 87%, освоили все ДЕ дисциплины. Некоторые затруднения возникли у студентов по двум дидактическим единицам: «История социологии. Методы социологических исследований» и «Мировая система и процессы глобализации». Процент студентов, освоивших эти две дидактические единицы, составил 94; остальные дидактические единицы были освоены полностью. Количество правильных ответов изменялось в диапазоне от 23 до 32. По данной специальности по циклу общих математических и естественнонаучных дисциплин тестирование проводилось по дисциплине «Математика». Было предложено 32 задания по шести дидактическим единицам. Это следующие дидактические единицы: «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Экономико-математические методы», «Экономико-математические модели».

Все опрошенные студенты ответили на все дидактические единицы. Количество правильно выполненных заданий изменялось в диапазоне от 24 до 30, из 32 предложенных. Математика играет большую роль в подготовке специалистов по экономическим специальностям, знания по математике используются во многих дисциплинах. Это определяет отношение к данному предмету со стороны студентов. Важную роль играет и количество часов, отведенное на изучение дисциплины. Математика изучается в течение первых четырех семестров. Совокупность вышеперечисленных факторов повлияла на конечный результат тестирования.

По циклу общепрофессиональных дисциплин проводилось аккредитационное тестирование студентов филиала по следующим дисциплинам: «Мировая экономика», «Бухгалтерский учет», «Финансы и кредит». 14 из 16 студентов, то есть 87%, освоили все дидактические единицы дисциплины «Мировая экономика». Из восьми предложенных дидактических единиц студенты освоили полностью следующие: «Современные тенденции мировой торговли», «Международное движение капитала», «Мировой рынок рабочей силы», «Интеграционные процессы в мировой экономике», «Международные валютно-расчетные отношения», «Основные формы международных экономических связей в мировой экономике». В основном были освоены такие дидактические единицы, как: «Мировая торговля» 88%, «Мировой рынок и мировое хозяйство» 94%. Из 38 предложенных заданий количество правильно выполненных изменялось от 26 до 37.

По дисциплине «Бухгалтерский учет» было предложено 20 заданий по трем дидактическим единицам: «Теория бухгалтерского учета», «Бухгалтерский финансовый учет», «Бухгалтерский управленческий учет». 13 студентов из 14 протестированных, то есть 92%, освоили все дидактические единицы дисциплины. Из 20 заданий количество правильно выполненных изменялось от 13 до 19. «Бухгалтерский учет» не является профилирующей дисциплиной для менеджеров, хотя и достаточно важна среди других экономических дисциплин.

По дисциплине «Финансы и кредит» было предложено 30 вопросов по пяти дидактическим единицам: «Мировая финансовая система», «Государственные и муниципальные финансы», «Бюджетная система», «Кредитная система». Количество правильно выполненных заданий изменялось от 21 до 26. В целом студенты освоили все дидактические единицы. Полученный результат обусловлен важностью данной дисциплины для студентов экономических специальностей. В целом, высокий уровень полученных результатов определяется квалификацией профессорско-преподавательского состава, профессиональным уровнем преподавания, эффективным менеджментом по организации учебного процесса как в головном вузе, так и в филиале.

Анализ результатов показывает степень соответствия подготовки студентов требованиям государственных образовательных стандартов. Центр тестирования проводит обработку информации Интернет –

экзамена как в электронном виде, так и в виде сборника с подробным анализом данных в виде Информационно-аналитической карты «Педагогический анализ результатов тестирования на основе дисциплинарного подхода».

На выходе процесса тестирования могут быть приняты управленческие решения на разных уровнях на основе удовлетворения требований трех групп потребителей: ректората, деканатов и кафедр, профессорско-преподавательского состава.

Первая группа потребителей на выходе процесса тестирования – это ректорат. Особый интерес для ректората представляет диаграмма, которая показывает место академии среди прочих учебных заведений, принявших участие в Интернет – экзамене. Диаграмма позволяет выявить, насколько образовательное учреждение соответствует определенному типу по качеству образования (институт, академия, университет). На основе этого может быть принято решение на уровне ректората: провести мониторинг по прочим критериям соответствия иному типу образовательного учреждения. Если прочие критерии соответствуют иному типу образовательного учреждения, то подготовить документацию на аккредитацию. Если какие-то показатели не соответствуют установленным требованиям, то усилить работу в соответствующем направлении. Управленческие решения со стороны ректората могут быть направлены на совершенствование учебного процесса. К их числу можно отнести: внесение изменений в учебные планы с целью увеличения часов практических и семинарских занятий, решение вопросов расстановки кадров, прежде всего это касается профессорско-преподавательского состава. Это могут быть вопросы повышения квалификации кадров, прежде всего повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, в том числе планирование защит кандидатских и докторских диссертаций.

Вторая группа потребителей на выходе процесса тестирования – это деканаты и кафедры. Рассмотрение вопросов степени освоения отдельных дисциплин на уровне деканатов и кафедр позволяет внести определенные коррективы в процесс обучения. В частности, обратить особое внимание на темы, по которым показаны не самые высокие результаты. Это могут

быть как наиболее сложные темы, так и менее сложные, которые предлагаются на самостоятельное изучение студентов. Также в учебном процессе следует систематически проводить тестирование студентов в компьютерных классах. Это позволит приучить студентов к ответам в форме тестов и систематизировать их знания.

Третья группа потребителей на выходе процесса тестирования – это профессорско-преподавательский состав. Следует централизованно проводить ознакомление преподавателей с полученными результатами по дисциплинам, предоставлять тесты преподавателям на бумажных и электронных носителях. Необходимо обсуждать на кафедрах и внедрять тесты в процесс обучения. Информированность преподавателей позволит им обратить более серьезное внимание на менее освоенные темы в процессе тестирования, либо усовершенствовать методику преподавания. Приемлема и такая форма работы, как составление тестов самими студентами. Только хорошее знание материала и свободное владение информацией позволит составить тесты. Такая форма работы расширяет и углубляет возможности обучения. Контроль полученных результатов осуществим в рамках проведения очередного этапа Интернет – экзамена.

Процессный подход, правильность принимаемых управленческих решений в НОУ ВПО «Сибирская академия права, экономики и управления» и Ангарском филиале НОУ ВПО «САПЭУ» привела к закономерным результатам. В процессе тестирования студентов при аккредитации Ангарского филиала НОУ ВПО «САПЭУ» студенты не только преодолели пороговые значения по предложенным дисциплинам, но и показали хороший уровень подготовки в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001. 21 с.
2. Савельев Б.А., Масленников А.С. Оценка уровня обученности студентов в целях аттестации образовательного учреждения профессионального образования: учебное пособие.- Йошкар-Ола: Центр государственной аккредитации, 2004. 84 с.

УДК 330.332.

ОЦЕНКА ЗАТРАТ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РЕГИОНА

М.В.Пешкова¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрены статьи затрат на воспроизводство жилищного фонда региона. Установлено, что значительная доля затрат в составе себестоимости воспроизводства жилья в регионе связана с решением вопросов по выделению земельных участков, инженерной инфраструктурой и необходимостью оплаты за пользование ресурсами.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 1.

Ключевые слова: жилищный комплекс; воспроизводство; затраты; регион; инвестиции; инвестиционно-строительная деятельность.

¹Пешкова Мария Витальевна, ассистент кафедры экспертизы и управления недвижимостью. Peshkova Maria Vitaljevna, an assistant of the Chair of Expertise and Real Estate Management.

REGIONAL HOUSING FOND REPRODUCTION COSTS ESTIMATION
M.V.Peshkova

 Irkutsk State Technical University
 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author considers the costs entries on the reproduction of a regional housing fond. It is established that considerable part of costs consisting of the prime cost of housing reproduction in the region is connected with the solution of questions on plots allotment, engineering infrastructure and necessity to pay for resource use.

2 figures. 1 table. 1 source.

Key words: housing complex; reproduction; costs; region; investments; investment and building activity.

Наличие нормального жилища является необходимым условием жизнедеятельности и развития человека. По уровню средней обеспеченности жильем (≈ 20 кв.м. на человека) Россия серьезно отстает не только от развитых стран, но и от многих развивающихся. По данным опросов, в настоящее время не удовлетворены своими жилищными условиями более 60% жителей страны. Фактически улучшить свои жилищные условия при соответствующем соотношении уровня доходов и цены на жилье могут не более 15-20% населения.

Иркутская область не является в этом плане исключением. Для решения указанной проблемы необходимо совершенствование процессов воспроизводства жилищного фонда, так как именно воспроизводство жилища в значительной степени определяет качество жизни населения региона, динамику демографических процессов, социальное развитие и социальную стабильность, экономическую активность населения.

Кризисные явления в развитии экономики в последние годы привели к снижению объема капитальных вложений. Главными факторами нормального функционирования процессов воспроизводства в жилищной сфере являются: сбалансированность инвестиционного спроса и предложений, инвестиций и материально-технических ресурсов; развитие конкуренции среди проектных и строительных организаций; поощрение предпринимательства, свободной деятельности заказчиков и подрядчиков; сбалансированность строительного рынка, обусловленная мерами бюджетной, налоговой и кредитной политики.

Воспроизводство жилищного фонда является в основном результатом инвестиционно-строительной деятельности. Под инвестиционно-строительной деятельностью (ИСД) понимается вложение инвестиций и практические действия по осуществлению строительства (ремонта, реконструкции объектов). В ИСД можно выделить два этапа: подготовительный и основной.

На первом этапе (рис. 1) прорабатываются вопросы технической возможности и экономической целесообразности будущего строительства, выбирается площадка для размещения объекта, проводятся необходимые согласования и оформление разрешительной документации, финансирование этих затрат в эксплуатацию и передача в собственность пользователю или эксплуатирующей организации.

Второй этап начинается с разработки проектно-сметной документации, подготовки территории строительства, проведения конкурсов на поставки и подряды. В соответствии с утвержденной проектной документацией выполняются строительные-монтажные работы, по согласованным графикам поставляются на объекты оборудование и строительные материалы. Заканчивается ИСД вводом объекта в эксплуатацию.

Известно (1), что капитальные вложения в жилищном строительстве включают затраты на выполнение строительного-монтажных работ (около 83,5%), на приобретение оборудования, мебели, инструмента и инвентаря (3,5%), прочие капитальные работы и затраты (13%) — на оформление земельного участка, проектно-изыскательские работы, подготовку эксплуатационных кадров, содержание дирекции строящихся предприятий и технического надзора и др. Соотношение между перечисленными элементами затрат образует технологическую структуру капитальных вложений. Основным показателем, определяющим величину капитальных вложений, является себестоимость воспроизводства жилья, которая характеризует величину затрат (плановых или фактических) воспроизводства жилья. Однако указанная структура себестоимости не отвечает современным реалиям.

Проведенные исследования показывают, что в период с 2005 по 2007 год произошло крайне резкое увеличение себестоимости строительства жилья, которая выросла почти в 2 раза и вплотную приблизилась к новой рыночной цене.

По данным, полученным от различных компаний-



Рис. 1. Этапы подготовки воспроизводства жилья

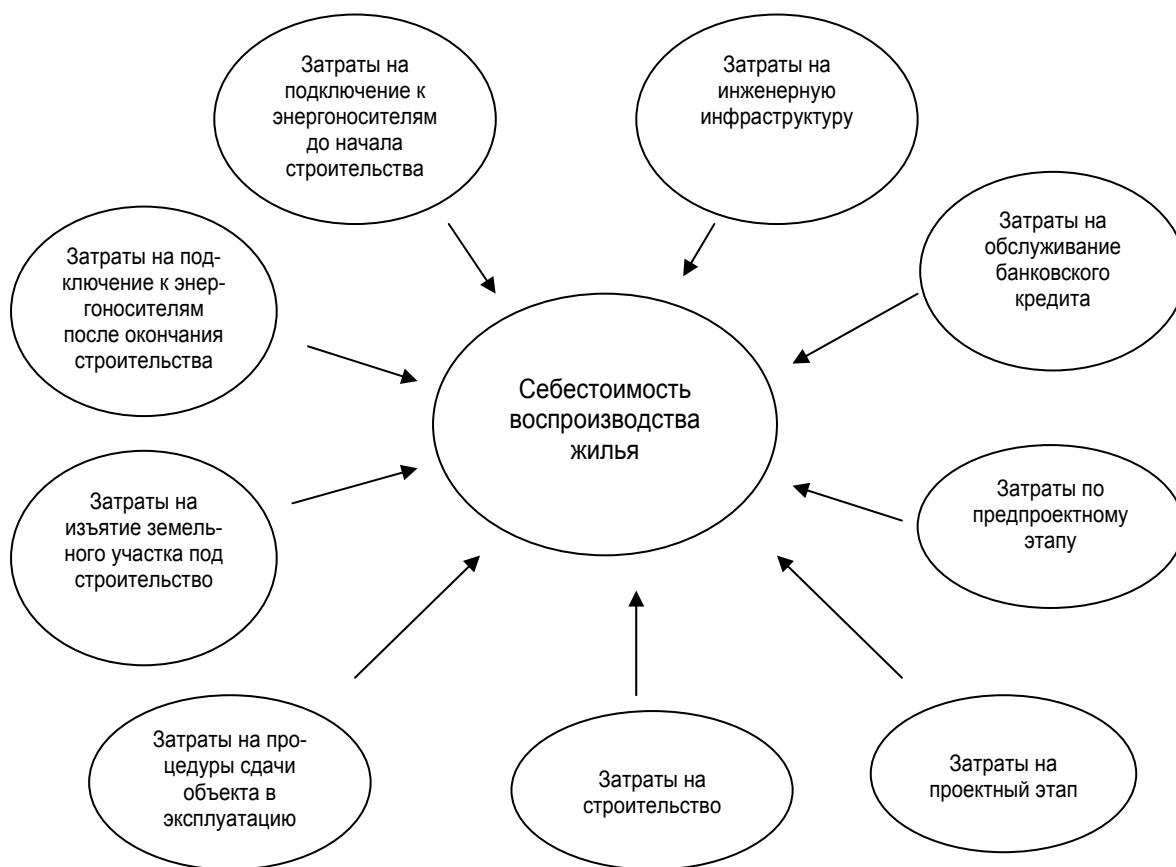


Рис. 2. Структура затрат воспроизводства жилья

застройщиков, на рост себестоимости строительства жилья повлияли следующие факторы (из расчета на 1 кв. м жилья):

- рост стоимости строительных материалов (в том числе и цемента) в среднем на 20- 30% (доля строительных материалов в общей себестоимости составляет 60%) – 3,5 – 4,5 тыс. рублей;
- процедура аукционной продажи земельных участков – 4,0 – 7,0 тыс. рублей;
- плата за подключение к энергоносителям (электроэнергия, вода, канализация, тепло и т.д.) – 3,0 – 6,0 тыс. рублей;
- отчисления на развитие городской инфраструктуры (до 15% от стоимости строительно-монтажных работ) – 2,2-3,4 тыс. рублей;
- обслуживание банковского кредита (при 17-19 % годовых) для оплаты процедур за аукцион и подключение к энергоресурсам до начала строительства – 1,5 – 1,7 тыс. рублей.

В таблице приведены данные о плате за подключение к инженерной инфраструктуре в г. Иркутске в 2009 г.

Таким образом, указанное выше способствовало увеличению себестоимости воспроизводства 1м² жилья в целом на 15 – 20 тыс. рублей.

Участвуя в строительстве жилья, приобретая квартиру, покупатель оплачивает не только свои квадратные метры, но и все расходы, связанные с покупкой земли на аукционах (ст. 30.1, 30.2 Земельного Кодекса). Покупатели оплачивают также обременения

муниципалитетов в виде строительства школ, детских садов, больниц, дорог и т.д.

Плата за подключение к инженерной инфраструктуре

Инженерное обеспечение	Вид тарифа	Тариф
Электроснабжение	Тариф на подключение, тыс. рублей за 1 квт\час	8,0-15,0
Водоснабжение	Тариф на подключение, тыс. рублей за 1 м ³ /сутки	10,40564
Водоотведение	Тариф на подключение, тыс. рублей за 1 м ³ /сутки	16,85892

Основной пункт – удорожание земли из-за аукционной системы ее распределения. Сегодня стоимость земли в некоторых инвестиционно-строительных проектах доходит до 30% (минимум 15%). Застройщиков, готовых возводить недорогое жилье, государство отправляет на аукцион, где предлагает бороться и со спекулянтами, и с желанием муниципальных и региональных органов заработать на этой земле.

Второй фактор, увеличивающий конечную цену квартир – стоимость инженерно-технического обеспечения дома. Минимальная планка в Москве на кв. м жилья от 500 у.е, в крупных городах России – 250-300 у.е. Система плавно переходит к тому, чтобы взимать



плату за подключение к магистральным коммуникациям с застройщиков. Подключение одного кВт в столице, например, стоит 40 тыс. рублей, в г. Иркутске 8-12 тыс. рублей. Во всем мире монополисты, владеющие энергетикой и коммуникациями, заинтересованы в увеличении мощностей потребления. Потому что они будут получать прибыль уже с жильцов дома, которых подключили к коммуникациям. Застройщики никаких затрат не несут.

И третий двигатель – рост цен на строительные материалы. И все это будет оплачивать конечный потребитель.

Таким образом, в современных условиях затраты на «собственно строительство» жилья не являются определяющими при определении затрат на воспроизводство жилья (рис. 2). Себестоимость воспроизводства жилья (Св) может быть представлена в виде следующей зависимости:

$S_v = F(S_{пп}, S_p, S_з, S_{инф}, S_{пэ1}, S_{пэ2}, S_c, S_э, S_{бк})$,

где: $S_{пп}$ – затраты по предпроектному этапу;

S_p – затраты на проектный этап;

$S_з$ – затраты на изъятие земельного участка под строительство;

$S_{инф}$ – затраты на инженерную инфраструктуру;

$S_{пэ1}$ – затраты на подключение к энергоносителям до начала строительства;

$S_{пэ2}$ – затраты на подключение к энергоносителям после окончания строительства;

S_c – затраты на строительство;

$S_э$ – затраты на процедуры сдачи объекта в эксплуатацию;

$S_{бк}$ – затраты на обслуживание банковского кредита.

Снижение себестоимости воспроизводства жилья возможно за счет отказа от аукционов на продажу или аренду земельных участков и подключения к сетям за счет поставщиков энергоресурсов, а также отказа от затрат на инженерную инфраструктуру. Эти траты могут взять на себя муниципальный, региональный и федеральный бюджеты.

Таким образом, целесообразно рассмотреть несколько вариантов решения вопросов воспроизводства жилья:

1. Доходы от аукционов по продаже земельных участков под жилищное строительство необходимо в обязательном порядке возвращать в инженерное их развитие, а не на финансирование многочисленных областных и муниципальных проблем.

2. Земельные участки под жилищное строительство, выставляемые на аукцион, должны быть максимально обеспечены инженерной инфраструктурой без дополнительной оплаты естественным монополистам. Государство реально может и должно обеспечить финансирование бюджетами разных уровней инфраструктуры (сети и дороги) земельных участков.

3. Платежи за подключение к энергоносителям государство может отменить или значительно сократить ничем не обоснованную высокую плату.

Библиографический список

1. Барановская Н.И., Котов А.А. Основы сметного дела в строительстве. М., СПб., 2005. 480 с.

УДК 338

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИЙ В СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КИРПИЧА В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С.Соболев¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Описываются методы проведения комплексной оценки перспективности инновационного проекта от момента начала его финансирования, а также после того, как финансирование частично осуществлено.

Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: инвестиции; методы анализа инвестиционной привлекательности; анализ чувствительности.

INVESTMENTS IN THE DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE PRODUCING BRICK

A.S.Sobolev

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author describes the methods to carry out the complex estimation of the perspectives of an innovation project from the beginning moment of its financing as well as the moment when financing has been partially fulfilled.

1 figures. 4 sources.

Key words: investments; methods to analyse investment attractiveness; analysis of response.

В настоящее время Иркутская область испытывает дефицит кирпича, который составляет около 40–50 млн. штук в год. Согласно прогнозам и динамике

строительства, к 2010 году дефицит может достигнуть 220 млн. штук.

На этом фоне весьма актуально инициировать оп-

¹Соболев Александр Сергеевич, аспирант, тел.: 89501307375, e-mail: jail_breaker@mail.ru
Sobolev Alexander Sergeevich, a postgraduate, tel.: 89501307375, e-mail: jail_breaker@mail.ru



ределенные инвестиционные проекты, для реализации которых нужны серьезные финансовые вложения. Например, в г. Ангарске планируется строительство предприятия мощностью более 62,6 млн. кирпичей в год. Для реализации проекта потребуется 1,4 млрд. рублей инвестиций. В Усольском районе планируется возведение завода по производству 30 млн. штук керамических кирпичей в год. Требуемый объем инвестиций – 550 млн. рублей. Очень важный проект – строительство завода в промышленной зоне Ленинского района Иркутска мощностью 25 млн. кирпичей в год. Всё это требует больших капитальных вложений различных инвесторов, которые, в свою очередь, интересуются возможными выгодами и дивидендами от финансирования подобных проектов.

Инвестиционный проект, представляющий собой программу возможного решения экономической проблемы, должен быть направлен на достижение определенной цели, должен быть уникальным по своей сути и ограничен во времени.

В случаях с оценкой эффективности инвестиций в инновационные проекты необходимо учитывать риск, связанный с вероятностью ошибок при рассмотрении проектов с научно-техническим потенциалом.

Проблема заключается в высокой стоимости проведения оценки подобных проектов. Существующая в настоящее время стандартная процедура отбора и экспертизы инвестиционных проектов сводится к следующей схеме: «регистрация – экспертный отбор – суммирование экспертных заключений – выработка рекомендаций – принятие решения о финансировании». При значительном числе претендентов на финансирование расходы на отбор проектов могут быть сопоставимы с общими объемами предполагаемых инвестиций.

При анализе инвестиционного проекта необходимо использовать комплексную оценку и учитывать следующие факторы:

1. Точка зрения, с которой оцениваются перспективы проекта.

Проект может оценивать само предприятие или его акционеры (в случаях инициации проекта на базе уже существующего предприятия). Проект может быть оценен с точки зрения внешнего инвестора, банка или лизинговой компании, государственных учреждений (в случаях, когда предполагается государственная поддержка проекта).

2. Сопоставимость масштабов предприятия и проекта.

Небольшое предприятие реализует масштабный проект, и наоборот, когда небольшая компания планирует реализацию крупного затратного проекта.

3. Степень использования проектом активов предприятия.

Проект может полностью зависеть от существующей технологии производства или быть абсолютно независимым, в том числе и территориально, от действующего производства.

4. Стадия развития проекта.

Возможно проведение комплексной оценки перспективности проекта до момента начала его финан-

сирования, а также после того, как финансирование частично осуществлено.

Поскольку чаще всего инновационные проекты иницируются «с нуля», то комплексная оценка их привлекательности не всегда применима. В этом случае можно рассматривать следующие методы анализа проектов:

1. Метод условного выделения. Возможен, когда проект, представляющий собой часть предприятия, условно считается отдельным юридическим лицом со своими активами и пассивами, выручкой и затратами. Метод позволяет оценить эффективность проекта и его финансовую состоятельность. Для обособленных от основного производства проектов метод обладает такими преимуществами, как легкость в проведении расчетов, отсутствие необходимости строить финансовый план предприятия в целом.

2. Метод анализа изменений. Анализируются только изменения (доходы), которые новый проект вносит в показатели деятельности предприятия. Обычно применяется, когда суть проекта заключается в модернизации или расширении текущего производства. Главное достоинство метода – относительная простота подготовки исходных данных (в расчет закладываются только изменения параметров). Недостаток метода заключается в том, что он не позволяет оценить финансовую состоятельность предприятия, реализующего проект – анализируется только экономическая эффективность.

3. Метод объединения. Метод направлен на анализ финансовой состоятельности предприятия, осуществляющего проект, и не позволяет отдельно оценить эффективность проекта. Однако если масштаб проекта сопоставим с масштабом предприятия-инициатора, то применение метода обладает рядом преимуществ. Предполагается построение финансового плана предприятия, осуществляющего инвестиционный проект, с прогнозом отчета о прибыли, отчета о движении денежных средств и прогнозного баланса предприятия. Недочетом является условная корректность финансового плана, привязанного к текущему финансовому положению предприятия с учетом имеющегося оборотного капитала, кредитов и текущих задолженностей. При моделировании деятельности реального предприятия возникают сложности, заключающиеся в необходимости моделирования различных нестандартных ситуаций, в частности, ситуации, когда имеющийся объем оборотного капитала не соответствует нормативным значениям. Поэтому важно хорошо знать предприятие и его историю, изучить его отношения с кредиторами и контрагентами, что и позволяет делать более достоверные прогнозы на будущее.

4. Метод наложения. Для оценки проекта этим методом сначала рассматривается собственно проект (метод условного выделения), анализируется его экономическая эффективность и финансовая состоятельность, затем готовится финансовый план предприятия без проекта, затем на уровне базовых форм финансовой отчетности совмещаются результаты по текущей деятельности предприятия и по проекту. На



основе совмещенных сведений из отчета о прибыли, отчета о движении денежных средств и балансового отчета делается вывод о финансовой состоятельности предприятия в целом. Данный метод позволяет наиболее четко и подробно проанализировать эффективность инвестиций, но при этом не удастся избежать громоздкости всех построений и необходимости более тщательной проработки налоговой нагрузки.

5. Метод сравнения. Для оценки эффективности необходимо сравнить чистый приведённый доход предприятия, полученный с учётом реализации проекта, с чистым приведённым доходом предприятия, не обременённого деятельностью, которая направлена на финансирование инновационного проекта. Разница покажет эффект от проекта. Достоинство метода – возможность комплексной оценки любого, а не только отделимого от предприятия проекта; недостаток – отсутствие выводов о финансовой состоятельности собственно проекта (это может потребоваться при управлении проектами в крупных компаниях).

В мировой практике сложилась традиция при оценке инвестиционного проекта анализировать критерии, которые подразделяются в зависимости от учета временных параметров на две группы: 1) критерии, основанные на учетных оценках (статический метод), 2) критерии, основанные на дисконтированных оценках (динамический метод).

К ним относятся:

- срок окупаемости инвестиций (PP);
- коэффициент эффективности инвестиций (ARR);
- чистая приведенная стоимость (NPV);
- индекс прибыльности инвестиций (PI);
- внутренняя норма прибыли (IRR);
- модифицированная норма прибыли (MIRR);
- дисконтированный период окупаемости инвестиций (DPP).

При принятии решений в инвестиционной сфере часто приходится иметь дело не с одной целью, а с несколькими целевыми установками. В случае использования метода определения стоимости капитала (NPV) эти цели следует учитывать при нахождении решения вне процесса расчета стоимости капитала. При этом могут быть также проанализированы методы принятия многоцелевых решений.

В действительности при принятии инвестиционных решений не существует надежных данных. Поэтому наряду с предлагаемым методом расчета величин стоимости капитала на основе спрогнозированных данных необходимо провести анализ степени неопределенности, по крайней мере, для наиболее важных объектов инвестирования. Этой цели служат методы инвестирования в условиях неопределенности.

При принятии окончательного решения о целесообразности инвестирования, помимо рассмотренных показателей, учитываются такие факторы, как общественная значимость проекта, степень его соответствия стратегии развития фирмы, рыночный потенциал производимого продукта, инвестиционные риски, экологическая безопасность и т.д.

При оценке финансовой модели наряду с такими факторами, как стоимость капитала и особенности

обслуживания инвестиционного долга, необходимо учитывать изменение статических и динамических показателей в ответ на воздействие кризисных явлений.

Для большинства предприятий в роли кризисных параметров могут выступать следующие категории:

- объем производства в натуральном выражении;
- ценовая политика;
- инфляция издержек;
- рост инвестиционных затрат.

Для анализа финансовой модели на предмет ее прибыльности и устойчивости относительно изменения различных параметров применяют комплексный инструмент – анализ чувствительности.

При оценке инвестиций в создание крупного промышленного производства, инвестиций в строительство недвижимости существует особая проблема, связанная с ошибками в расчётах доходности инвестиционных проектов. Для большинства инвестиционных проектов справедлива тенденция снижения NPV при увеличении ставки дисконта. Однако наличие нестандартных денежных потоков на планируемом предприятии сделает невозможным совместное применение методов NPV и IRR при оценке эффективности инвестиций.

В качестве примера можно привести некоторые показатели инновационного проекта по созданию предприятия, занимающегося производством кирпича. На основании предварительно разработанного технико-экономического обоснования планировалось освоить на территории Баяндаевского района Иркутской области Люрское месторождение кирпичных глин. Запасы глинистого сырья, а также существующее на сегодняшний день технологическое оборудование позволили бы производить около 20 млн. единиц продукции.

На первых стадиях создания предприятия, естественно до некоторого момента, будут существовать затраты, связанные с прединвестиционными расходами и инвестициями. Финансирование подбирается так, чтобы в начальный период иметь ресурсы для капитальных затрат, таких как завершение разработки продукта, приобретение технологического оборудования, зданий, сооружений и других активов; финансовые ресурсы на запуск предприятия и изготовление первых партий продукта, на маркетинговую и рекламную деятельность и т.д. Впоследствии благодаря росту продаж и инфляционному снижению стоимости денег текущие доходы в прогнозный период растут. Затем они стабилизируются (вследствие падения продаж, износа материальных активов и т.д.) и в некоторый период времени становятся настолько малыми, что их оценка не влияет на общую сумму доходов, которую нужно оценить при определении стоимости предприятия.

Также необходимо учесть нестабильность экономической ситуации, с которой связано снижение темпов строительства, а следовательно, спрос на продукцию предприятия, жёсткие условия предоставления банковских кредитов и т.д.

Особое внимание при инвестиционном планиро-

вании разработки месторождения глинистого сырья и строительства предприятия по производству кирпича нужно обратить на следующие моменты:

1. В условиях добычи ресурсов проект заканчивается расходами по восстановлению территории. Здесь внутренняя норма рентабельности (IRR) принимает несколько значений, которые относятся к доходности других направлений деятельности предприятия. Сальдо самого проекта отрицательно, т.е. проект убыточен.

2. В период производства и реализации конечной продукции, объём сбыта которой зависит от темпов строительства и спроса строительных компаний, характерно получение промежуточных положительных потоков, что приводит к неправильному расчету NPV, следовательно, внутренняя норма рентабельности не будет служить показателем доходности.

Таким образом, внутренняя норма рентабельности данного проекта будет иметь либо несколько значений, либо не может быть определена и не является доходностью проекта. Проект с такими показателями является «нетипичным», и применение стандартного подхода к оценке IRR было бы ошибочным. Суть проблемы заключается в несовместимости методов NPV и IRR при оценке инвестиционных проектов с различными денежными потоками.

В связи с данной ситуацией перед инвестором встаёт вопрос о целесообразности финансирования такого предприятия. До сих пор встречаются финансовые менеджеры, которые оценивают эффективность инвестиций по внутренней норме рентабельности, а не по чистому приведённому доходу.

С другой стороны, если при начальной оценке эффективности предприятия было принято положительное инвестиционное решение, то под сомнение ставится вероятность возврата заёмных средств и предприятие прекращает свою деятельность. Обычно банк (или другой инвестор) отзывают активы предприятия в качестве залога до начала процедуры банкротства, что, хотя и противоречит законодательству в плане очередности погашения обязательств, но применяется в большинстве случаев.

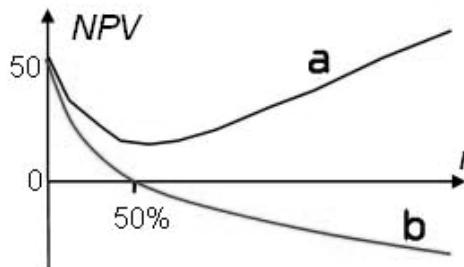
Выходом для предприятий является не только привлечение средств под определённую процентную ставку, но и размещение промежуточных положительных денежных потоков под ту же процентную ставку. Очевидно, что привлечение заёмных средств не гарантирует получение прибыли, скорее обратное. Поэтому требуется инвестировать полученные деньги в другой проект, который принесет прибыль.

Допустим, что у предприятия по производству кирпича вообще отсутствует внутренняя норма рента-

бельности (IRR) и денежные потоки предприятия за 3 года имеют следующий вид:

1 год	2 год	3 год
90 млн. руб.	- 180 млн. руб.	140 млн. руб.

На рисунке отображены: кривая а, характеризующая зависимость NPV от ставки дисконта, и кривая b, характеризующая «нереинвестируемый», не зависящий от ставки дисконта NPV.



Зависимость традиционного и неинвестируемого денежного потока

Проект не имеет внутренней нормы доходности, о чём свидетельствует то, что кривая NPV_a не пересекает ось абсцисс. Зависимость между NPV_a и NPV_b объясняется возможностью сначала инвестировать доход 1 года, а затем привлекать средства по любой, но обязательно одинаковой ставке (что редко реализуется на практике). Собственная норма дохода данного проекта равна 50%.

При оценке эффективности инвестиционных проектов, где NPV не убывает с ростом ставки дисконта, необходимо рассчитать собственную доходность проекта. То есть, объективную оценку проектов можно провести, опираясь на некий интегральный показатель, позволяющий рассчитать собственную доходность. Традиционная IRR в данном случае может применяться для оценки доходности другого проекта, куда направляются положительные денежные потоки предприятия для получения прибыли.

Библиографический список

1. Марголин А.М. Экономическая оценка инвестиционных проектов. М: Экономика, 2007.
 2. Савчук В. П. Оценка инвестиционных проектов // Финансовый Директор. №1. 2004.
 3. Савчук В.П. Финансовый менеджмент предприятий: прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций. К.: Издательский дом "Максимум", 2001.
 4. Станиславчик Е.Н. Бизнес-план: Управление инвестиционными проектами. М.: Ось-89, 2005.
- Данные технико-экономического обоснования разработки Люрского месторождения глины. Иркутск, 1991.



УДК 621.879

РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА

И.Ю.Сольская¹, А.В.Конonenko², А.В.Снеткова³^{1,2}Иркутский государственный университет путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.³Иркутский государственный университет,
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1.

Рассмотрены ключевые моменты развития методического подхода оценки инвестиций, предложен ряд показателей, способствующих всесторонней оценке эффективности инвестиционного проекта.

Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: оценка эффективности инвестиций; методы оценки; показатели эффективности; комплексная оценка экономической эффективности инвестиций; система сбалансированных показателей оценки инвестиций.

THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO ESTIMATE AN INVESTMENT PROCESS

I.Y.Solskaya, A.V.Kononenko, A.V. Snetkova

Irkutsk State University of Railway Engineering

15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

Irkutsk State University

1 Carl Max St., Irkutsk, 664003

The authors consider the key points of the development of the methodical approach to estimate investments. They offer a number of showings contributing to the thorough estimation of the investment project efficiency.

5 sources.

Key words: investment efficiency estimation; estimation methods; efficiency showings; complex estimation of economical efficiency of investments; system of balanced indices of investment estimation.

В современных условиях объективная оценка эффективности инвестиционных проектов оказывает решающее значение при отборе проектов, подлежащих реализации.

Как правило, для принятия решения о реализации инвестиционного проекта достаточно определить его коммерческую эффективность. Данная оценка в основном интересна потенциальным инвесторам, рассчитывающим получить достаточную прибыль на инвестируемый капитал и как можно в более короткие сроки. При этом железнодорожный транспорт, в основном, является социально ориентированной отраслью, поэтому реализация проектов происходит довольно в длительные сроки, а эффект от реализации проекта скорее всего носит общественный характер. Более того, реализация таких проектов прямо и косвенно оказывает влияние на развитие рынков товаров и услуг, повышение общественной производительности труда и экономики в целом.

Поэтому нами предлагается рассматривать оценку эффективности инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте через систему сбалансированных показателей оценки инвестиций (ССПОИ), включающую в себя три группы показателей:

- 1) показатели, основанные на дисконтировании;
- 2) показатели общественной эффективности;
- 3) натуральные показатели.

Предложения по использованию ССПОИ основаны на следующих позициях:

1. Для принятия решения об эффективности инвестиционного проекта методика дисконтирования предполагает учитывать, как минимум, три основных показателя: *NPV* (чистая текущая стоимость), *IRR* (внутренняя норма рентабельности), *Ток* (срок окупаемости проекта). Однако на практике все расчеты базируются на анализе *NPV*, в то время как остальные критерии (*IRR* и *Ток*) становятся его производными и не всегда оценка по ним однозначна. Если *NPV* изменится, то реагируют и эти критерии. Поэтому часто инвестор ограничивается расчетом лишь одного показателя – *NPV*. Это означает, что если *NPV* рассчитана инвестором некорректно, то одновременно неверны результаты и по другим показателям, что противоречит принципу комплексности анализа.

2. Коэффициент дисконта зависит от многих факторов: компании, инвестора, уровня инфляции, риска и других факторов. Каждый инвестор выбирает, какие факторы учитывать при расчете *NPV*, а какие не учитывать. В результате общий коэффициент дисконта для одного и того же проекта становится величиной неопределенной с большой амплитудой колебания. Это противоречит требованиям точности и определенности финансовых показателей.

3. Методы, основанные на дисконтировании,

¹Сольская Ирина Юрьевна, доктор экономических наук, профессор.
Solskaya Irina Yurjevna, a doctor of economical sciences, a professor.

²Конonenko Алексей Владимирович, аспирант, тел.: 89500513119.
Kononenko Alexey Vladimirovich, a postgraduate, tel.: 89500513119.

³Снеткова Анна Вячеславовна, аспирант.
Snetkova Anna Vyacheslavovna, a postgraduate.



представляют большинство проектов на железнодорожном транспорте как неэффективные с точки зрения получения максимума прибыли в минимальные сроки. Железнодорожный транспорт является социально значимой отраслью. Поэтому проекты рекомендуются в большинстве случаев рассматривать не с точки зрения коммерческой, а с точки зрения общественной эффективности.

В связи с этим для совершенствования методики необходимо принимать во внимание следующее. В существующих методиках недостаточно внимания уделено определению общественной эффективности, а показатели определения эффективности опять-таки сводятся к определению *NPV*, *IRR*, *Ток*, что, по нашему мнению, мешает привлечению потенциальных инвесторов как в лице государства, так и частных партнеров.

Данные методики учитывают фактор времени, инфляцию, альтернативные и доступные на рынке направления вложений со сравнимым риском самого проекта на весь срок реализации. При этом зачастую реализация проекта затягивается на стадии его утверждения, что существующие методы не учитывают, поскольку реализация проекта в расчетном году значительно отличается по эффекту реализации проекта через полтора года.

В свою очередь, экономическая эффективность железнодорожного транспорта должна обеспечивать снижение общественных транспортных издержек и способствовать привлечению освобождающихся ресурсов в другие сферы экономики страны.

Эффективная и устойчивая работа железнодорожного транспорта должна повысить общую конкурентоспособность страны для развития бизнеса и притока инвестиций.

Система сбалансированных показателей оценки инвестиций (ССПОИ) должна отражать эффект, возникающий от реализации инвестиционных проектов для общества и компании в целом.

От качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития, но и такие возможности государства, как защита суверенитета и безопасности страны, обеспечение граждан в перевозках, создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов, повышение ресурсной независимости и глобальной конкурентоспособности России [1].

Поэтому оценка инвестиционных проектов на основе системы сбалансированных показателей (ССП) должна базироваться на следующих принципах:

1) совместный расчет коммерческой эффективности с применением методики дисконтирования, натуральных показателей и общественной эффективности, ведущей к росту привлекательности перспективных и выгодных проектов инвестирования на железнодорожном транспорте – в первую очередь проектов развития реальных производств и инфраструктуры;

2) ясность, прозрачность и естественность методов и показателей расчетов эффективности инвестиций для разработчиков проектов и для инвесторов;

3) расчет экономической эффективности по всем периодам развития проекта: предпроектному, на стадии проекта, через 1 год после ввода объекта, их совместный анализ;

4) расчет результатов инвестиционного проекта с учетом всех компонентов экономической эффективности проектов, включая доходы от реинвестирования прибыли (части прибыли) проекта в предшествующие годы и их влияние на общие доходы железной дороги, изменение рыночной стоимости проекта (стоимости бизнеса) на всех периодах реализации проекта;

5) совместный анализ интересов, мотивов и стимулов всех сторон, влияющих на успех реализации инвестиционного проекта: инвесторов, организаций, разрабатывающих и реализующих инвестиционный проект, органов государственного и местного регулирования инвестиционной деятельности;

6) комплексный учет основных факторов эффективности проектов (экономических, экологических и социальных), влияющих на принятие разработчиками проектов и инвесторами решений об их инвестировании;

7) четкое разграничение финансово-экономических оценок эффективности инвестиций и правил принятия инвестиционных решений, учитывающих интересы и предпочтения каждого инвестора.

Основные положения в разрабатываемой методике должны быть содержательными и формально корректными в предлагаемых методах и алгоритмах, а также должна быть обеспечена полнота и однозначность их описания. Иными словами, должны выполняться следующие требования:

1. В результате применения предлагаемых методов и алгоритмов должны получаться результаты, адекватные решаемой задаче.

2. Изложение должно быть полным. Это означает, что методы и алгоритмы должны описываться настолько четко и детально, чтобы их можно было использовать только на основе этого описания, без домысливания или обращения к каким-либо еще не указанным источникам.

3. Должна быть обеспечена возможность однозначного восприятия излагаемого материала, т.е. любой профессионально подготовленный человек, следуя этому описанию, реализует одинаковые методы и алгоритмы и при равных начальных условиях получит один и тот же результат.

4. Критерии и экзогенно задаваемые параметры должны быть максимально определенными, чтобы, по возможности, исключить ошибочные заключения из-за случайного (или неслучайного) разброса в выборе и определении параметров, а также необходимость творческого подхода к отбору претендентов.

В связи с этим предлагается использование следующих показателей для ССПОИ:

а) Показатели общественной эффективности, включающие в себя:

$$OP = BD + MP + EP,$$

где *BD* – бюджетный эффект от реализации ИП;

MP – мультипликативный эффект от реализации ИП;



EP – экологический эффект от реализации ИП.

Бюджетный эффект за счет роста доходов бюджета всех уровней от налогов на прибыль, имущества, ЕСН, НДФЛ, взимаемых с народнохозяйственных отраслей и компании, реализующей инвестиционный проект, вычисляется по следующей формуле:

$$BD = \sum_{i=1}^n \Delta N_i + \Delta N,$$

где ΔN_i – денежный поток, поступающий в бюджеты всех уровней в результате реализации ИП от i -ой смежной отрасли народного хозяйства;

ΔN – денежный поток, поступающий в бюджеты всех уровней в результате инвестиционной деятельности компании.

$$\Delta N_i = K_{np} \cdot \Delta P_i + K_{ум} \cdot S_{ум},$$

$$\Delta N = K_{np} \cdot \Delta P + K_{ум} \cdot S_{ум},$$

где K_{np} – ставка налога на прибыль организаций;

ΔP_i – прибыль, получаемая в результате реализации инвестиционного проекта от i -ой смежной отрасли народного хозяйства;

ΔP – прибыль, получаемая в результате реализации инвестиционной деятельности компании;

$K_{ум}$ – ставка налога на имущество;

$S_{ум}$ – стоимость имущества.

$$\Delta P_i = P_{pin}^i - P_{din}^i, \quad \Delta P = P_{pik} - P_{dik},$$

где P_{pin}^i – суммарная прибыль i -ой отрасли после реализации инвестиционного проекта;

P_{din}^i – суммарная прибыль i -ой отрасли до реализации инвестиционного проекта;

P_{pik} – суммарная прибыль инвестирующей компании после реализации инвестиционного проекта;

P_{dik} – суммарная прибыль инвестирующей компании до реализации инвестиционного проекта;

Суть показателя мультипликативный эффект заключается в том, что, инвестируя в развитие железнодорожного транспорта, государство получает эффект от снижения транспортной нагрузки на экономику страны за счет снижения себестоимости перевозок. При инвестировании в новое строительство или производство создаются новые рабочие места, что, в свою очередь, способствует росту дохода населения и, как следствие, росту потребительского спроса, а это – развитие смежных отраслей и рост поступлений в бюджеты всех уровней. Мультипликативный эффект должен формироваться за счет следующих основных факторов:

- сокращение потребностей в энергоресурсах вследствие обновления устройств энергоснабжения и ввода новых электрифицированных участков;

- рост производительности труда за счет внедрения новых технологий работы;

- увеличение объема и качества перевозок, которое обеспечит сокращение потерь от несохранности при перевозке грузов;

- снижение потребности в материальных ресурсах за счет проведения модернизации инфраструктурных объектов и подвижного состава;

- создание дополнительных рабочих мест в регионах в связи с расширением объектов производственного назначения и, как следствие, увеличение налоговых поступлений в бюджеты всех уровней;

- внедрение ресурсосберегающих технологий, которые позволяют достигнуть экономии народнохозяйственных ресурсов.

На первом году реализации инвестиционного проекта мы, как правило, имеем прямые поступления в смежные отрасли. Эффект P_j^i , получаемый внутри i -ой отрасли в j -ый период, определяется как отношение чистой прибыли к объему инвестиций в данную отрасль:

$$P_j^i = \frac{ECP_i}{I_i} \cdot 100\%,$$

где ECP_i – чистая прибыль i -ой отрасли;

I_i – объем поступлений в i -ую отрасль от инвестиций базовой отрасли (ОАО «РЖД» Транспорт и связь).

Доля поступлений инвестиций в i -ую отрасль W_i (вес поступлений в i -ую отрасль в структуре отраслей) определяется отношением объема инвестиций в данную отрасль I_i к объему всех инвестиций I :

$$W_i = \frac{I_i}{I}.$$

Таким образом, эффект PS_j^i , получаемый i -ой отраслью в j -ый период в разрезе структуры отраслей, задействованных в инвестиционном процессе, определяется как произведение отраслевого эффекта P_j^i и веса поступлений в i -ую отрасль:

$$PS_j^i = P_j^i \cdot W_i = \frac{ECP_i}{I_i} \cdot 100\% \cdot \frac{I_i}{I} = \frac{ECP_i}{I} \cdot 100\%.$$

Совокупность отраслевых эффектов, рассчитанных в каждом периоде реализации инвестиционного проекта, определяет мультипликативный эффект MP :

$$MP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k PS_j^i.$$

Экологический эффект за счет снижения экологической нагрузки отрасли на окружающую среду.

$$EP = \sum_{i \in \{a, e, z, om, \phi, \phi x\}} \Delta U_i,$$

где ΔU_i – денежный поток, получаемый от снижения выплат за причинение ущерба экологии региона в результате негативного воздействия на окружающую среду.

$$\Delta U_i = U_i^{pp} - U_i^{rp},$$

где U_i^{rp} – выплаты за причинение i -го ущерба в результате негативного воздействия на окружающую среду после реализации инвестиционного проекта;

U_i^{pp} – выплаты за причинение i -го ущерба в результате негативного воздействия на окружающую среду до реализации инвестиционного проекта.



$$\sum_{\Delta} U_i = \Delta U_a + \Delta U_e + \Delta U_z + \Delta U_{om} + \Delta U_{\phi} + \Delta U_{\phiл},$$

где ΔU_a – разница выплат за ущерб от загрязнения атмосферы до реализации ИП и после;

ΔU_e – разница выплат за ущерб от загрязнения водных объектов до реализации ИП и после;

ΔU_z – разница выплат за ущерб от загрязнения и деградации земли до реализации ИП и после;

ΔU_{om} – разница выплат за ущерб от размещения вредных веществ на окружающей территории до реализации ИП и после;

ΔU_{ϕ} – разница выплат за ущерб фауне до реализации ИП и после;

$\Delta U_{\phiл}$ – разница выплат за ущерб флоре до реализации ИП и после.

б) Показатели эффективности инвестиций, основанные на дисконтировании, включающие в себя:

– чистую текущую стоимость инвестиционного проекта, позволяющую спрогнозировать будущий доход во времени NPV .

$$NPV = PV - IC,$$

где NPV – чистая текущая стоимость;

PV – дисконтированный денежный доход;

IC – отток денежных средств.

Если предположить, что инвестиции (IC) будут генерировать в течение определенного количества (n) лет, с годовыми доходами в размере P_1, P_2, \dots, P_n . Общая накопленная величина дисконтированных доходов (PV) и чистой текущей стоимости (NPV) соответственно рассчитываются по формулам

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k}, \quad NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC.$$

Таким образом, если:

$NPV > 0$, то проект перспективен;

$NPV < 0$, то проект следует отвергнуть;

$NPV = 0$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Если проект предполагает не разовые инвестиции, а последовательное инвестирование финансовых ресурсов в течение, допустим, m лет, то формула для расчета NPV модифицируется следующим образом:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - \sum_{j=1}^m \frac{IC_j}{(1+i)^j},$$

где i – прогнозируемый средний уровень инфляции.

– внутренняя норма рентабельности IRR ;

Внутренняя норма рентабельности инвестиции (IRR) представляет собой такое значение коэффициента дисконтирования, при котором NPV проекта будет приведен к нулю:

$$IRR = r, \text{ при котором } NPV = f(r) = 0.$$

Таким образом, необходимо найти такую ставку дисконта, при которой разница между текущей стоимостью денежных поступлений за весь период и инвестициями в проект равна нулю, а именно:

$$PV - IC = NPV = 0$$

Если: $IRR > CC$, то проект следует принять;

$IRR < CC$, то проект следует отвергнуть;

$IRR = CC$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

– Срок окупаемости проекта с учетом дисконтированных денежных потоков $Ток$.

Определяется путем последовательного вычитания дисконтированных денежных потоков из первоначальных инвестиций до тех пор, пока полученная разность не будет равна нулю. Положительной стороной данного метода является четко выраженный критерий приемлемости инвестиционных проектов.

$$Ток = \frac{IC - PV}{PV},$$

где IC – отток денежных средств (первоначальные инвестиции);

PV – дисконтированный денежный поток (текущая стоимость).

с) Натуральные показатели, не учитывающие разновременность затрат и результатов, включающие в себя:

– прибыль проекта за весь жизненный цикл в расчете по годам реализации

$$PP_i = \sum_{i=1}^t (D_i^t - R_i^t) - NP_i^t,$$

где PP_i – прибыль проекта в i -ом периоде;

t – окончание i -ого периода;

D_i^t – доходы от инвестиционного проекта в расчетный период;

R_i^t – расходы по инвестиционному проекту в расчетный период;

NP_i^t – налог на прибыль с учетом налоговых льгот в расчетном периоде;

– экономическую прибыль от реализации проекта, учитывающую все возможные эффекты от реализации проекта, реинвестирование части прибыли от проекта, уровень инфляции. Экономическая прибыль является главным критерием, который отражает экономическую целесообразность инвестиционного проекта. Он измеряется в денежных единицах и показывает реальный экономический вклад проекта в развитие отрасли. Экономическая прибыль позволяет учесть все составляющие эффекта, включая все прибыли от проекта с учетом реинвестирования, а также реальную рыночную оценку проекта (бизнеса);

$$ECP_i = \sum_{i=1}^t PP_i^t \cdot (1 - p_{it}) + DI_i^t + SK_i^t - IC_i^t,$$

где ECP_i – экономическая прибыль i -го периода ($i = 1, 2, \dots, n$);

PP_i^t – прибыль инвестиционного проекта от i -го вида деятельности по проекту в году t ;

DI_i^t – доходы от инвестиции прибыли компании в годы прошлые, полученные ею в году t ;

p_{it} – доля прибыли компании, направляемая на i -ый вид инвестиционной деятельности в году t ;

SK_i^t – рыночная стоимость компании в году t ;

IC_i^t – инвестиции по проекту в году t .



Экономическая прибыль с учетом инфляции и риска инвестора позволяет исключить переоценку эффективности проекта.

Риск и инфляция при расчете ECP учитываются в формуле

$$ECP_i = \sum_{i=1}^t PP_i^t \cdot (1 - p_{it}) + DI_i^t + SK_i^t - \sum_{i=1}^t (IC_i^t + \Delta I_{инф} + \Delta I_{риск}),$$

где $\Delta I_{инф}$ - компенсация потерь от инфляции средств, вложенных инвестором;

$\Delta I_{риск}$ - компенсация риска инвестора.

- срок окупаемости без учета дисконтированных денежных потоков;

$$ECP_i = \sum_{i=1}^t PP_i^t \cdot (1 - p_{it}) + DI_i^t + SK_i^t = IC_i^t,$$

- рентабельность проекта рассчитывается посредством сопоставления экономической прибыли (ECP) с инвестициями в проект, в каждом периоде развития проекта (краткосрочном, среднесрочном, долгосрочном):

$$R_j = \frac{ECP_j \cdot 100}{IC_j},$$

где R_j – рентабельность j -го периода (%);

ECP_j – полный экономический результат j -го периода ($j = 1, 2, \dots, n$);

IC_j – инвестиции j -го периода.

В свою очередь, показатели рентабельности инвестиционного проекта могут быть следующие:

1. Общая рентабельность инвестиционного проекта рассчитывается как отношение экономической прибыли к сумме всех инвестиций, вкладываемых в проект всеми – инвесторами и собственниками проекта.

2. Показатели рентабельности каждого инвестора рассчитываются как отношение экономической прибыли каждого из них, получаемой от проекта в соответствии с договором, к вложенным им инвестициям.

$$R_{jt} = \frac{ECP_{jt} \cdot 100}{IC_{jt}},$$

где R_{jt} – рентабельность j -го периода (%) t -го инвестора;

ECP_{jt} - экономическая прибыль j -го периода ($j = 1,$

$2, \dots, n$), получаемая t -м инвестором;

IC_{jt} – инвестиции j -го периода t -го инвестора.

3. Рентабельность собственников проекта (компании, внедряющей проект). Рассчитывается как отношение экономической прибыли, получаемой ими от реализации инвестиционного проекта в соответствии с договором, к вложенным ими инвестициям.

$$R_{jc} = \frac{ECP_{jc} \cdot 100}{IC_{jc}},$$

где R_{jc} – рентабельность j -го периода (%) с c -го инвестора;

ECP_{jc} – экономическая прибыль j -го периода ($j = 1, 2, \dots, n$), получаемая c -м инвестором;

IC_{jc} – инвестиции j -го периода c -го инвестора.

Предлагаемое развитие методических подходов оценки инвестиционных проектов в условиях современного социально-экономического развития России, направленных на внедрение новых форм и способов организации перевозок, транспортного строительства, технического обслуживания и ремонта подвижного состава через систему сбалансированных показателей позволяет комплексно оценить экономическую эффективность инвестиционных проектов, а также заключить, что их применение сможет помочь решить проблему недооценки многих объектов инвестирования и занижения их прибыльности.

Библиографический список

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Утверждена Правительством РФ №877-П от 17.06.2008.
2. Подпрограмма "Железнодорожный транспорт" федеральной целевой программы "Модернизация транспортной системы России (2002 – 2010 годы)", разработанной на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2001 г. № 232-р <http://fcp.vpk.ru/ext/144/content.htm>
3. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. Приложение к указанию МПС России от 31 августа 1998 г. Москва, МПС, 1998. 124 с.
4. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов. Утверждены Министерством экономики, Министерством финансов, Государственным комитетом по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 г. № ВК 477. Москва, 1999. 235 с.
5. Artel P. Financial Management for Non – Specialists. – Pretence Hall – Financial Time Harlow, 2003.

БК У9(2)441.2

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖКХ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ

О.Г.Тимчук¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассматриваются отличительные черты и проблемы одной из самых социально значимых отраслей российской экономики – жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Обобщаются основные трудности в процессе его реформирования и тенденции развития ЖКХ на муниципальном уровне.

¹Тимчук Оксана Григорьевна, ассистент кафедры финансов и кредита, тел.: 89016405451. Timchuk Oksana Grigorjevna, an assistant of the Chair of Finance and Credit, tel.: 89016405451.



Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: кризис ЖКХ; проблемы и перспективы реформирования ЖКХ; эффективность системы управления ЖКХ; инвестиционная привлекательность ЖКХ.

FUNDAMENTAL PROBLEMS AND DEVELOPMENT TENDENCIES OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES AT THE MUNICIPAL LEVEL

O.G. Timchuk

Irkutsk State Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author examines distinguishing features and problems of one of the most socially important branches of Russian economics – housing and communal services (HCS). She generalizes basic difficulties in the process of its reforming and development tendencies of housing and communal services at the municipal level.

4 sources.

Key words: crisis of housing and communal services; problems and prospects of housing and communal services reforming; efficiency of management system of housing and communal services; investment attractiveness of housing and communal services.

Переход к рынку обострил проблемы эффективности функционирования отраслей жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Процесс приватизации жилья и регулирующие его нормативные документы изменили структуру собственников жилья, что привело к изменению системы экономических взаимодействий в отрасли и повысило ответственность за жилищно-коммунальное хозяйство муниципальных органов власти. ЖКХ в том виде, в котором оно представлено в настоящее время, выполняет две основные функции. Во-первых, доставшееся от прежней политической и экономической системы оказание помощи малоимущим слоям населения (социальная функция), а во-вторых, реализация жилищно-коммунальных услуг населению (экономическая функция). Существующее положение усугубляется высоким уровнем монополизации в системе ЖКХ, бесконтрольной тарифной политикой, неэффективной системой управления.

ЖКХ – это многофункциональный комплекс, который включает в себя взаимозависимые, но в то же время достаточно автономные предприятия и организации социальной и производственной сферы. Производственная структура ЖКХ в настоящее время интегрирует более 30 видов деятельности, ведущие из которых: жилищное хозяйство, теплоснабжение, холодное и горячее водоснабжение, водоотведение и очистка сточных вод. ЖКХ представляет собой наиболее значимую часть национальной экономики, основой его развития является рост населенных пунктов и потребности населения в услугах жилищно-коммунального хозяйства.

Жилищно-коммунальное хозяйство имеет ряд особенностей, которые отличают его от других отраслей. К специфическим чертам отрасли ЖКХ следует отнести:

- локальный характер деятельности, т.е. потребителями продукции (услуг) являются, прежде всего, население и местные предприятия промышленности, транспорта и др.
- процессы производства и потребления продукции (услуг) неразрывно связаны с другими отраслями, эта продукция не может накапливаться для последующей реализации;

- предприятия ЖКХ должны быть готовы отпустить столько продукции и реализовать столько услуг, сколько их требуется в каждый конкретный момент времени;

- нецелесообразность предоставления коммунальной продукции сверх оптимального предела, определяемого численностью населения, размерами территории и особенностями ее планировки, своеобразием климатических условий, степенью развития градообразующей и градообслуживающей сфер;

- наличие резерва мощностей коммунальных предприятий, связанных с их ориентацией на максимальный уровень потребления услуг;

- независимость численности основного эксплуатационного персонала от объема производимой коммунальной продукции, что связано с выполнением работ по обслуживанию машин и оборудования, а также количеством дежурного персонала;

- отличная от других отраслей структура основных фондов, при которой удельный вес пассивной части в 2 раза выше, чем на промышленных предприятиях;

- особая структура затрат на производство коммунальных услуг, при которой основными затратами являются расходы на энергоносители;

- многоотраслевой (более 30 отраслей) характер;

- высокая доля муниципальной собственности на земельные участки, водные и лесные ресурсы, жилой и нежилой фонд;

- конечным потребителем услуг являются домохозяйства, коммерческие и некоммерческие организации, органы власти.

Реформирование ЖКХ в России продолжается почти 15 лет. Однако следует отметить, что в настоящее время отрасль находится скорее в состоянии острого кризиса, чем успешного реформирования.

ЖКХ является одной из самых социально значимых, наиболее крупных и в то же время проблемных отраслей российской экономики. Количество предприятий и организаций ЖКХ превышает 52 тыс., что обеспечивает занятость около 4,2 млн. человек. Оборот отрасли в 2006 году достиг 1,3 трлн. рублей, увеличившись по сравнению с 2005 г. на 200 млрд. рублей. Однако при такой динамике развития более двух тре-



тей организаций ЖКХ находятся на грани банкротства. На начало 2007 года кредиторская задолженность российских предприятий ЖКХ превысила 320 млрд. рублей, а дебиторская – 280 млрд. рублей.

Объем дотаций в отрасль также постоянно растет. Если в 1996 году он составлял около 4% ВВП, то по итогам 2007 года эта цифра достигла 12%. При этом инвестиции в основной капитал за десять лет сократились более чем в 2,2 раза. По данным Мининформсвязи России, в среднем по России изношенность коммунальных сетей составляет около 50%, а в некоторых субъектах и муниципальных образованиях – 80-90%. При предоставлении жилищно-коммунальных услуг в среднем по России теряется около трети ресурсов, а по отдельным видам ресурсов, например, по водообеспечению, потери достигают 90%.

Для того чтобы преодолеть кризис отрасли, дальнейшее развитие жилищно-коммунального комплекса, по мнению автора, должно осуществляться с применением современных методов и механизмов управления, непременно учитывающих местную (региональную, муниципальную) специфику.

Эффективный менеджмент на муниципальном рынке коммунальных услуг включает в себя следующие механизмы:

- организацию дифференцированных тарифов, учитывающих местные условия (причем стратегия ценообразования предприятий ЖКХ в рамках муниципалитета должна учитывать влияние таких факторов, как градостроительные особенности населенных пунктов, уровень благоустройства жилищного фонда, мощность предприятий жилищно-коммунальных услуг);
- создание условий по обеспечению конкуренции на основе конкурса оказания услуг на муниципальном рынке жилищно-коммунальных услуг;
- использование в качестве инструмента экономического механизма управления предприятий-монополистов в сфере ЖКХ двухставочного тарифа, который, с одной стороны, способен сглаживать колебания доходов предприятия за счет сокращения потребностей в средствах, а с другой – отвечать интересам потребителя, который оплачивал бы услуги по мере их потребления.

Низкая эффективность системы управления ЖКХ в муниципальных образованиях выражается в:

- усилении административных рычагов управления;
- локальной монополизации всей сферы предоставления жилищно-коммунальных услуг многоотраслевыми предприятиями;
- отсутствии или низкой эффективности договорных отношений;
- бюрократической сложности процедуры установления ставок по оплате населением жилищно-коммунальных услуг;
- неэффективной тарифной политике.

Действующее законодательство не обеспечивает системного решения проблем управления ЖКХ и не соответствует рыночным правилам поведения хозяйствующих субъектов, населения и работников ЖКХ. В этих условиях задача местных органов власти заклю-

чается в разработке комплекса мер, способствующих повышению инвестиционной привлекательности ЖКХ муниципального образования:

1. Создание правовой среды по инвестиционному проектированию в сфере ЖКХ, учитывающей территориальные особенности.
2. Организация конкурсов инвестиционных проектов и отбор наиболее эффективных вариантов.
3. Контроль процесса реализации инвестиционных проектов.
4. Содействие практической реализации эффективных инвестиционных проектов (налоговые льготы, поручительства, гарантии, финансовая помощь в виде дотаций, субсидий, бюджетных ссуд и др.).
5. Создание информационной базы об экономическом потенциале муниципального образования, состоянии ЖКХ и его предприятий.

При рассмотренном подходе система управления ЖКХ на уровне муниципального образования представляется как трехзвенная система:

- собственники жилищного фонда и других объектов недвижимости;
- организации по управлению муниципальным жилищным фондом;
- подрядные организации, обеспечивающие предоставление жилищно-коммунальных услуг.

Приоритетными задачами реформирования ЖКХ являются:

- экономическая (уменьшение расходов муниципального бюджета);
- социальная (повышение качества содержания жилищного фонда и предоставления коммунальных услуг);
- структурные (рыночные преобразования в ЖКХ муниципальных образований, эффективное управление жилищным фондом).

Среди решаемых в ходе реформирования ЖКХ задач одними из главных должны стать социальная защита населения при реализации реформы и создание условий для обеспечения устойчивого функционирования ЖКХ в перспективе.

Мнения экспертов относительно перспектив реформы жилищно-коммунального хозяйства в России расходятся, но их можно свести к следующим основным положениям:

1. Формирование конкурентной среды рано или поздно обеспечит высокое качество услуг с умеренными ценами.
2. Рынки жилья и ЖКХ должны быть дополнены демократическим общественным контролем, прежде всего, в лице органов местного самоуправления.
3. Необходимо сохранить самостоятельность местного самоуправления и дать ему возможность формировать свои доходы, включая установление собственных налогов и сборов.

Стабильное и достаточное финансирование предоставляемых жилищно-коммунальных услуг может быть достигнуто путем обеспечения в бюджетной системе, а также у самих предприятий ЖКХ достаточного объема финансовых ресурсов. Основными мерами по



обеспечению такого уровня финансирования являются:

- переход на полную оплату потребителями, в том числе населением, жилищно-коммунальных услуг с учетом роста потребности в средствах на предоставление жилищных субсидий гражданам, а также роста потребности в дотировании бюджетной сферы;
- упорядочение механизма предоставления льгот по оплате жилья и коммунальных услуг;
- упорядочение механизма формирования тарифов на жилищно-коммунальные услуги, создание эффективного механизма целевого использования инвестиционных составляющих тарифа на цели модернизации.

Библиографический список

1. Кузьменко В.В., Таран С.А. Оптимизация соотношения форм собственности жилья как направление реформы ЖКХ

/ Вузовская наука – Северо-кавказскому региону // Мат-лы VII Регион. научн.-техн. конф. Экономические науки. Т. 3. Ставрополь, 2003. С. 24-25.

2. Сугаипов М.Ю. Особенности жилищно-коммунального хозяйства как отрасли народного хозяйства // Организационно-экономические проблемы современного предпринимательства: сб. научн. ст. профессорско-преподавательского состава и аспирантов / НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2007. С. 200-202.

3. Таран С.А. Повышение эффективности реформирования ЖКХ путем информатизации: Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Экономика». №2. Ставрополь: СевКавГТУ, 2005. С. 123-127.

4. Ямтеева Л.В. Организационно-экономический механизм реформирования жилищно-коммунального хозяйства в крупном городе: дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2000. 182 с.

УДК 338.48+008

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ЭКОНОМИКИ КУЛЬТУРЫ (ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ПОДХОДЫ)

Л.Т.Ткачук¹, Г.К.Короткова²

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассматриваются основные подходы к формированию системы экономических категорий культурной деятельности в трудах отечественных и зарубежных специалистов.

Табл. 1. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: сфера культуры; экономика культуры; культурные блага; «культуриндустрия»; «цивилизация досуга»; теории «человеческого капитала», «мериторных благ», «общественных расходов».

THE FORMATION OF THE SYSTEM OF SCIENTIFIC KNOWLEDGES IN THE SPHERE OF ECONOMICS OF CULTURE (RUSSIAN AND FOREIGN APPROACHES)

L.T.Tkachuk., G.K.Korotkova

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The authors consider the basic approaches to form the system of economical categories of cultural activity in the works of Russian and foreign specialists.

1 table. 7 sources.

Key words: sphere of culture; economics of culture; cultural goods; "cultural industry"; "leisure civilization"; theories of "human capital", "noncommercial goods", "social costs".

Долгое время культура рассматривалась как сфера, затратная с экономической точки зрения. Доминировала концепция о «самоценности культуры» как некой совокупности накопленного общественного богатства, культурного наследия и творческих достижений, которые ценны сами по себе. В России данная концепция стала доминировать уже в постсоветский период. Советская доктрина рассматривала культуру как часть государственной идеологической системы, направленной на формирование «гармонически развитой личности». Соответственно, организации культуры поддерживались государством как источники идеологической пропаганды.

Финансовая основа культуры формировалась, главным образом, за счет бюджетных средств или устойчивой финансовой поддержки со стороны ведомств-патронов. Организации культуры имели дело с «высоким» и «вечным», занимались тем, что сохраняли культуру «для будущих поколений» и приобщали к искусству все больше и больше людей. Традиционно считалось, что менеджмент культурных организаций – нечто принципиально отличное от менеджмента бизнес-организаций, а потому главное – защитить высокую культуру от жесткой реальности рынка, чтобы не допустить снижения художественного качества.

¹Ткачук Людмила Тимофеевна, кандидат экономических наук, доцент, докторант, тел.: 89149011616, e-mail: TLT60@mail.ru
Tkachuk Lyudmila Timofeevna, a candidate of economical sciences, an associate professor, a competitor for a doctor's degree, tel.: 89149011616, e-mail: TLT60@mail.ru

²Короткова Галина Константиновна, ассистент кафедры финансов и кредита, тел.: 89149506873.
Korotkova Galina Konstantinovna, an assistant of the Chair of Finances and Credit, tel.: 89149506873.



В настоящее время государство не имеет возможности в полной мере создать условия для сохранения, а главное, развития культуры и искусства – не хватает ресурсов: управленческих, интеллектуальных, финансовых. Бюджетная поддержка и меценатство постепенно замещаются демократическими технологиями социального партнерства. Формируется мощная финансовая инфраструктура фандрайзинга (fundraising), преимущество которой заключается в возможности консолидации мировых финансовых ресурсов и расходовании их в соответствии с потребностями мировой культурной системы, в ориентации на поддержку инноваций в области развития культурных технологий и обеспечения доступа к мировым ресурсам всем заинтересованным участникам культурного процесса.

В конце XX века не только в России, но и во всем мире бюджетная и спонсорская поддержка организаций культуры начала сокращаться. Более того, все финансовые доноры (государственные и местные органы власти, благотворительные фонды, меценаты) стали действовать выборочно, оказывая поддержку организациям культуры в зависимости от эффективности их работы. Это дало достаточно мощный толчок для пересмотра как представлений о месте и роли культуры в обществе, так и управленческих технологий, применяемых в этой сфере, способов работы с разными аудиториями и привлечения общественного внимания. Начиная с 70-х годов XX века в европейских странах широко обсуждается вопрос о значении культуры для общества, ее полезности для новой экономики и социального развития (в частности, вклад культуры в постиндустриальное развитие городов и территорий). Фактически культура стала рассматриваться как ресурс и инструмент для достижения внешних по отношению к ней социально-экономических целей. Такое изменение взгляда во многом обусловлено глобальными тенденциями общественного развития.

В последние десятилетия XX века на Западе формируется новое понимание взаимосвязей между культурой и экономикой. Зарубежные специалисты рассматривают культуру как фактор, способствующий экономическому развитию территорий, а культурный продукт – как полноценный товар. Современные зарубежные концепции направлены на развитие культурных (творческих) индустрий, глобализацию рынка культурных благ. В настоящее время происходит постепенное распространение этих воззрений и на территории России.

Формирование системы экономических категорий культурной деятельности впервые начали рассматривать в своих работах представители французской (Ж.-Б.Сэй, К.Гарнье), шведской (К.Виксель, Э. Линдаль), английской (А.Смит, Д.Кейнс, Дж.Рескин) и других научных школ. В России первые работы в области экономики культуры появились в конце XIX и начале XX столетия (В.П.Погожев, 1908, В.А.Теляковский, 1926).

Экономика культуры как наука стала складываться лишь полвека назад, когда был опубликован совместный труд американских ученых Уильяма Баумо-

ля и Уильяма Боуэна «Исполнительское искусство: экономическая дилемма» (1966 г.). Нобелевского лауреата У.Баумоля принято считать отцом-основателем экономики культуры. Эти ученые смогли доказать, что так называемые общественные товары и блага, составляющие суть культуры, неизбежно игнорируются рынком. А осознание объективности феномена «ошибка рынка», в свою очередь, привело к открытию «болезни Баумоля», которой подвержена любая не «заточенная» под стопроцентную прибыль отрасль. Смысл этого недуга в том, что в культуре количество труда, предназначенного для производства какой-либо продукции (например, исполнения концерта или написания книги), постоянно во времени и не зависит от новаторства и концентрации капитала. Иными словами, даже если дать музыкантам самые совершенные и дорогие инструменты, они не смогут исполнить пьесу быстрее, чем она задумана композитором. То же самое можно сказать о музее: даже если его перевести в помещение с очень высокими потолками, он вряд ли разместит в своей экспозиции в два раза больше картин. Любой, кто имеет отношение к музейной практике, понимает, что подобное «перенаселение» неизбежно повлечет за собой угрозу сохранности произведений искусства. А между тем не секрет, что в современной России находится все больше энтузиастов уплотнения учреждений культуры именно по такой схеме.

В работе американских экономистов У.Баумоля и У.Боуэна впервые серьезно была поставлена одна из основных проблем экономики культуры – опережающий рост цен на факторы производства по отношению к ценам на культурные услуги. Это послужило обоснованием необходимости государственной и общественной поддержки исполнительского искусства. Эти ученые попытались описать различные аспекты деятельности и финансового состояния организаций, связанных с исполнительским искусством. Авторы показали, что зачастую издержки организаций, связанные с искусством, значительно превышают их доходы; этот разрыв может быть компенсирован только за счет частных и общественных пожертвований. Кроме того, было указано, что ситуация является не случайной, а фундаментальной для большинства творческих отраслей.

Отрасли исполнительского искусства, утверждали У.Баумоль и У.Боуэн, будут неизбежно страдать от «болезни издержек». В «обычных» отраслях, производящих товары для промышленности и конечного потребления, производительность труда постоянно возрастает (за счет технологических нововведений, обучения персонала, экономии от масштаба). В исполнительском искусстве она возрастать не может: для того чтобы исполнить концерт для струнного квартета, как и сто лет назад, требуется ровно четыре музыканта. Следовательно, издержки отраслей исполнительского искусства будут расти быстрее, чем цены в экономике в среднем.

Работа У.Баумоля и У.Боуэна привлекла внимание множества исследователей, связанных с разработкой государственной политики в социальной сфере, поскольку она предоставляла весомые аргументы

сторонникам государственной поддержки искусства и культуры. Во многом на ее основании правительства ряда развитых стран (США, Франции, Голландии, Великобритании, Японии и др.) приняли решение о расширении масштабов и форм субсидирования творческой деятельности. Именно в это время в США и других развитых странах стремительно начинают создаваться благотворительные фонды, генеральная цель которых заключается в финансовой поддержке социально-значимых инициатив (проектов) в сфере культуры и искусства. Формируется система научных знаний в области менеджмента культуры, основанная на современных технологиях управления в некоммерческой сфере (проектные, фандрайзинговые технологии, связи с общественностью).

Дискуссии вокруг теории «болезни издержек» начались сразу же после выхода работы и продолжают по настоящее время. Одни критики утверждают, что «болезнь издержек» не является специфичной для сферы искусства, а наблюдается практически во всех сферах услуг. Другие говорят о том, что производители культурных благ готовы нести дополнительные издержки, поскольку получают дополнительное денежное вознаграждение (признание, почет, моральное удовлетворение от самореализации). Третьи замечают, что авторы рассмотрели только издержки производителей, но не рассматривали эволюцию самих рынков и возможные изменения предпочтений потребителей, а следовательно, возможность производителей извлекать «монопольную» ренту за счет создания и распространения новых продуктов. Несмотря на справедливость этих критических замечаний, работа У.Баумоля и У.Боузена продолжает оставаться одной из наиболее влиятельных в сфере грантовой поддержки культуры и искусства.

Традиционная экономическая теория не видит принципиального различия между культурными благами и традиционными товарами и услугами. Предполагается, что культурное благо, как и любое другое, имеет потребительскую ценность и выбирается потребителем, исходя из доступных потребителю средств (бюджета), полезности потребления каждого из благ и установившихся цен. Однако в случае, если понятие «ценность» не ограничивается понятием потребительской ценности или индивидуальной пользы, то культурная ценность некоторых товаров и услуг оказывается неэквивалентна их экономической ценности. Например, вагон угля и картина Пикассо могут иметь одну и ту же рыночную цену, но совершенно разную культурную ценность. Именно такого мнения придерживается один из ключевых специалистов в сфере экономики культуры профессор Дэвид Тросби. Разумеется, потребитель культурного блага, как и потребитель любого другого блага, стремится заплатить за товар сумму не более той, в которую он оценивает ожидаемый эффект (удовольствие, пользу). Но, вместе с тем, потребляя культурное благо, он получает дополнительный «культурный импульс» – дополнительные выгоды, связанные с «входом» потребителя в данный «культурный пласт», который принадлежит всему множеству потребителей и производителей

культурных благ (приобщение к культуре). Следовательно, *концепция индивидуальной полезности, используемая традиционной экономикой, по мнению ведущих современных экономистов культуры, неадекватна и недостаточна для понимания природы культурных благ.*

Развитие позиции Дэвида Тросби позволяет отметить следующие универсальные особенности потребления культурных благ:

- потребление культурного блага имеет некоторый «культурный» (как правило, эстетический) компонент. При этом компонент этот может и не оцениваться экономическим механизмом, так как экономическая и культурная ценности, как правило, не совпадают;
- качество культурных благ зачастую предвременно неизвестно (не существует способов отделить хороший новый фильм или спектакль от плохого только по тому, где они продаются и сколько стоят). Такая ситуация в институциональной экономике называется информационной асимметрией. Поэтому на рынке культурных благ существует особая профессиональная группа людей – критики. Функция критиков в институциональной экономике называется сигнальной: они не могут гарантировать потребителю, что ему понравится фильм, который они сочли «хорошим», но пытаются сообщить потребителю о своем опыте и своей оценке качества данного продукта;
- особым случаем потребления культурных благ является приобретение предметов искусства как объектов для инвестирования. Картина молодого талантливого художника на пике его славы может стоить в сотни и в тысячи раз больше, чем в начале его карьеры. Во время жизни Ван Гога продажа его полотен с трудом позволяла художнику сводить концы с концами, а в 1990 г. картина «Портрет доктора Гаше» стала самой дорогой картиной, когда-либо проданной на аукционе. Рост стоимости отдельных произведений искусства, как правило, имеет не столько субъективные причины (осознание эстетической ценности конкретным потребителем), сколько социальную природу (например, владение картиной придает владельцу определенный статус).

Таким образом, в рамках традиционной экономической науки культурное благо рассматривать сложно. Только теории, учитывающие меняющуюся природу индивида, эволюцию социальных групп, их норм и ценностей, принимающие во внимание общественный характер жизни людей, могут объяснить особенности культурных благ.

Французский культуролог А.Моль в труде «Социодинамика культуры» (1967) наметил общую теорию социокультурного цикла, напоминающего систему экономического товарооборота, и затронул *важнейшие экономические категории культурной деятельности: товары, стоимость, себестоимость, цена, прибыль, рынок и некоторые другие.*

Социокультурный цикл А.Моль изображает в виде взаимодействия творцов и потребителей на рынке интеллектуальной продукции. Участниками взаимодействия являются: творцы, микросреда (коллеги,

критики), средства массовых коммуникаций, макросреда (потребители элитарной культуры и потребители массовой культуры). Эту общую теоретическую схему Моль интерпретирует для разных видов культурной деятельности. В центр своего исследования Моль ставит категорию «сообщения» (знака), которую рассматривает как коммуникационный товар и применяет к нему понятие стоимости и цены.

В концепциях постиндустриального общества сфера досуга, к которой культура имеет непосредственное отношение, стала рассматриваться как важнейшая социальная подсистема. Теоретический анализ крупных эмпирических исследований, фиксирующих коренные изменения в образе жизни, культуре и досуге, лег в основу концепции Ж.Дюмазедье, названной «цивилизацией досуга». По мнению автора, рождение этой «цивилизации» датируется 1960–1970-ми годами. Эмпирические исследования и их теоретический анализ привели Ж.Дюмазедье к мысли, что досуг (или свободное время) в жизни современного человека развитых стран незначительно уступает рабочему времени и имеет тенденцию возрастать; а по ценности, предпочтительности, привлекательности превзошел труд (многие люди предпочитают меньше зарабатывать, но иметь больше свободного времени). Досуг, как сфера жизнедеятельности общества, вызвал развитие целых отраслей экономики, досуговой инфраструктуры. Современный досуг не является, как прежде, «приложением» к труду, отдыхом от него и подготовкой к нему. Самоценный, самодостаточный характер досуга сделал его «независимой переменной». Автономизация досуга, изменение жизненных ориентаций на досуг (особенно у молодежи) – свидетельство коренных изменений в образе жизни, наступления «цивилизации досуга». В отличие от Фурастье, Дюмазедье отстаивает точку зрения, что «цивилизация досуга» уже наступила. Идея «цивилизации досуга», фиксирующая качественные изменения в досуге, получила значительное распространение в западной социологии. [6] В «цивилизации досуга» изменяется отношение к роли и функциям организаций культуры. Просветительская модель культуры дополняется так называемой гедонистической концепцией, согласно которой культура должна доставлять удовольствие, развлекать, успокаивать.

Т.Адорно, Х.Ганс, П.Бурдьё изучали художественные вкусы и культурные предпочтения разных социальных групп, дистанцию между «высокой» (элитарной) и «популярной» (массовой) культурой. Результаты теоретических и прикладных исследований позволяют выявить изменения социальной мотивации и потребительского поведения в сфере культуры. Фактически они дают основания говорить о формировании аудитории нового типа, интересы которой заключаются в «пересечении границ». Эти «новые культурные потребители» выбирают все, что может доставить удовольствие: культуру этническую (местную) и мировую, популярную и высокую, традиционную и современную. Можно сказать, что в современном обществе граница между элитарной и массовой культурой размывается.

В настоящее время массовая культура как современный культурный ресурс достаточно динамично развивается. То, что еще вчера было радикальным, сегодня уже становится классикой. На становление массовой культуры большое влияние оказала коммерциализация всех общественных отношений. Она привела к возникновению феномена, названного Т.Адорно «культуриндустрией».

Культуриндустрия производит такой же товар, как и любая другая отрасль промышленности, и точно так же этот товар стремится не только утвердиться на рынке, но и максимально этот рынок расширить. Но для того чтобы быть востребованным, любой товар должен максимально соответствовать запросам потенциальных покупателей. Поэтому изначально массовая культура формируется, исходя из потребностей потребителей. Связь эта не является односторонней: чем более прочными становятся позиции массовой культуры, тем сильнее возрастает ее влияние на потребителей, которых она направляет и чьи потребности создает.

Элитарная культура (от франц. elite – лучшее, избранное) рассматривается в культурологии как антипод массовой культуры. Одну из первых концепций элитарной культуры создал Ф.Ницше. В работе «Так говорил Заратустра» он пишет о «сверхчеловеке», обладающем уникальной эстетической восприимчивостью в сочетании с «волей к власти».

Х.Ортега-и-Гассет, являющийся одним из идеологов элитарной культуры, в работе «Дегуманизация искусства» отнюдь не отождествляет элиту с родовой аристократией. В его понимании элита не является правящим меньшинством или аристократией крови, это аристократия духа, ее представителей можно найти в любом социальном слое общества [1].

Но главное отличие элитарной культуры от массовой состоит в том, что истинно творческой является культура элитарная: именно здесь создаются новые культурные формы и определяются пути дальнейшего развития. Знаменитый «Улисс» Дж.Джойса, произведения Г.Гессе и Х.Л.Борхеса; картины П.Пикассо, К.Малевича, В.Кандинского; фильмы А.Тарковского, А.Сокурова, Дж.Джармуша, П.Гринуэя; музыка Дж.Кейджа и Э.Денисова являются тому примером.

В элитарной составляющей культуры происходит апробация того, что спустя годы станет общедоступной классикой, а возможно, и перейдет в разряд тривиального искусства (к которому исследователи относят так называемую «поп-классику» – «Танец маленьких лебедей» П.Чайковского, «Времена года» А.Вивальди, например, или еще какое-нибудь чрезмерно растиражированное произведение искусства). Время стирает границы между массовой и элитарной культурами. То новое в искусстве, что сегодня является уделом немногих, через столетие будет понятно уже значительно большему числу реципиентов, а еще позже может стать в культуре общим.

Уникальность, высокая значимость элитарной (высокой) культуры и эффект ее позитивного влияния на духовное развитие общества, но в то же время ее неспособность адаптироваться в полной мере к сис-

теме рыночного хозяйства позволяют говорить о том, что основную заботу о ее дальнейшем развитии должно взять на себя государство и создать благоприятные (организационные и финансовые) условия для ее существования.

Йозеф Шумпетер, один из столпов эволюционного подхода в экономической науке, рассматривал капитализм как процесс непрерывного создания и разрушения бизнес-возможностей. Во главу угла Шумпетер ставил созидательную силу предпринимателей, постоянно находящих новые возможности получения максимального дохода. Такими возможностями могут быть научно-технический прогресс, организационные нововведения, открытие новых рынков сбыта. В тех отраслях, где такие возможности обнаружены, начинается бурный рост числа производителей и рынок захватывают наиболее приспособленные и «технологичные» из них: кустарей вытесняют корпорации. Открытие и развитие рынков культуры в конце XIX и в XX вв. происходило во многом в соответствии с шумпетерианскими моделями (вероятно, благодаря этому экономисты-эволюционисты сейчас достаточно успешно работают в сфере экономики культуры).

В 80-90-х гг. XX века занятость в «культурных отраслях» в США увеличилась в полтора раза, в Европе – почти вдвое, темпы роста занятости сохраняются и в настоящее время. В европейской экономике только непосредственно занятых творческим трудом более 3 млн. человек, которых обслуживает не меньшая по численности группа агентов, продавцов, распространителей. Культура давно перестала быть делом избранных и стала профессией. Не последнюю роль в возможности творцов и корпораций получать значительные доходы в данной сфере сыграла государственная защита прав интеллектуальной собственности.

В постиндустриальном обществе культура становится стратегическим приоритетом современной экономики развитых стран именно потому, что сумела превратиться в мощную индустрию культурных услуг. Например, в конце 1990-х гг. вклад сферы культуры и искусства («творческих отраслей») в национальный продукт Великобритании составил свыше 4% – значительно больше, чем вклад любой из отраслей британской промышленности [7].

Отрасли, производящие и распространяющие предметы искусства (кино, музыка, книги, телевидение, реклама), – одни из наиболее динамично растущих и наиболее прибыльных в мире. Необходимо также учесть производство сопутствующих товаров, рынки которых тесно связаны с состоянием культурной сферы: бытовая видео- и аудио-техника, кино-, фото- и звукозаписывающая аппаратура, здания и оборудование для театров и кинотеатров, концертные площадки и оборудование для них и т.д. Масштабы культурной сферы в современной глобальной экономике впечатляют. *Следовательно, ориентация на потребителя, формирование и удовлетворение спроса в пространстве «свободного времени» или пространстве досуга становятся приоритетом и конечным результатом деятельности организаций культуры.*

Под досугом подразумевается нерабочее время.

Нельзя не согласиться с автором статьи «Штрихи к науке нового века» Павлом Лукша в том, что «экономика культуры – одна из первых наук, отвечающих вызову формирующегося информационного капитализма». Кроме того, культура приобретает все большее значение в качестве инструмента политической и экономической власти элит. Разумеется, в мире, где цифровое и имущественное неравенство лишает две трети населения земного шара возможности ознакомиться с образцами современных и классических творений человеческой цивилизации, где половина стран только начала путь индустриализации, классическая экономическая наука еще долго будет иметь доминирующее значение. Она гораздо лучше описывает вопросы, стоящие перед этими странами: отраслевая организация, эффективное управление финансами, макроэкономическое регулирование. Однако для развитых стран, для «золотого миллиарда», уже охваченного волной информатизации и деиндустриализации, все большее значение будут иметь научные теории «будущего общества», общества информации и творческой энергии – такие, как экономика культуры.

Серьезное исследование проблем экономики культуры в России началось в 70-е годы XX века. Появились труды, в которых культура рассматривается как активный элемент экономической системы (Э.М.Агабабяна, Г.Г.Дадамяна, Д.И.Правдина, В.М.Рутгайзера, М.В.Солодкова). Работы А.И.Дымниковой, Г.П.Иванова, А.Я.Рубинштейна, Б.Ю.Сорочкина, С.В.Шишкина, Е.Л.Игнатъевой, Е.Н.Вороновой и других авторов посвящены экономике культуры на современном этапе.

Основное внимание российских ученых сосредоточено на решении проблем совершенствования управления, хозяйственного механизма сферы культуры. Обосновывается возможность существования в культуре экономических отношений. Рассматриваются существенные характеристики этой сферы. Однако следует отметить недостаточную ориентированность на социальные результаты культурной деятельности. Разрыв между определением целей и задач организаций культуры и организационно-экономическими механизмами их деятельности; отсутствие взаимосвязи отдельных экономических рычагов управления, в результате чего возникает их несогласованность и некоторая противоречивость.

Уже пятьдесят лет ученые знают о «мериторных благах» Р.Масгрейва и почти столько же о теории «общественных расходов» П.Самуэльсона, концепции У.Баумоля и теории человеческого капитала Г.Беккера. В своих работах ученые рассматривают расходы на культуру не как благотворительность государства, а как необходимые инвестиции в человека, без которых невозможен эффективный экономический рост. *Согласно данным концепциям и созданной на их основе экономической теории культурной деятельности государство является субъектом рынка, который, реализуя потребности общества в развитии человеческого капитала и интеллектуального*



Основные направления в развитии экономики культуры

Основные направления в развитии экономики культуры	Достоинства	Недостатки
Политико-экономическое Обосновывается возможность существования в культуре экономических отношений. Рассматриваются сущностные характеристики этой сферы	высокий теоретический уровень	особенности функционирования сферы культуры выявляются на абстрактном уровне; недостаточная конкретизация рассматриваемых проблем
Прикладное Основное внимание сосредоточено на решении проблем совершенствования управления, хозяйственного механизма сферы и организаций культуры	конкретность; учет отраслевой специфики; повышение действенности экономических рычагов управления	недостаточная ориентированность на социально-культурные результаты; разрыв между определением целей и задач организаций культуры и организационно-экономическими механизмами их деятельности; отсутствие взаимосвязи отдельных экономических рычагов управления, в результате чего возникает их несогласованность и противоречивость
Междисциплинарное Опирается на достижения других научных дисциплин, изучающих функционирование сферы культуры	обогащение теоретических основ экономики культуры; расширение ее социальных горизонтов; возможность учитывать социальные аспекты функционирования культуры	эклектичность во взаимодействии смежных дисциплин; несформированность единого категориального аппарата, различная трактовка категорий, используемых для описания процессов в культуре

потенциала страны, выступает инвестором в сфере культуры.

К настоящему времени сформировались основные направления в области научных знаний экономики культуры, к которым следует отнести политико-экономическое, прикладное, междисциплинарное [2.12]. Особо следует подчеркнуть взаимосвязь экономических, социально-психологических и правовых основ культурной деятельности (таблица).

На экономику культуры оказывает воздействие целый ряд проблем неэкономического характера, которыми занимаются науки о культуре (теория и история культуры, социология культуры, культуроведение), имеющие тот же предмет исследования – культуру. Этот перечень включает проблемы макроэкономики (культура предпринимательства, определение платежеспособного спроса населения, инвестиционная и налоговая политика) и экономики микроуровня (кругооборот денежного капитала, аспекты спроса и предложения, конкурентоспособность товаров и услуг сферы культуры).

При формировании системы научных знаний в области экономических отношений в сфере культуры наметились следующие тенденции:

– повышение теоретического уровня проводимых исследований;

- усиление их практической направленности;
- учет достижений смежных научных дисциплин.

Экономика культуры как наука формирует совокупность знаний о наиболее рациональном хозяйствовании в сфере культуры на основе использования общих социально-экономических законов рынка и специфических закономерностей, регулирующих деятельность организаций и учреждений, занятых производством культурного продукта.

Библиографический список

1. Берман Б., Эванс Дж.Г. Маркетинг услуг и маркетинг в сфере некоммерческой деятельности. М.: Экономика, 1994. 200 с.
2. Игнатъева Е.Л. Экономика культуры: учебное пособие. 2-е изд., уточн. и доп. М.: ГИТИС, 2006. 231 с.
3. Переверзев М.П., Косцов Т.В. Менеджмент в сфере культуры и искусства: учеб. пособие / под ред. М.П. Переверзева. М.: ИНФРА-М, 2007. 192 с.
4. Шишкин С.В. Экономика социальной сферы. М.: ГУ ВШЭ, 2003.
5. Baumol W., Bowen W. Performing Arts: The Economic Dilemma. New York: The Twentieth Century Fund. 1966.
6. Dumazedier J. Toward a Society of Leisure. N.Y.: Free Press, 1967.
7. Towse R. Cultural Economics, Copyright and The Cultural Industries / Proceedings of «The Long Run» Conference. Rotterdam, 2000.



УДК 330.147

АНАЛИЗ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ**Д.Н.Цыбиков**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассматривается сложившаяся ситуация в связи с мировым финансовым кризисом в инвестиционной сфере Республики Бурятия. Предлагаются наиболее перспективные направления активизации инвестиционной деятельности республики в ближайшем будущем.

Табл. 1.

Ключевые слова: инвестиции; инвестиционная деятельность; налоговые каникулы; финансовый кризис; рейтинг.

THE ANALYSIS AND PERFECTION DIRECTIONS OF ECONOMICAL PROGRAMS IN THE BURYAT REPUBLIC**D.N. Tsybikov**Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author considers the present situation in the investment sphere of the Buryat republic in the connection with the world financial crisis. He offers the most perspective activation courses of republic investment activity in the nearest future.

1 table.

Key words: investments; investment activity; tax holidays; financial crisis; rating.

В связи с мировым финансовым кризисом и, как следствие, приостановлением реализации инвестиционных проектов по большинству видов деятельности, а также ограничением бюджетных расходов на строительство и реконструкцию объектов капитального строительства прогнозируется падение инвестиций в основной капитал. Проблема низкой инвестиционной привлекательности Республики Бурятия (РБ) способствует её экономической «изоляции», затрудняет получение финансовых ресурсов для проектов и программ экономического развития. С начала 2009 г. падение объема инвестиций в основной капитал в республике отмечается в каждом отчетном периоде, что соответствует общероссийской тенденции. Так, за 1 квартал 2009 г. индекс физического объема инвестиций в основной капитал РБ по сравнению с аналогичным периодом 2008 г. составил 84,4% (по РФ – 84,4%), за 1 полугодие по полному кругу организаций – 92,3% (по РФ – 81,8%).

Объем инвестиций в основной капитал за 1 полугодие 2009 г. составил 7296,6 млн. рублей. По данному показателю республика как в докризисном 2008 г., так и в 2009 г. продолжает занимать 9 место в числе 12 регионов Сибирского Федерального Округа (СФО).

Следует отметить, что за январь-июль 2009 года падение инвестиций в основной капитал отмечено по всем регионам СФО, кроме Красноярского края (128,5%), при этом в десяти регионах отмечены более высокие темпы падения инвестиций по сравнению с республикой. О невысоком уровне инвестиционной привлекательности свидетельствует и низкий уровень прямых иностранных инвестиций. На невысокий рейтинг Республики влияет её географическое положение в Восточной Сибири, где все субъекты РФ традиционно получают оценки ниже среднероссийских.

В числе 85 российских регионов по рангу инвестиционного потенциала республика находится на 58 месте. При этом достаточно высоко оценивается природно-ресурсный потенциал (19 место) и туристический потенциал республики – 26 место (в 2006 г. – 45 место). Для того чтобы достигнуть среднероссийских показателей, валовой региональный продукт в Бурятии должен вырасти до 190 млрд. руб. в год. Для выхода на этот показатель необходимо обеспечить более высокий уровень притока инвестиций и рост производительности труда, как минимум, в полтора раза.

По оценкам экспертов, большая часть инвестиций приходится на уже имеющееся производство, меньшая часть – на новые проекты. Но сегодня у предприятий не хватает хорошо проработанных инвестиционных проектов. Следовательно, первая задача – определиться по каждому предприятию в республике с перспективами развития на период 2009-2011 гг. и на перспективу до 2017 г.

Правительству Бурятии необходимо будет создать систему сопровождения инвестиционных проектов предприятий, вплоть до открытия новых производств.

Серьезным ресурсом для увеличения инвестиций должна стать государственная поддержка проектов. После негативного опыта выделения бюджетных гарантий в республике и вовсе прекратились любые формы поддержки. Необходимо научиться эффективно работать с имеющимися в распоряжении финансовыми инструментами.

Исходя из установленных приоритетов развития реального сектора экономики в республиканском бюджете формируются расходы инвестиционного характера. Их роль заключается в инфраструктурном обеспечении развивающихся ключевых производственных комплексов, а также в применении к субъектам

¹Цыбиков Дмитрий Николаевич, аспирант, тел.: 89501338299.
Tsybikov Dmitrii Nikolaevich, a postgraduate, tel.: 89501338299.



инвестиционной деятельности действенных финансовых стимулов. К ним, в частности, относятся:

- модернизация и создание стратегически важных для республики объектов транспортной, энергетической, инженерной, информационно – коммуникационной инфраструктуры для развития минерально-сырьевого, топливно – энергетического, транспортно-логистического, туристско-рекреационного, агропромышленного и инновационного комплексов;
- реконструкция и модернизация жилищного фонда и инженерно – технической, коммунальной инфраструктуры с целью создания условий для нормального жизнеобеспечения;
- развитие социальной инфраструктуры с целью повышения обеспеченности населения республики объектами здравоохранения, культуры, образования, спорта, физической культуры, социальной защиты;
- адресная поддержка реализации наиболее значимых, эффективных инвестиционных проектов, направленных на повышение конкурентоспособности республики;
- государственная поддержка малого предпринимательства;
- формирование системы поддержки инновационной деятельности в республике;
- реализация природоохранных мероприятий и создание условий безопасности жизнедеятельности.

В качестве источников инвестиций рассматриваются собственные средства предприятий (амортизационные отчисления и чистая прибыль) и привлеченные средства (бюджетные средства, заемные средства банков, средства частных инвесторов и прочие инвестиции). Развитие экономики республики в силу большой капиталоемкости требует активных структурных изменений и серьезного активного регулирования всех воспроизводственных процессов. Необходима эффективная промышленная политика правительства Республики и государства в целом (см. таблицу).

Источники покрытия потребности в инвестициях РБ²

Показатели	2008-2012	2005-2012	2013-2015
Потребность в инвестициях, млрд. руб./ %	69,6/100	103,8/100	41,4/100
Источники покрытия инвестиций, млрд. руб./ %:			
Амортизационные средства	24,0/34,5	35,4/34,1	17,6/42,5
Чистая прибыль, всего	43,3	58,2	40,8
в т. ч. направляемая на инвестиции (20% от чист. приб.)	8,7/12,4	11,6/11,2	8,2/19,7
Бюджетные средства (20% от налоговых платежей во все уровни бюджетов)	12,6/18,1	17,9/17,2	10,7/25,9
Заемные средства	24,3/34,9	38,9/37,4	4,9/11,8

Высокая доля заемных инвестиционных ресурсов потребует от Правительства РБ, Правительства РФ и хозяйствующих субъектов активной инвестиционной политики, инвестирования в регионе и преодоления сложившегося в настоящее время «узкого места» в экономике республики – отсутствия достаточного притока инвестиций в реальный сектор.

Следует учитывать, что ситуация со стимулированием инвестиционной деятельности в республике определяется общедолевыми подходами в разграничении федеральных и региональных полномочий между регулирующими государственными органами в этой сфере. От компетенции органов власти зависит возможность и правомерность осуществления ими правотворческой деятельности. Это напрямую определяет правовую среду, в которой протекают процессы привлечения и использования инвестиций, и оказывает в одних случаях благоприятное, а в других – негативное воздействие на инвестиционную деятельность в РФ.

Республиканскому Правительству следует шире использовать такие способы стимулирования инвестиционной активности, как:

- развитие системы государственных гарантий инвесторам;
- развитие системы страхования инвестиций;
- предоставление инвесторам налоговых льгот.

До недавнего времени первые два способа были связаны в большей мере с регулированием инвестиций на государственном уровне и долгое время находились в России на начальной стадии развития.

Стимулирующая налоговая политика широко применяется в российской практике и в ряде регионов дает положительные результаты. Предоставление инвесторам налоговых льгот явилось одним из основных и реально возможных способов стимулирования инвестиционной активности. Наиболее популярной формой региональных инвестиционных налоговых льгот является освобождение от уплаты (налоговые каникулы) региональной части налога (в основном в экономической литературе рассматривается налог на прибыль и налог на имущество). Опыт принятия на региональном уровне законов о льготах и гарантиях инвесторам получил особенно широкое распространение в последние годы. Это косвенно свидетельствует о том, что наряду с производственными и ресурсными факторами инвестиционной привлекательности, значимыми для инвесторов становятся другие факторы, в том числе институциональные.

Приоритетным направлением государственной инвестиционной политики на среднесрочную перспективу до 2012 года станет содействие коренной модернизации производства и его структурной перестройке, повышению конкурентоспособности обрабатывающего сектора промышленности, ускоренному инвестиционному развитию секторов «новой экономики», прежде всего становлению инновационных и информацион-

²Основные направления экономического роста Республики Бурятия с позиций энергоэффективности на период 2004-2007 гг. и на перспективу до 2012 г.: материалы регионального центра управления энергосбережением, (Институт экономических исследований ДВО РАН) г. Томск.



ных отраслей, формированию нового технологического облика производственных комплексов республики.

В целом наиболее перспективными направлениями активизации инвестиционной деятельности республики в ближайшем будущем должны стать:

- страхование некоммерческих рисков залогом имущества РБ;
- долевое участие республиканского бюджета в финансировании перспективных инвестиционных проектов;
- создание элементов региональной инфраструктуры (продажа земли под приватизированными предприятиями, создание уполномоченных коммерческих банков при региональной администрации и т.д.);
- разработка межрегиональных программ инвестиционного сотрудничества;
- создание лизинговых, венчурных фондов;
- формирование фондов поддержки малого предпринимательства;
- предоставление налоговых льгот, введение системы инвестиционных кредитов, дифференциация ставок налогов на имущество и на землю для предприятий, осуществляющих масштабные инвестиции в региональные проекты;
- выпуск и размещение республиканских займов и долговых обязательств;
- при изучении динамики отраслей республиканской экономики необходимо создание Агентства по реструктуризации, которое возьмет на себя часть обязательств предприятий в обмен на контрольный пакет акций и обеспечит контроль за ходом финансового оздоровления (альтернативой может явиться механизм поглощения или слияния предприятий взамен государственной поддержки поручителя или донора. Подобные меры целесообразно использовать и для решения проблем с обновлением основных производ-

ственных фондов в экономике республики);

- разработка стратегии управления государственным долгом, предусматривающая сокращение последнего до безопасного уровня;

- повышение инвестиционной привлекательности предприятий республики путем закрепления за ними прав собственности на участки, на которых предприятия расположены.

Для решения перечисленных задач используются специальные организационно-экономические рычаги:

- установление особых правовых режимов для отдельных групп хозяйствующих субъектов, включая меры государственной поддержки эффективно работающих предприятий;

- государственная поддержка на конкурсной основе наиболее значимых инвестиционных проектов (бюджетные кредиты; компенсационные выплаты процентной ставки по кредитам коммерческих банков; государственные гарантии под привлекаемые кредитные ресурсы);

- содействие расширению внутреннего спроса на продукцию местного производства путем введения системы госзаказа, лизинга, развитие инфраструктуры товарных рынков;

- реализация федеральных и республиканских программ.

Для любой экономической системы четко работает одно золотое правило: нет инвестиций – нет экономического роста. Республика Бурятия открыта для реализации новых серьезных проектов в различных сферах бизнеса. Она делает все, чтобы настоящим и потенциальным инвесторам было выгодно и комфортно работать и развивать свой бизнес в республике. В 2009 году объем инвестиций составил 30 млрд. руб. В течение ближайших трех лет при интенсивном развитии в экономику республики необходимо привлечь 100 млрд. руб. инвестиций.

УДК 336.075

ОПТИМАЛЬНЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ ФИРМЫ В СТОХАСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Э.В.Чепиков¹, И.А.Наталуха²

Кисловодский институт экономики и права,
357700, г. Кисловодск, ул. Р.Люксембург, 42.

Построена модель инвестиционного процесса, позволяющая учесть влияние ожидаемого изменения экономической политики в отношении инвестиций на инвестиционную стратегию фирмы. Показано, что угроза изменения налоговой политики приводит к более высоким инвестиционным затратам, к снижению величины опциона инвестирования.

Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: инвестиционная стратегия; налоговая политика; волатильность.

¹Чепиков Эдуард Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры экономико-математического моделирования, тел.: (87937) 48164, e-mail: in63@mail.ru

Chepikov Eduard Vasiljevich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Economical and Mathematical Modeling, tel.: (87937) 48164, e-mail: in63@mail.ru

²Наталуха Игорь Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экономико-математического моделирования, тел.: (87937) 48164, e-mail: in63@mail.ru

Nataluha Igor Anatoljevich, a doctor of physical and mathematical sciences, a professor, the head of the Chair of Economical and Mathematical Modeling, tel.: (87937) 48164, e-mail: in63@mail.ru

OPTIMAL INVESTMENT STRATEGIES OF A FIRM IN STOCHASTIC CONDITIONS

E.V.Chepikov, I.A.Nataluha

Kislovodsk Institute of Economics and Law

42 R. Luxemburg, 357700

The authors build an investment process model taking into account the influence of the prospective change of economic policy in respect to investments on the firm investment strategy. They demonstrate that the threat to change taxation policy leads to higher investment costs and decreases the value of investment option.

1 table. 5 sources.

Key words: investment strategy; taxation (fiscal) policy; volatility.

Когда изменение экономической среды отражает новую экономическую политику, вводимую органами власти, естественно допустить, что фирма имеет некоторые предположения относительно ожидаемого момента введения изменений. Если, например, изменения экономической политики касаются изменений инвестиционной налоговой скидки, разумно ожидать ее снижения в периоды экономического подъема, когда активная проинвестиционная политика неактуальна, и повышения в периоды экономического спада для стимулирования инвестиций [1,2].

В настоящей работе предложен метод моделирования воздействия изменения экономической политики на инвестиционную стратегию фирмы, учитывающий тип информации, которой обладает фирма при принятии инвестиционного решения. В предлагаемом подходе субъективное ожидание, касающееся момента изменения инвестиционной политики, а также степень неточности такого предположения являются входными параметрами. В построенной ниже модели изменение инвестиционной политики происходит при достаточно высокой реализации стохастического процесса, характеризующего величину инвестиционной возможности (опциона инвестирования). Это, например, отражает тот факт, что, как отмечалось выше, снижение инвестиционной налоговой скидки может произойти с большей вероятностью в периоды экономического подъема.

Построим экономико-математическую модель инвестиционного процесса, позволяющую учесть влияние изменений экономической политики в отношении инвестиций на инвестиционную стратегию фирмы. Стоимость инвестиционного проекта определяется следующим стохастическим дифференциальным уравнением, соответствующим геометрическому броуновскому движению [3,4]:

$$dV(t) = \alpha V(t)dt + \sigma V(t)dw(t),$$

в котором параметр α обозначает детерминированную тенденцию, σ есть волатильность стоимости инвестиционного проекта, а dw – приращение винеровского случайного процесса. Безрисковая процентная ставка в экономике равна r , причем имеет место неравенство $\alpha < r$. Фирма максимизирует стоимость опциона инвестирования $F(V)$. Предполагается, что скачок инвестиционных затрат происходит в момент, когда стоимость инвестиционного проекта достигает некоторого граничного значения (триггер-точки). Этот скачок может быть вызван, например, снижением инвестиционной налоговой скидки, увеличением стоимости применяемых ресурсов, увеличением процентной

ставки по кредиту или ростом цены предложения готового бизнеса. Предполагается, что фирма не владеет информацией о точной величине стоимости инвестиционного проекта, соответствующей скачку инвестиционных затрат, однако знает плотность распределения вероятности этой случайной величины. Обозначим через V^* такую реализацию процесса, при которой вводится новая экономическая политика и инвестиционные затраты возрастают с I_e до I_h , причем $I_h > I_e$. Предполагаем, что фирма не знает величину V^* , однако ей известна плотность распределения вероятностей этой величины $\psi(V^*)$ (предполагаем, что функция $\psi(V^*)$ непрерывна и дважды дифференцируема в своей области определения).

Заметим, что использование случайного процесса Пуассона для моделирования скачкообразных изменений экономической политики представляется неадекватным, поскольку интенсивность скачков в этом стационарном случайном процессе, описываемая единственным параметром, не связана с экономической динамикой (это соответствует предположению о том, что время само по себе, а не экономическая среда управляет изменениями экономической политики). Кроме того, фирма способна в некоторой степени оценить точность своих предположений относительно момента изменения инвестиционной политики, т.е. дисперсию своей оценки времени наступления этого события. Подход, основанный на использовании случайного процесса Пуассона, не позволяет включить этот тип неопределенности в анализ, поскольку предполагает единственный параметр, характеризующий интенсивность потока скачков. Следовательно, модель, основанная на использовании случайного процесса Пуассона, испытывает недостаток степеней свободы, необходимых для адекватного описания и ожидания фирмой момента изменения экономической политики и точности этого ожидания.

Поскольку стоимость проекта, при которой происходит увеличение инвестиционных затрат, связанных с изменением экономической политики, заранее неизвестна, возможны два сценария. В первом сценарии инвестирование происходит до изменения инвестиционных затрат, а во втором сценарии инвестирование имеет место после того, как увеличение инвестиционных затрат произошло. Следовательно, стоимость опциона инвестирования, отражающая структуру ожидаемого выигрыша, имеет следующий вид:

$$F_s(V, V^\circ | I = I_e) = p_s(V^\circ)E[(V(T_s) - I_e)e^{-rT_s}] + (1 - p_s(V^\circ))E[(V(T_h) - I_h)e^{-rT_h}]$$

где E – оператор математического ожидания, $p_s(V^\circ)$ – условная (зависящая от наивысшей реализации процесса V , V°) вероятность того, что инвестиционные затраты не увеличатся до того, как инвестирование осуществлено оптимально, а T_s и T_h обозначают моменты остановки, соответствующие первому пересечению оптимального инвестиционного порога при низких и высоких инвестиционных затратах соответственно (оптимальные моменты инвестирования, которые трактуются как оптимальные моменты остановки процесса наблюдения за приведенной прибылью). После преобразования получаем следующую задачу оптимизации, позволяющую найти оптимальный инвестиционный порог:

$$F_s(V, V^\circ | I = I_e) = \max_{V_s} \left[(V_s - V_e) \left(\frac{V}{V_s} \right)^{\beta_1} \frac{1 - \psi(V_s)}{1 - \psi(V^\circ)} + (V_h - I_h) \left(\frac{V}{V_h} \right)^{\beta_1} \left(1 - \frac{1 - \psi(V_s)}{1 - \psi(V^\circ)} \right) \right], \quad (1)$$

$$\beta_1 = -\frac{2}{\sigma^2} + \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}}.$$

Здесь V_s представляет собой оптимальный инвестиционный порог в случае, если инвестирование имеет место до увеличения инвестиционных издержек, а V° есть максимальная реализация процесса до момента увеличения инвестиционных издержек.

Следовательно, отношение $\frac{1 - \psi(V_s)}{1 - \psi(V^\circ)}$ представляет собой вероятность того, что скачок инвестиционных затрат не произойдет до момента времени, когда $V = V_s$, при условии, что этот скачок не произошел

при значениях V , меньших V° . Уравнение (1) поэтому интерпретируется следующим образом: стоимость опциона инвестирования (инвестиционной возможности) равна взвешенному среднему значению двух опционов инвестирования. Эти опционы инвестирования соответствуют инвестиционным затратам I_e и I_h соответственно при условии, что инвестирование осуществляется оптимально (при V_s , если инвестированные затраты равны I_e , и при I_h , если скачок инвестиционных затрат уже произошел). Решение задачи максимизации (1) позволяет установить следующее

Утверждение 1. *Инвестирование оптимально осуществляется при значении V_s , являющемся решением следующего уравнения:*

$$h(V_s)V_s^2 + (\beta_1 - 1)V_s + (V_s h(V_s) + \beta_1)I_e - h(V_s) \frac{(\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1} V_s^{\beta_1 + 1}}{\beta_1^{\beta_1} I_h^{\beta_1 - 1}} = 0, \quad (2)$$

$$\text{где } h(x) = \frac{\phi(x)}{1 - \psi(x)} \text{ и } \phi(x) = \frac{d\psi(x)}{dx}.$$

Функция $h(x) = \frac{\phi(x)}{1 - \psi(x)}$ имеет следующую интер-

претацию. Вероятность скачка инвестиционных затрат, возникающего в течение ближайшего приращения стоимости проекта dV (при условии, что увеличение инвестиционных затрат не произошло до этого момента), равна $h(x)$, умноженной на величину приращения стоимости проекта, т.е. $h(V)dV$. Поэтому далее будем называть функцию $h(x)$ степенью риска возникновения скачка инвестиционных расходов.

Проанализировано, как параметры, характеризующие динамику стоимости проекта, влияют на оптимальный инвестиционный порог. Установлено, что оптимальный инвестиционный порог (при прочих равных условиях) возрастает с ростом начальных инвестиционных затрат и убывает с ростом величины потенциального увеличения этих затрат, а также с ростом параметра β_1 :

Утверждение 2. *Влияние параметров модели на оптимальный инвестиционный порог определяется следующими соотношениями:*

$$\frac{dV_s}{dI_e} > 0, \quad \frac{dV_s}{dI_h} < 0, \quad \frac{dV_s}{d\beta_1} < 0.$$

Последнее неравенство означает, что инвестиционный порог увеличивается с ростом неопределенности стоимости проекта и убывает с ростом различия между процентной ставкой в экономике и скоростью роста стоимости проекта.

Оптимальная инвестиционная стратегия зависит не только от характеристик проекта самого по себе, но также от предположений фирмы относительно плотности распределения вероятностей, определяющей ожидаемое изменение экономической политики. Параметры этого распределения могут испытывать воздействие органов власти. Например, информационная кампания относительно ожидаемых изменений инвестиционной налоговой скидки приводит к уменьшению дисперсии распределения, лежащего в основе случайной величины, определяющей изменения экономической политики. Поэтому важно знать, как изменения неопределенности, связанные со стоимостью проекта, соответствующей скачку инвестиционных расходов, влияют на стратегии оптимального инвестирования фирмы.

Степень риска возникновения скачка инвестиционных расходов $h(x) = \frac{\phi(x)}{1 - \psi(x)}$ является одной из

определяющих величин для вычисления оптимального порога инвестирования. Хотя эта величина является экзогенной для фирмы, она может управляться дру-



гой стороной, например, органами власти. Из соотношения (2) следует

Утверждение 3. *Оптимальный инвестиционный порог убывает с ростом соответствующей степени риска возникновения скачка инвестиционных расходов, т.е. имеет место следующее неравенство:*

$$\frac{dV_s}{dh(V)} \Big|_{V=V_s} < 0. \quad (3)$$

Полученный результат означает, что возрастающая вероятность скачка инвестиционных затрат приводит к более раннему оптимальному исполнению опциона инвестирования.

Кроме того, неравенство (3) означает, что для любого параметра плотности распределения случайной величины, определяющей скачок, имеет место следующее условие: для любых $\theta \in \{a, b\}$

$$\operatorname{sgn} \frac{\partial h(V)}{\partial \theta} \Big|_{V=V_s} = -\operatorname{sgn} \frac{dV_s}{d\theta}. \quad (4)$$

Используя соотношение (4), можно установить, как изменения параметров плотности распределения случайной величины, определяющей возникновение скачка, влияют на оптимальный инвестиционный порог.

Проанализируем, как неопределенность значения триггер-точки, определяющей скачок увеличения инвестиционных затрат, влияет на оптимальный инвестиционный порог. Неопределенность значения триггер-точки, определяющей переход к более высоким инвестиционным затратам, задавалась с помощью сохраняющего математическое ожидание спреда (увеличения дисперсии случайной величины при сохранении ее математического ожидания неизменным). Установлено, что для каждой степени неопределенности значения триггер-точки, определяющей наступление скачка увеличения инвестиционных затрат, существует значение $V < E[V^*]$, обозначаемое V_* , такое, что при $V \in [V(0), V_*]$ функция $h(x)$ (характеризующая риск возникновения скачка инвестиционных затрат) возрастает, а при $V \in (V_*, E[V^*])$ снижается с ростом этой неопределенности. Такой вид соотношения между степенью риска и неопределенностью означает, что V_s снижается с ростом неопределенности, если попадает в интервал $[V(0), V_*]$, и возрастает в противном случае. Следовательно, чтобы определить характер воздействия неопределенности значения триггер-точки, определяющей наступление скачка увеличения инвестиционных затрат, необходимо установить относительное положение V_s и V_* . Обозначим среднее квадратическое отклонение плотности распределения значений триггер-точки, определяющей наступление скачка увеличения инвестиционных затрат, через ω . Поскольку выражение (4) для V_s известно, необходимо только вычислить V_* как функцию ω , такое, что для каждой пары (V, ω) имеет место следующее соотношение: $\frac{\partial h(V)}{\partial \omega} \Big|_{V=V_*} = 0$. Для

большинства часто используемых плотностей распределения V_* убывает с ростом неопределенности. Следовательно, при относительно низких степенях неопределенности имеет место соотношение $V_s < V_*$ ($< E[V^*]$). Поскольку при $V < V_*$ степень риска возрастает по ω , V_s снижается, когда неопределенность значения триггер-точки, определяющей наступление скачка увеличения инвестиционных затрат, возрастает. После того как неопределенность достигает некоторого критического значения, например, ω^e , соответствующего равенству $V_s = V_*$, степень риска при V_s снижается с ростом ω и оптимальный инвестиционный порог начинает увеличиваться. Это означает, что оптимальный инвестиционный порог достигает своего минимума при $\omega = \omega^e$. Таким образом, получаем

Утверждение 4. *Имеет место немонотонное соотношение между оптимальным инвестиционным порогом и неопределенностью значения триггер-точки, определяющей наступление скачка увеличения инвестиционных затрат. При низких значениях неопределенности малое увеличение неопределенности приводит к более раннему оптимальному инвестированию. Обратная ситуация имеет место при высокой степени неопределенности значения триггер-точки. Существует единственное значение ω^e , такое, что $V_s(\omega^e) = V_*(\omega^e)$, которое разделяет области низкого и высокого уровней неопределенности значения триггер-точки.*

Интерпретация этого результата достаточно проста. При низких степенях неопределенности, касающейся изменения экономической политики, фирма реагирует на увеличение этой неопределенности более ранним инвестированием (т.е. при более низких значениях V). Это объясняется тем, что вероятность более раннего введения изменения экономической политики увеличивается. Однако когда эта неопределенность становится достаточно высокой, фирма более склонна игнорировать информацию, касающуюся ожидаемых изменений инвестиционных возможностей, поскольку качество этой информации слишком ухудшилось. Предельные воздействия более высокой вероятности более раннего введения повышения инвестиционных затрат и увеличившейся составляющей шума в предположении фирмы относительно точки скачка инвестиционных расходов взаимно компенсируются при уровне неопределенности, равном ω^e .

В таблице показано соотношение между неопределенностью момента возникновения скачка инвестиционных затрат и оптимальным инвестиционным порогом для различных уровней инвестиционных затрат после скачка. Представленные результаты соответствуют различным комбинациям темпа роста и волатильности стоимости проекта. Они ясно демонстрируют немонотонную зависимость оптимального инвестиционного порога от неопределенности, связанной с

возникновением скачка инвестиционных затрат. Рассмотрим пример расчета при $\alpha = 0,02$ и $\sigma = 0,1$. Когда предположение фирмы относительно ожидаемого возникновения скачка инвестиционных затрат достаточно точное ($\omega = 5$), возможность удвоения эффективных инвестиционных затрат приводит к ожидаемому времени инвестирования в проект 4,91 лет. Когда неопределенность, связанная с возникновением скачка инвестиционных затрат, становится умеренной ($\omega = 25$), ожидаемое время инвестирования снижается до 2,78 лет. Наконец, когда предположения фирмы относительно момента скачка инвестиционных затрат становятся очень неточными ($\omega = 100$), ожидаемое время инвестирования возрастает до 9,67 лет. Если инвестиционные затраты на проект очень сильно возрастают, ожидаемое время до момента инвестирования существенно сокращается, особенно если неопределенность относительно момента возникновения скачка инвестиционных затрат высока. При $\omega = 5$ срок начала инвестирования составляет 4,13 лет, а при $\omega = 25$ – оптимально немедленное инвестирование. В случае, соответствующем очень низкой точности

предположения фирмы относительно момента скачка инвестиционных затрат ($\omega = 100$), ожидаемое время до начала инвестирования составляет 3,80 лет.

Итак, в работе получены следующие основные результаты. Выведено уравнение, которое неявно определяет стоимость инвестиционного проекта, при которой фирма безразлична между выбором инвестирования и отказа от инвестирования. Это значение стоимости инвестиционного проекта представляет собой оптимальный инвестиционный порог. Показано, что это пороговое значение снижается с ростом степени риска увеличения инвестиционных затрат. Установлено, что для большинства часто используемых функций плотности распределения вероятностей степень риска возникновения скачка инвестиционных расходов сначала растет, а затем снижается с ростом степени неопределенности значения триггер-точки, определяющей скачок увеличения инвестиционных затрат. Это приводит к выводу о том, что оптимальный инвестиционный порог инвестирования снижается с ростом неопределенности, если эта неопределенность невелика, и возрастает с ростом неопределенности величины барьера, если уровень той неопределенности

Оптимальные инвестиционные пороги, вычисленные для трех различных комбинаций темпа роста и волатильности стоимости проекта*

$E[V^*] = 160$	V_s					
I_h	ω	100	50	25	10	5
110		186.48	177.91	169.62	162.32	159.57
125		176.96	166.88	158.90	153.95	154.10
150		169.02	158.64	151.65	149.62	151.99
200		161.85	151.68	145.98	146.76	150.71
500		152.76	143.32	139.64	143.93	149.47
∞		148.22	<i>im</i>	<i>im</i>	142.74	148.94
$V_e = 200$	$\alpha = 0,02$	$\sigma = 0,1$	$r = 0,05$			
110		153.41	150.18	147.36	147.40	150.42
125		149.08	144.74	142.11	144.45	149.04
150		145.39	140.59	138.53	142.69	148.25
200		142.21	<i>im</i>	<i>im</i>	141.45	147.69
500		<i>im</i>	<i>im</i>	<i>im</i>	140.35	147.20
∞		<i>im</i>	<i>im</i>	<i>im</i>	140.11	147.10
$V_e = 158,77$	$\alpha = 0,01$	$\sigma = 0,1$	$r = 0,05$			
110		302.09	281.54	271.10	302.07	302.07
125		270.82	248.50	236.21	230.52	201.37
150		246.79	223.99	210.45	203.01	201.22
200		225.19	202.79	188.74	179.47	176.70
500		194.54	174.42	162.24	155.32	154.80
∞		160.54	145.73	140.46	144.60	149.97
$V_e = 371,85$	$\alpha = 0,02$	$\sigma = 0,3$	$r = 0,05$			

*Результаты численных расчетов представлены для следующих параметров: инвестиционные затраты до скачка $I_e = 100$, инвестиционные затраты после скачка $I_h = 110 - \infty$, среднее квадратическое отклонение плотности распределения вероятностей предположений фирмы относительно момента изменения экономической политики $\omega = 5 - 100$, $V(0) = 140$; «*im*» означает, что имеет место немедленное инвестирование.



высок. Следовательно, для органов власти, заинтересованных в ускорении инвестирования, может быть указан оптимальный (строго положительный) уровень неопределенности величины барьера роста инвестиционных затрат и этот уровень соответствует минимальному инвестиционному порогу. Кроме того, показано, что рост неопределенности величины прироста инвестиционных затрат приводит к откладыванию инвестирования. Это означает, что эффективная политика, стимулирующая более раннее инвестирование, должна минимизировать неопределенность информации потенциальных инвесторов относительно величины ожидаемого изменения экономической политики.

Библиографический список

1. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 1997.
2. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование: Методы оценки и обоснования. СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 1998.
3. Наталуха И.Г. Стратегии оптимального хеджирования процентного риска облигациями // Финансы и кредит. 2005. № 30 (198). С. 38-40.
4. Наталуха И.Г., Чепиков Э.В. Моделирование оптимального входа фирмы в рынок в условиях конкуренции // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. № 2.
5. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. – Princeton University Press, 1994.

УДК 330.16

ПРОБЛЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

М.В.Шульгин

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены основы теоретических представлений о потреблении, потребностях и благе; построена модель причинной обусловленности экономической деятельности с позиции институционализма; рассмотрены институционально-психологические причины потребительского поведения, влияние коммуникаций, урбанизации, глобализации и установок на потребительское поведение.

Ил. 4. Библиогр. 12 назв.

Ключевые слова: институционально-экономическая теория; неоинституционализм; сравнительно-исторический анализ; экономические интересы.

THE PROBLEMS OF CONSUMPTION, ACTIVITY AND CONSUMER BEHAVIOR

M.V.Shulgin

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author presents the bases of theoretical conceptions on consumption, needs and good. He builds the model of causal conditionality of economical activity from the institutionalism's point of view. He considers institutional and psychological reasons of consumer behavior, the influence of communications, urbanization, globalization and directives for the consumer behavior.

4 figures. 12 sources.

Key words: institutional economical theory; neoinstitutionalism; comparative historical analysis; economical interests.

Бурное развитие экономики 1950-1960-х гг. в США и Европе породило конкуренцию, а вместе с ней и проблему сбыта товаров. Производитель терял безграничное господство на рынке, а потребитель становился все более важной фигурой в экономике, что создало прецедент необходимости получения новых знаний о том, каким образом потребитель принимает решение о покупке и почему отдает предпочтение одному товару перед другим. Это привело к возрождению ряда течений в экономической теории (институционализм, экономическая психология) и появлению смежных наук (маркетинг, психология потребителя и др.), призванных решать вопросы теории и методологии потребления. С помощью новых инструментов экономического анализа стало возможным некоторым образом ориентироваться в рыночной стихии.

В данной статье мы остановимся на теоретических вопросах особенности потребления, потребностях и благосостоянии, рассмотрим психологические и институциональные причины потребительского поведения, а также некоторые способы воздействия на поведение с помощью маркетинга и рекламы.

Потребление и потребности в экономических построениях. Потребление всегда находилось в фокусе внимания любого потребителя и выступало в роли приводного ремня экономики, но не всегда попадало в схему экономических построений, хотя еще отец политэкономии А. Смит отмечал, что потребление является конечной целью любого производства, а стремление к потреблению отражает эгоистическую сущность человека [8, с. 32-56].

Основой потребления выступают условия, обес-

¹Шульгин Михаил Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры мировой экономики, докторант. Shulgin Mihail Vasiljevich, a candidate of geological and mineralogical sciences, an associate professor of the Chair of the World Economics, a competitor for a doctor's degree.

печивающие удовлетворение потребностей. Потребности, согласно утверждению основателя неоклассической экономической теории А. Маршалла (он ссылается на немецкого экономиста Германна), можно подразделить на абсолютные и относительные, высшие и низшие, неотложные и могущие быть отложенными, прямые и косвенные, настоящие и будущие [6, с. 149-153]. Пирамида потребностей А. Маслоу (1943) предполагает физиологические потребности, потребности в безопасности, общении и самореализации. В классификации Фридмана-Кулагиной потребности подразделяются на биогенные, психофизиологические, социальные и высшие [11, с. 39-41].

Удовлетворение потребностей можно характеризовать как *благо*. Принцип удовлетворения потребностей был положен в основу первых экономических построений Аристотеля и поздних схоластов, которые выделяли потребительскую и меновую ценность блага и установили, что ценность блага и его полезность – величина относительная [12, с.123-124]. Полезность блага, его свойства, благодаря которым оно удовлетворяет ту или иную потребность, делают его потребительской ценностью, которая носит относительный и субъективный характер.

Отношение человека к вещи и его причинная взаимосвязь с ней рассмотрены в концепции К. Менгера. По его мнению, «характер блага не есть нечто, присущее благам, не есть их свойство, но представляется просто как отношение, в котором находятся некоторые предметы к человеку и с исчезновением которого они, разумеется, тотчас перестают быть благами» [7, с. 39]. Таким образом, Менгер выделяет четыре условия, создающие благо для человека, – это потребность в благо, свойство блага, возможность распоряжаться благом и причинная связь блага с человеком. Особое значение Менгер уделяет познанию причинной связи предметов с благосостоянием людей, что, по его мнению, и избавило человечество от дремучей дикости и бедности (рис. 1).

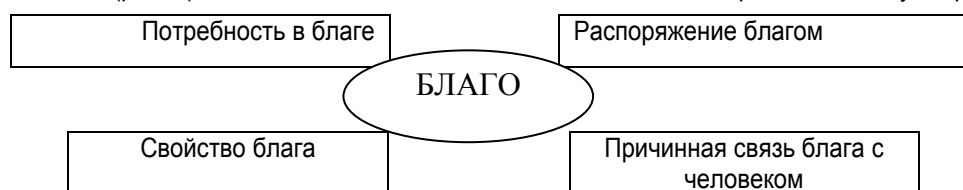


Рис.1. Концепция причинной связи условий, создающих благо (по К. Менгеру)

Важные знания о характере потребительского поведения связаны с достижениями неоклассиков: эффекты дохода, замещения, Гиффена, Сноба и Веблена; эластичность спроса, функции полезности потребителя в зависимости от дохода; инструментальной теории потребительского выбора: закон убывающей предельной полезности, кривые безразличия, предельная норма замещения, бюджетная линия, – которые мы оставляем без комментариев.

Теория предельной полезности, разработанная учеными-неоклассиками, ознаменовала поистине революционный прорыв в представлениях о ценности, цене, пропорциях обмена, издержках, спросе и пред-

ложении, характеризующих принципы маржинализма (от *marginal* – предельный – англ). Странники теории предельной полезности рассматривают прежде всего субъективную ценность, выражающую *отношение человека к вещи*. «Ценность предполагает, – писал Бем-Баверк, – именно ограниченное количество вещей, отсутствие ценности предполагает избыток их» [2, с.226]. Цена, определяемая предельной полезностью, помогла разрешить многие загадки и парадоксы хозяйственной жизни и позволила создать раздел экономической теории, который сейчас называется теорией потребительского выбора.

Причинная обусловленность экономической деятельности. Представители австрийской школы в фокус исследований поставили экономическую деятельность, обуславливающую потребление. Если учитывать цели, интересы, мораль общества и институциональную среду (организации, правила, привычки, связи, экономические агенты), то в соответствии с представлениями К. Менгера и Л.фон. Мизеса (1881-1973) можно построить модель причинной обусловленности экономических действий с позиции институциональной теории (рис. 2).

На рис. 2 в пределах пирамиды потребностей мы выделили три уровня потребления, на реализацию которых направлены различные по усилиям и характеру экономические действия. Соответственно первый уровень потребления связан с физическим выживанием любого человека (нуждой), второй – с развитием личности и социализацией (удовлетворение потребностей в образовании, культуре, интеллектуальном и физическом развитии), а третий – со спросом, удовлетворяющим высокие амбиции потребителей, способных приобретать эксклюзивные вещи и услуги.

Психофизиологическая природа потребительского поведения. Помимо субъективных представлений неоклассиков о благо, полезности и потребительском выборе выделяется ряд закономерностей в поведении, имеющих психофизиологическую природу и

выходящих в плоскость институциональной экономики. Так, *большая часть потребностей* человека рано или поздно удовлетворяется, т.е. *насыщается*, причем это насыщение происходит не внезапно, а постепенно. Но если напряженность потребностей убывает по мере того, как потребность удовлетворяется, то полезность блага для потребителя тоже должна убывать по мере роста количества этого блага [5, с. 35].

Другой особенностью потребительского поведения является феномен *излишек потребителя*, который проявляется в том, что за единицу товара, попавшего в поле внимания покупателя, он готов уплатить гораздо больше его реальной рыночной стоимо-

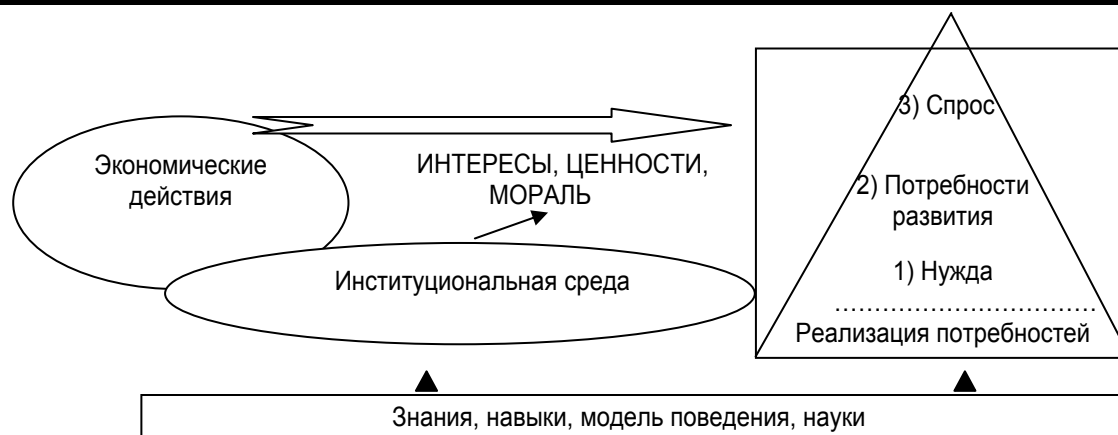


Рис. 2. Модель причинной обусловленности экономических действий (авторская интерпретация)

сти. Причина импульсивного поведения кроется в нерациональности потребителя, который имеет изначальную установку расстаться с некоторой частью денег.

Важно также обратиться к основному психологическому закону Дж. М. Кейнса, смысл которого в том, что по мере роста совокупного дохода темпы роста совокупного потребления обычно оказываются ниже, что на практике приводит к сокращению производства [4, с. 123]. Это состояние было характерно для России 2004-2007-х гг., когда прибыль вкладывалась больше не в развитие производства отечественных товаров и услуг, а шла на приобретение акций, долговых обязательств и иностранных автомобилей. Таким образом, сказался «парадокс бережливости Кейнса», когда практика сбережения населением и государством финансовых средств способствовала развитию финансовых спекуляций и ослабила сектор производства и потребления населением отечественных товаров.

Коммуникационное воздействие. В период экономического роста мировой потребительский рынок характеризовался неуклонно возрастающими объемами потребления, что благотворно сказывалось на развитии производства. Питер Друкер – «отец» идеологов бизнеса – еще в 1974 г. видел цель бизнеса в создании своего потребителя. При этом он считал, что «маркетинг и инновации создают результат; все остальное – издержки» [11, с. 38]. В ходе анализа теоретических подходов к потребительскому поведению возникает мысль, что большое разнообразие товаров и услуг приводит к упрощению поведения людей на потребительском рынке и вызвано это «стереотипизацией» представлений, осуществляемых за счет СМИ и целенаправленных массовых коммуникаций.

Отмечено, что коммуникация более эффективна тогда, когда вызывает доверие, положительные эмоции, привлекательна по сюжету или приводит к размышлениям, образна (так, живость отдельных образов для нас гораздо убедительнее длинной череды статистических данных), позволяет сделать некоторые сравнения с реальными объектами. Также установлено, что первое сообщение звучит предпочтительнее благодаря эффекту *первичности*, а последнее – благодаря эффекту *недавности* [9, с.294-305].

Усвоение информации проходит лучше, когда она

мало расходится с установкой индивида. Однако ожидать изменения в поведении можно лишь в случаях, когда информация вызывает исключительное доверие, но сильно расходится с привычным образом действий и представлением об этом (так, например, бывший алкоголик может больше повлиять на сознание своих собратьев, чем все старания специалистов).

Воздействие коммуникации на общество неоднозначно. Д. Клаппер определил, что сама по себе массовая коммуникация (например, газетная статья) не производит желаемого эффекта. Эффект зависит от того, как она представлена значимыми людьми и оценивается экспертами, каков ее социальный вес в конкретных условиях. Большой эффект она производит тогда, когда представленная информация уже предначертана, ожидаема и только укрепляет и подтверждает мысли и взгляды, витающие в обществе [11, с. 47].

Очень важным фактором, влияющим на восприятие экономической информации, является личный опыт. Так, человек обычно не имеет иммунитета перед общепринятыми установками в потреблении, поэтому принимает данный факт как истинный. В то же время не существует «прививки» перед слабым аргументом, и тогда убеждающее воздействие не достигает цели.

Все большее внимания в коммуникационном процессе отводится эмоциональному фону, который определяет *настроение человека*. Хорошее настроение делает потребителя более оптимистичным и менее сдержанным в покупках. Вот почему очень важно предоставлять информацию, используя приятную музыку, яркие цвета, привлекательные изображения и образы, что порой действует более эффективно, чем убедительная информация.

В науке разработано множество моделей коммуникационного воздействия (лингвистическая, театральная, доминантная и пр.), но наиболее глубокой, психологичной по природе является модель Воронцова [1, с. 58-62]. Она учитывает особенности восприятия потребителя, компетентность, помехи лингвистического характера, классовые фильтры, семантические и механические помехи, личностно-индивидуальные фильтры. Существует множество других коммуникативных моделей, например «АИДА»,

которая предполагает последовательную взаимосвязь проявления внимания, интереса, желания, действия в отношении объекта. Однако наиболее эффективными способами воздействия на потребителя все же оказываются рекламные коммуникации [11, с. 54-69].

В рекламном мире наиболее известна модель рекламной коммуникации «DAGMAR.», которую создал Рассел Колей. В соответствии с моделью реклама воздействует и связывает разные уровни коммуникационного процесса: создает осведомленность, предоставляет некоторую информацию, развивает отношение к торговой марке и склоняет покупателя к действию – покупке. Программа длительной запланированной рекламы Лео Бурнета (*CAPP*), например, призвана определять уровень осведомленности потребителя о товаре, степень удовлетворенности от покупки и атрибуты предпочтений товара.

Реклама способна привести покупателя в торговый центр, но потребитель может игнорировать покупку по ряду не зависящих от рекламы причин: необоснованно высокая цена, несоответствующее ожиданиям качество продукта или неквалифицированное обслуживание в ходе продаж.

Новая глобальная институциональная среда. В постиндустриальный период жизнедеятельности сформировалась новая глобальная институциональная среда, которая характеризуется возрастающей урбанизацией, глобализацией и индивидуализацией. Важное воздействие на трансформацию потребительского поведения оказывает *урбанизация*, которая связана с изменением пространственно-временной структуры общества в направлении концентрации и ускорения темпов жизни (определение автора). В ходе урбанизации, общество неминуемо расслаивается и делится на бедных, богатых, элиту, служащих и рабочих. Но в каждом слое образуются группы людей со сходным образом жизни, интересами и потребностями. Они хотя и различаются уровнем культуры, масштабами и качеством потребления материальных и духовных благ, но в пределах каждого слоя и группы имеют свои схожие представления о жизни и стандартах поведения. Однако всех объединяет стремление жить лучше и потреблять больше [11, 2007, с. 129].

Важное влияние на поведение потребителей оказывают процессы *глобализации и индивидуализации*, представляющие континуум, когда имеет место одновременное усиление противоположных тенденций. С одной стороны, наблюдается нивелирование и унификация (выравнивание) поведения индивидуумов в социуме, с другой – противопоставление себя общественной среде, выражающееся в обособлении, многовариативности (свободе выбора) и непредсказуемости поведения. И если глобализация определена интеграционными процессами в ходе формирования единого экономико-географического пространства, то индивидуализация вызвана ускоряющейся мобильностью и неустойчивостью социально-групповой структуры общества, изменением нормативно-ценностных систем, подвижностью культурных сдвигов, ростом профессиональной и географической готовности к изменению своего положения, индивидуализацией трудового про-

цесса [10, с. 51].

Сегодня значительная часть людей в своем поведении и образе жизни всецело полагаются на электронные-телекоммуникационные средства, используя их как универсальный инструмент жизнеутверждения и социализации. Формируется «информационный» человек, нередко создающий для себя свой виртуальный мир, не связанный с реальными товарно-денежными отношениями, бытом, профессиональной ориентацией, конструктивным целеполаганием. Чаще всего он не отличается высоким психологизмом, напротив, его экономическое поведение становится все более предсказуемым.

Технологии социально-психологического воздействия на потребителя. Информатизация и технический прогресс определяют огромный выбор товаров и услуг и создают проблему продвижения их до потребителя. Эти задачи постиндустриальной экономики успешно решаются с помощью маркетинга и рекламы. В основе маркетинговых программ лежит сегментирование потребителей, поскольку каждый сегмент отличается своей индивидуальностью, имеет свои интересы, ценности и свой язык восприятия [9, с.33-50]. Сегодня сегментированию в продвижении товаров уделяется огромное внимание, выделяется более 20 сегментов рынка (географическая, этнографическая, демографическая сегментация, по полу, возрасту, доходу, статусу и др.). Однако наибольший интерес для нас представляет психографическая сегментация.

Психологическая сегментация «VALS» была разработана в США в конце 1970-х гг. Здесь внимание сфокусировано на различиях между потребителями, руководимыми *внутренними* факторами (убеждениями, пристрастиями, чувствами, эмоциями, потребностями в самовыражении). Всех потребителей распределяют по девяти категориям: приспособленцы; последователи; люди, ориентирующиеся на существующий образ жизни, живущие сами по себе и достигшие успехов; подражатели; экспериментаторы, социально-сознательные и интегрированные по разным товарным группам [9, с. 43-45].

Система «VALS-1» была построена вслед за системой «VALS». Она основывается более на различиях, возникающих под воздействием *внешних* факторов: социально-экономических условий, рекламы, конкурентов, политики, религии. В системе «VALS-1» выделяется восемь категорий потребителей: образованные, доверчивые, достигающие успеха, прилагающие усилия, умудренные опытом, творцы, борцы, реализовавшие свои цели.

На потребительский спрос наряду с ценовыми сигналами все больше влияют современные привлекательные для обычных людей формы и методы продвижения товаров, идей или услуг, которые призваны эффективно воздействовать на их внимание, понимание и восприятие. Выделяется три уровня внимания как фильтра поступающей информации: на первом уровне информация просто игнорируется, на втором – включается пассивное внимание и на третьем – работает внимание активного поиска.

Внимание и понимание представляют собой две стадии восприятия, прохождение которых помогает потребителю ориентироваться в огромном количестве информации. В то же время внимание и понимание для отдельных людей в ряде ситуаций представляют барьер восприятия, сквозь который не удастся пробиться многим обращениям, поскольку одни из них не обеспечили заинтересованности и осведомленности, а другие были до неузнаваемости искажены самими получателями рекламы [1, с. 234-285].

На восприятие влияют и внутренние психологические факторы, связанные с нашими ожиданиями, которые продиктованы установками, внушением, личным и коллективным опытом, эмоциями, чувствами. Они-то и приводят к искажениям восприятия [11, с. 30-33].

«Покупательское поведение» возникает и регулируется в результате реализации трех взаимодействующих факторов: физической способности, финансовой возможности и мотивации (желания и стремления приобрести) [9, с. 134]. Отсутствие какой-либо составляющей затрудняет покупку (рис. 3).

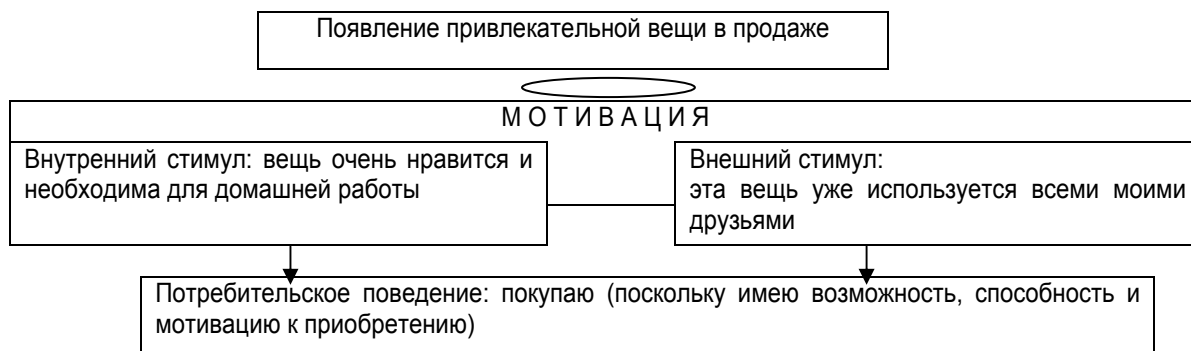


Рис. 3. Обусловленность потребительского поведения

Так, К. Левин (1935), представитель школы «Гештальт психологии», предполагал, что существуют групповые мотивы, под действием которых мы либо приближаемся к целевому объекту, либо отдаляемся от него – избегаем. Эти силы должны быть достаточными, чтобы подвигнуть покупателей к поиску и выбору новых продуктов, поскольку изменение хорошо усвоенных и исправно служащих нам привычек (в частности приверженность к определенным торговым маркам) требует от покупателей значительных волевых усилий, а от продавцов – мощного убеждающего воздействия для того, чтобы преодолеть эту инертность [11, с. 39-45]. В случаях, когда на людей действуют различные, примерно равные по силе мотивы, возникают конфликты трех типов:

- конфликт типа «приближение-приближение», когда надо сделать выбор между двумя одинаково привлекательными товарами (услугами);
- конфликт типа «избегание-избегание», когда потребитель должен выбрать между двумя одинаково нежелательными альтернативами (например, непьющему выбирать между покупкой водки и коньяка);
- конфликт типа «приближение-избегание», когда купить товар очень хочется, но цена непомерно высока [9, с. 144].

Определить характер отношения между потреби-

телем и товаром стало возможным благодаря концепции вовлечения Г. Кругмана (1960). Предпосылки вовлечения связаны с многообразием особенностей личности потребителя: его интересами, внушаемостью, ценностными ориентирами, характером, образом жизни, фантазиями, групповой и половой принадлежностью и даже его позицией в экономике, политике, культуре (все, что определяет сегмент рынка). На степень вовлечения влияет и сам продукт, который воспринимается каждым по-разному в соответствии с личным опытом его приобретения-использования и характером испытанных при этом эмоций и чувств, которые определяют отношение к этому продукту. Вовлечение усиливается в связи с интересом к продукту, настоятельной необходимостью в нем, при уменьшении риска и в случаях, когда потребитель замечает различия (в цене, качестве), сулящие ему определенную выгоду [11, с. 39-45].

Отметим большую роль установок в процессе потребления. **Установка** – это устойчивая, сохраняющаяся на протяжении длительного времени, приобретенная предрасположенность реагировать на опреде-

ленные явления определенным образом [9, с. 272]. Она имеет индивидуально-социальную природу и формируется в ходе опыта на потребительском рынке при научении.

На выбор потребительской модели влияют, с одной стороны, экономический потенциал, с другой – субкультура окружения, ценностные нормативные комплексы индивида, средства массовой коммуникации и информация о товарах и образе жизни (Falk, 1993). Важное влияние на выбор покупки могут также оказать психологические причины: мотивация, направленность личности, темперамент, чувства и установки (рис. 4).

Установки имеют адресный характер, поскольку приобретенная предрасположенность (аттитюд) к объектам формируется по каждому определенному случаю под действием трех составляющих (убеждения, чувства и намерения), которые могут иметь субъективный личностный или объективный характер, т.е. отражать отношение отдельного потребителя или быть достоянием общности (социального класса, отдельной группы).

Установки, мотивы и черты характера, взаимодействуя между собой, определяют вектор поведения потребителя, причем на окончательное принятие решения о покупке все больше влияет социальная по-

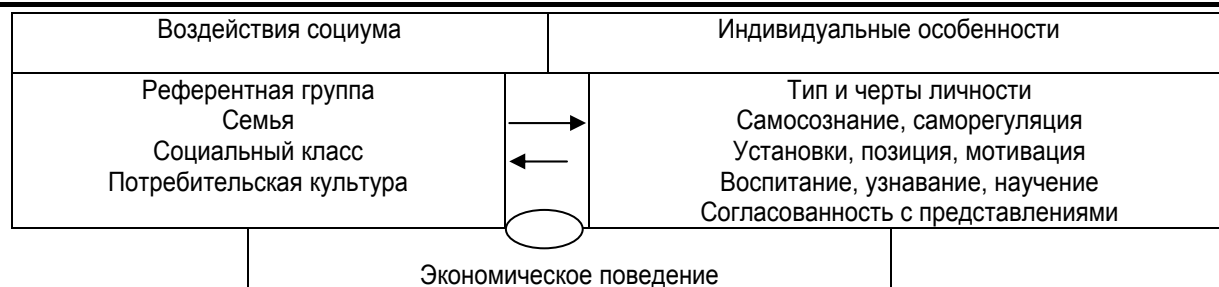


Рис. 4. Воздействие институциональной среды и психологических факторов на экономическое поведение

ребительская культура (мода, мнение людей, массовые коммуникации и реклама).

Покажем то, как можно выработать установку (паттерн поведения, привычку, научение) или повысить степень вовлеченности потребителя с помощью **рекламы и маркетинга**. Одним из способов научения является *классическое обусловливание*, т.е. выработка ассоциации между рекламируемым продуктом (например, напитком) и образом, вызывающим симпатию (видом на море). *Оперативное обусловливание* – вторая форма научения – заключается в подкреплении симпатии к товару и достигается с помощью подарков, дегустации, скидок [1, с.345-380]. Усиление вовлеченности также возможно при выработке связи между продуктом и каким-либо актуальным мотивом или социальной проблемой, например, – с концепцией здорового питания и охраной окружающей среды.

Третья стратегия создания установки в пользу продукта касается тех случаев, когда потребитель заинтересован в дополнительной информации и стремится выбрать наилучший вариант. Тогда в рекламе прибегают к доводам и логике, а главная задача состоит в изменении убеждения и оценок, касающихся последствий покупки. Изменение убеждений осуществляется путем доведения до сознания преимущественных выгод приобретения. Изменение оценок достигается тогда, когда потребитель начинает осознавать отдельные добавочные характеристики продукта (например, продукт дешевый, как другие, но при этом еще и более полезный).

На формирование установки влияют различные институты: семья, ревностно воспитывающая через родителей и старших потребительские предпочтения и отношение к продукту; друзья и референтные группы; отношение к собственности и др. Нередки случаи, когда покупатели попадают под влияние дистрибьюторов сетевых компаний или фанатов определенного образа жизни и потребления. Но не всегда позитивное отношение к товару гарантирует факт его приобретения, поскольку в душе потребителя может не наступить состояние согласованности между осознаваемой полезностью продукта и чувством возникающего беспокойства.

Фестингер (1957) назвал это явление *когнитивным диссонансом* и предположил, что данное явление наступает, когда индивид одновременно придерживается двух психологически несогласованных представлений (например, убежден в полезности покупки автомобиля, но знает, что это повредит бюджету его семьи). Поэтому отдельные люди, производя выбор,

не столько опираются на логику, сколько стремятся достичь внутренней согласованности с внешней целесообразностью и оправдать приобретение в своих глазах и глазах ближних, быть не столько рациональными, сколько рационализированными [3, с. 39-57].

Чаще диссонанс наступает в ходе затруднительного выбора между равноценными продуктами, поскольку при этом требуется категорически отказаться от других объектов, на которые наш выбор не выпал. Для облегчения выбора разрабатывается *стратегия позиционирования* товара, которая преследует цель показать одну наиболее привлекательную для данного покупателя сторону товара. В ходе последующей переоценки приобретенного продукта мы для того, чтобы удовлетворить свое самолюбие, зачастую стремимся оправдать сделанный выбор, придавая вещи некие порой несуществующие преимущества. Впрочем, переоценку покупки люди делают практически всегда и чаще, когда на нее потрачена значительная сумма денег или много времени [11, с. 48-51].

Выводы

1. Потребление представляется как экономический процесс и социально-экономическое явление, основанное на удовлетворении потребностей; объемы потребления и его специфика находятся в зависимости от институциональной среды и психологических особенностей потребителя.

2. В ходе урбанизации общество неминуемо распадается и делится на бедных, богатых, элиту, служащих и рабочих. Но в каждом слое образуются группы людей со сходным образом жизни, интересами и потребностями.

3. По мере роста потребительской культуры, люди в ходе выбора не столько опираются на логику, сколько стремятся оправдать приобретение в своих глазах и глазах ближних, быть не столько рациональными, сколько рационализированными.

4. На вектор потребительского поведения помимо экономических стимулов влияют многие факты институционально-психологической природы, имеющие как общие черты, так и различия, обусловленные средой, воспитанием и волей.

Библиографический список

1. Батра Р. Майерес Д., Аакер Д. Рекламный менеджмент М. СПб. К.: Вильямс, 1999. 812 с.
2. Бем-Баверк Е. Основы теории ценности хозяйственных благ. Австрийская школа в политической экономии. М., 1992. С. 262.
3. Гордон Р. Фоксл. Поведение потребителей: практическое руководство / пер.с англ. М., 2000. 296 с.
4. Кейнс Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег



- // Антология экономической классики. М., 1993. Т.2. С.155.
5. Курс экономической теории: учебник / под общ. редакцией проф. М.Н. Чепурина, проф. Е.А. Киселевой. 5-е издание. Киров: «АСМ», 2004. 545 с.
6. Маршалл А. Принципы экономической науки. М.: Прогресс, 1984. Т.3. С.171.
7. Менгер К. Основания политической экономии // Австрийская школа в политической экономии. М.: Экономика, 1992. С. 36-52.
8. Смит. А. Исследования о природе и причинах богатства народа // Антология зарубежной классики. М.: Эконом-Ключ, 1991. 305 с.
9. Статт Д. Психология потребителя. М. СПб: Питер, 2003. 445 с.
10. Трофимова Т.Н. Особенности мотивации подвижности населения в эпоху глобализации // Вестник иркутского регионального отделения академии наук высшей школы России. 2007. № 1 (11). С. 49-53.
11. Шульгин М.В. Потребление, реклама и ценности в постиндустриальном обществе. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. 143 с.
12. Шумпетер Й.А. История экономического анализа. СПб.: Экономическая школа, 2001. 570 с.

УДК 332.122

ВЛИЯНИЕ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА НА РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

Н.Ю.Яськова¹, Ю.О.Бакрунов², В.П.Бормотов³

Московский государственный строительный университет,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

Рассмотрены особенности влияния финансового кризиса на развитие инвестиционно-строительной сферы РФ. Показано, что системный стратегический сбой является следствием максимизации заимствований, позволяющих обеспечить рост стоимости бизнеса. Кроме того, в отсутствие продуманной позиции региональных властей строительные организации вынуждены использовать защитные тактики. Установлено, что в случае оперативной мобилизации ресурсов в рамках государственно-частного партнерства, осуществления эффективной политики слияний и поглощений, конструктивном диалоге с потребителями возникает реальный шанс выхода предприятий инвестиционно-строительной сферы из кризиса.

Ключевые слова: финансовый кризис; инвестиционно-строительная сфера; системный стратегический сбой; формирование новой добавочной стоимости; защитная тактика.

THE INFLUENCE OF THE FINANCIAL CRISIS ON THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT AND BUILDING SPHERE

N.Y.Yaskova, Y.O.Bakrunov, V.P.Bormotov

Moscow State Building University
26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337

The authors consider the features of the financial crisis influence on the development of the investment and building sphere of the Russian Federation. It is demonstrated that system-defined strategic fail is the result of the maximization of borrowings that allow to provide the growth of business cost. Besides, with the presence of the considered position of regional authorities building organizations have to use protective tactics. It is determined that there is a real way for the enterprises of investment and building sphere out of crisis under the condition of the effective mobilization of resources within state-private partnership, realization of the efficient politics of merging and taking-in and a constructive dialogue with consumers.

Key words: financial crisis; investment and building sphere; system-defined strategic fail; formation of new additional cost; protective tactics.

Концепцией социально-экономического развития России до 2020г. прогнозировался глобальный конъюнктурный кризис в 2010-2011гг., но он произошел раньше, а его масштаб с сопровождаемым глубоким падением цен на нефть, другие сырьевые ресурсы, строительные материалы и пр., по определению, не мог вписаться в прогнозный тренд. При этом одним из

мощнейших катализаторов кризиса в РФ стало перефинансирование строительства. Конкретные характеристики кризиса и процесса его протекания являются результатом свободного выбора интенсивно развивающегося строительного бизнеса, попавшего в ловушку больших займов, на фоне несбалансированных подрядных портфелей и отсутствия государственного

¹Яськова Наталья Юрьевна, профессор кафедры экономики и управления в строительстве, доктор экономических наук, профессор.

Yaskova Natalja Yurjevna, a professor of the Chair of Economics and Management in Building, a doctor of economical sciences, a professor.

²Бакрунов Юрий Октавьевич, доцент кафедры экономики и управления в строительстве, кандидат экономических наук, доцент.

Bakrunov Yuriy Oktavjevich, an associate professor of the Chair of Economics and Management in Building, a candidate of economical sciences, an associate professor.

³Бормотов Владимир Павлович, аспирант кафедры экономики и управления в строительстве.

Bormotov Vladimir Pavlovich, a postgraduate of the Chair of Economics and Management in Building.



регулирования этой важнейшей отрасли национальной экономики. Анализ показывает, что идея интенсивного развития и расширения объемов строительства доминировала над идеей обеспечения его эффективности. В результате произошел необеспеченный рост объемов незавершенного строительства, активный разогрев потребительского спроса, не сбалансированный со структурой строящейся недвижимости, а также сформировался ресурсорасточительный тренд отраслевого развития.

В то же время, казалось бы, страны, находящиеся вдали от ипотечных погромов, должны ощущать гораздо меньшее давление острой финансовой недостаточности. Но по факту это не так и в Китайской Народной Республике, и в Российской Федерации, и на Украине, и во многих других странах. Можно назвать, пожалуй, три основных причины такого положения:

1. Эпицентр финансового кризиса находится в стране – крупнейшей по уровню потребления промышленных и потребительских ресурсов в мире.

2. Глобализация создала сверхпроводимую среду для скоростного распространения кризисных явлений.

3. Внутренние противоречия развития национальных экономик, по существу, сдетонировали, усугубив параметры возможных сценариев преодоления кризиса.

Масштабный отток капитала, давление внешней задолженности хозяйствующих субъектов, существенное удешевление сырья оказались для России, с ее стратегической ориентацией на внешний рынок и сформировавшейся структурой производства с непомерно емким сырьевым сектором, действительно серьезным испытанием. По оценкам экспертов количественное выражение рисков оценивается вероятными потерями, существенно превышающими годовой объем ВВП – более 1,5 трлн. долларов США. И если внутренний рынок держался последние годы на имитации строительного бума, то резко свертываемые инвестиционные проекты на фоне истощающегося сырьевого импорта позволяют всерьез опасаться перерастания локального кризиса в отдельных секторах экономики в структурный и даже системный кризис. Цена последнего хорошо известна – 10 лет рецессии с потерей не менее 30% ВВП, а также секвестирование расходов на социальные нужды.

Не дать национальной экономике «провалиться» – задача экстренных и плановых мер, предпринимаемых Правительством РФ. Все меры в настоящее время условно можно подразделить на: меры социальной поддержки, меры, поддерживающие финансовый рынок, и меры, купирующие кризисные явления в различных секторах экономики. Даже при поверхностном взгляде очевидны приоритеты в сфере финансов.

В последнее время, как неоднократно отмечалось авторами и фиксировалось как научный факт учеными, процессы, происходящие в практике строительства, существенно опережают теорию. Тому много причин, но едва ли не главная – фактическое рассредоточение отраслевой науки по секторам экономики и региональным центрам. В отсутствии ликвидированного центра отраслевого управления возможности ком-

плексного сканирования складывающейся ситуации, систематизации информации, своевременного выявления проблем, а следовательно, подготовки адекватной и обоснованной реакции существенно поубавились.

В результате, фрагментарно «затыкая дыры» и «регионально» определяя направления развития структурообразующей отрасли национальной экономики, *имеем то, что имеем*:

1. Высокий уровень монополизации рынков земли («анархический размах землепользования») и строительных материалов.

2. Недоступность недвижимости для подавляющего большинства населения.

3. Неадекватность городской среды стандартам жизни и ведения бизнеса.

4. Превращение жилой недвижимости в предмет спекулятивного роста.

5. Перекредитование строительных программ основными группами инвесторов.

6. Хронический дефицит всех структурных составляющих недвижимости.

7. Ресурсорасточительный тип инвестиционно-строительной деятельности.

Устойчивый характер указанных тенденций свидетельствует о безусловном кризисе сформированной модели управления строительством и рынком недвижимости. Его материализация и образовала еще один эпицентр кризиса российского образца. Обратим внимание на то, что кризис строительного рынка может оказаться гораздо более затяжным, чувствительным к социальным последствиям, а также влияющим на все без исключения отрасли реального сектора экономики, ибо именно строительство в последние годы формировало несопоставимо большую часть внутреннего рынка производственного и личного потребления. В этих условиях вполне вероятен «сценарий домино» – последовательное падение производства стройматериалов, стали, химии и нефтехимии, лесной промышленности, машиностроения и др. И по прошествии всего 4-х месяцев кризиса эти процессы становятся не просто заметны, а угрожающи. По оценкам экспертов сжатие производства в связи с падением внутреннего спроса, определяемого в основном сферой строительства, составило не менее 20% объема производства с сопутствующими мерами по сокращению персонала, снижением поступлений в бюджет как по линии налоговых изъятий, так и в части таможенных платежей, замораживанием инвестиционной деятельности.

Указанное положение говорит о том, что у нынешней российской интродукции финансового глобального кризиса был не один эпицентр фондового типа. Строго говоря, все или почти все внешние займы хозяйствующих субъектов были обусловлены необходимостью реализации инвестиционно-строительных проектов, обслуживающих их развитие. И именно в сфере реализации этих проектов возник дисбаланс между привлеченными ресурсами и конечной эффективностью инвестиционно-строительной деятельности.



Столь явный перегрев рынка недвижимости, а ее цена в Москве в 1,5 – 2 раза выше, чем в Евросоюзе, несмотря на несомненно меньшую цену рабочей силы, и стал одним из существенных факторов переоценки активов на фондовом рынке.

Вместе с тем было бы наивно думать, что это результат реализации экономических интересов только строительных предприятий. *Системный стратегический сбой* является следствием совместных усилий по максимизации заимствований, позволяющих обеспечивать рост стоимости бизнеса, в свою очередь являющегося основанием для последующих микроциклов роста. Неизбежность кризиса такого масштаба явилась следствием отсутствия реальных целей развития, выраженных в хорошо известной парадигме *формирования новой добавленной стоимости*. Не фондовой коррекции стоимости, а возникновения ее новых элементов – реальных активов. При этом либеральный формат экономической конкуренции не помеха возвращению теории прибавочной стоимости.

Одним из ожидаемых и прогнозируемых последствий переросшего в глобальный американского ипотечного кризиса был отток капиталов с российских рынков с возникшими проблемами банковской ликвидности. И несмотря на интенсивные меры финансового оздоровления, предпринятые Правительством РФ, до возвращения ситуации к началу 2008г. пока далеко. Кредитные каникулы, взятые банками на неопределенное время, имеют высокую вероятность затянуться. Пытаться быстро восстановить инвестиционную активность невозможно. Ни одна экономика к этому не бывает готова в период кризиса, т.к. не ясны ее важнейшие параметры: цена денег, рентабельность проектов, траектории курсов национальных валют, параметры спроса и др. Прежде чем возвращаться к стратегическому тренду развития, необходимо нащупать новую точку равновесия. По мере приближения к ней должны быть материализованы все положительные эффекты кризиса, а именно:

1. Резкое снижение издержек производства (дешевеет сырье, падают в цене «перегретые» ставки аренды, уровни зарплат, к примеру, в банковском секторе экономики, логистические расходы и др.).

2. Структурные сдвиги в экономике (лидеры уходят, ресурсы высвобождаются и используются новыми игроками).

3. Девальвация рубля, позволяющая вытеснить импорт и развить отечественных производителей.

И если вмешательство административного ресурса не затормозит процесс, стабилизируя цены на рынке недвижимости, ставки аренды и др., явно переоцененные активы, и будет обеспечен равный доступ к стабилизационным инструментам у всех субъектов хозяйствования национальной экономики, инвестиционно-строительной сферы и участников рынка недвижимости, то появится реальный шанс сформировать адекватный потенциал развития.

Логика неизбежной зависимости от финансового капитала имеет множество очевидных сбоев. Они особенно наглядно проявляются в настоящее время. Так, одной из мер финансовой стабилизации, пред-

принятой коммерческими банками, недавно казавшимися стабильными и надежными партнерами строителей, инвестиционно-строительных холдингов и девелоперов, стало требование... *досрочного погашения долгов*, зачастую не обеспеченное ни нарушением условий заимствования, ни утратой обеспечения, а попыткой кредитных учреждений за чужой счет повысить банковскую ликвидность. И это несмотря на реализуемый Правительством РФ «План действий», направленных на оздоровление ситуации в финансовом секторе и отдельных отраслях экономики» от 7 ноября 2008г. По убеждению строителей, банки намерены воспользоваться сложившейся ситуацией с тем, чтобы за бесценок востребовать заложенные объекты строительства / права на них с последующей продажей: в доходном варианте – заинтересованным пользователям, или, напротив, с огромным дисконтом – дочерним субъектам хозяйствования. Разумеется, столь очевидный маневр осуществляется с прицелом на получение полноценных денежных потоков от последующей эксплуатации и развития объектов недвижимости.

До прямого противостояния финансовых кругов и строительного бизнеса конфликт пока не дошел. Но вот первый случай инициации процедуры банкротства в отечественной практике уже имеется: ВТБ в декабре сего года подал заявление в суд о признании банкротом строительной компании «Гостиница «Будапешт». Цена спора – 43 млн.долларов США. Очевидно, что это длительный процесс и вряд ли банки в массовом порядке на него решатся. А пока претензии кредиторов распространяются на акции, допускающие внесудебный порядок отчуждения. Руководствуясь соображениями сохранения коммерческой тайны, авторы не разглашают случаи отчуждения, хотя они (с учетом столицы и регионов) исчисляются не одним десятком.

На фоне указанных противоречий в отсутствии продуманной позиции региональных властей (а одних, пусть даже сенсационных, декларативных заявлений в кризисной ситуации мало) строительные организации (среди них и холдинги, и девелоперы, и традиционные субъекты строительного рынка) вынуждены использовать *защитные тактики* – вывод ликвидных активов в дочерние предприятия, формирование контролируемой задолженности, позволяющей обезопасить процедуру банкротства, и даже громкие публичные заявления о неизбежном социальном конфликте с дольщиками и многое другое.

Понятно, что кризис не лучшее время для реализации новых масштабных проектов, но независимо ни от чего это время завершения начатых проектов, особенно если они касаются выполнения обязательств перед населением. И в сложившейся ситуации успех зависит от умения мгновенно реагировать на новые вызовы и профессиональной реакции на возникающие возможности. Так, несмотря на удерживаемые по-прежнему высокие цены на недвижимость, «Донстрой» принял решение снизить цены в строящихся объектах на 25%, одновременно воспользовавшись возможностью кредитования в ВТБ (в объеме 500 млн. долларов США). Условия займа не получили широкой огласки, но в соответствии с современными предпоч-

тениями банка они скорее всего предусматривают предоставление обеспечения в форме доли собственности в компании. Также заслуживает внимания по-прежнему очень активная позиция компании в городских программах массовой застройки и возведения социального жилья. Словом, административный и финансовый ресурсы девелопер использует на полную мощь. Прогноз рыночной позиции «Дон-строая» в этих условиях вполне позитивный.

В целом, изучение ситуации показало, что увереннее чувствуют себя компании, имеющие прямой или опосредованный крупнейшими банками доступ к бюджетному финансированию, либо сформировавшие резерв ликвидности, в т.ч. в форме задела по инфраструктурным и/или социальным проектам. Если же попытаться проанализировать столь разношерстный и по организационно-правовой форме, и по отраслевому и региональному признакам, и по уровню развития строительный кластер, то именно в кризисных условиях перспективы его участников выявят, насколько действительно жизнеспособны управленческие новации последнего образца. И в этой связи, несомненно, потенциал выживания и развития девелоперских компаний существенно выше. История их возникновения и развития, роль системного интегратора инвестиционно-строительной деятельности предопределила:

- 1) объективную близость к административному ресурсу;
- 2) сложившиеся партнерские связи с финансовым сектором национальной экономики;
- 3) наличие профессионально подготовленных юридических, аналитических, оценочных, финансовых служб;
- 4) имеющийся опыт диверсификации деятельности;
- 5) готовность к реализации масштабных проектов и программ;
- 6) мощный структурный и ресурсный потенциал;
- 7) дееспособные управленческие команды и др.

С другой стороны, проблема дисбаланса собственных, заемных и привлеченных средств в условиях сжимающегося спроса на недвижимость создает опасную ситуацию роста задолженностей, а при имеющихся прогнозных временных рамках кризиса (не менее 18 месяцев) избежать ситуации банкротства без системной финансовой поддержки невозможно. Заметим, что речь должна идти не о дотационных механизмах, а о реструктуризации задолженностей, в т.ч. с государственным участием, в ряде случаев (по объектам социальной и приоритетной направленности) о субсидировании процентной ставки или налоговом кредите и др. В любом случае в настоящее время от стабильности инвестиционно-строительной сферы зависит скорость выхода из кризиса и уровень потерь в результате его преодоления. Замораживание незавершенного строительства, идентичное фактическому хорошо известному в экономике явлению – «омертвлению капитала», – на начальной стадии кризиса способно перевести его в самый неблагоприятный для национальной экономики формат. В то же время в

случае оперативной мобилизации ресурсов в рамках государственно-частного партнерства, осуществления эффективной политики слияний и поглощений и конструктивном диалоге с потребителями возникает реальный шанс плавного выхода из кризиса. При этом его очищающий эффект в инвестиционно-строительной сфере представляется реализованным:

во-первых, в существенном сокращении посреднических структур, осуществляющих отток капитала из производственной сферы. Основные участники строительства и развития недвижимости в связи со сложившейся ситуацией крайне заинтересованы в пополнении денежных потоков и объективно будут замыкать их на себя;

во-вторых, в концентрации инвестиционно-строительной деятельности, как с целью реализации эффектов портфелирования реализуемых инвестиционно-строительных проектов, так и для объединения возможностей по финансированию строительства и ускорению реализации объектов недвижимости;

в-третьих, в создании государственно-частных партнерств, обслуживающих завершение социально ориентированных и приоритетных инвестиционно-строительных проектов и программ;

в-четвертых, в реструктурировании трудовых ресурсов в строительстве как по профессионально-квалификационному составу, так и по принадлежности к той или иной стране;

в-пятых, в изменении структуры капитала, обслуживающего функционирование инвестиционно-строительной сферы, в направлении снижения прямых и долевого инвестиций;

в-шестых, в возникновении нового сектора недвижимости – арендной недвижимости-и существенном увеличении доли недвижимости, находящейся в государственной собственности;

в-седьмых, в снижении доходности инвестиционно-строительной деятельности и реализации тенденции к сближению норм прибыли различных отраслей и секторов национальной экономики.

В заключение заметим, безальтернативность необходимости модернизации и ускоренного развития отраслей, определяющих *качество человеческого капитала* как основного драйвера роста и развития национальной экономики, в основе своей предполагает первоочередную стабилизацию рынка недвижимости, его жилищного и производственного секторов. Решение этой задачи не по силам разрозненным специализированным средним и малым строительным организациям. Эти проблемы могут решить лидеры инвестиционно-строительной деятельности, способные переориентировать собственные экономические интересы в русло национальных. Как практически будет реализован этот процесс, до сих пор является уравнением со многими неизвестными, но без структурообразующей отрасли сохранение экономического суверенитета страны невозможно, а это значит, что основа строительной отрасли обречена на выживание...

УДК 712.01

ГОРОДСКАЯ ПЛОЩАДЬ. ОСНОВНЫЕ СТИЛЕВЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНЫЕ ПРИЁМЫ КАК НОРМА ИХ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ**М.Н.Гончаров¹**Уральский государственный технический университет,
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

Раскрываются исторические этапы развития стилей на городских площадях Запада и современные архитектурно-ландшафтные характеристики открытых городских пространств. Дается основное понятие городской площади и определение современной городской площади. Показаны основные архитектурно-ландшафтные приемы, которые влияют на эстетику и функцию городских площадей. Приводятся примеры европейских городских площадей, которые сопоставляются с основными архитектурно-ландшафтными приемами. Предлагаются основные направления совершенствования качества среды на городских площадях с помощью ландшафтного дизайна.

Ил. 7. Библиогр. 8 назв.

Ключевые слова: архитектура; искусствоведение; теория и история архитектуры; реставрация и реконструкция; историко-архитектурное наследие.

A TOWN SQUARE. BASIC STYLE DEVELOPMENT STAGES AND ARCHITECTURAL AND LANDSCAPE TECHNIQUES AS THE NORM OF THEIR AESTHETIC EXPRESSIVENESS**M.N.Goncharov**Ural State Technical University
19 Mir St., Ekaterinburg, 620002

The article uncovers historical stages of style development in town squares of the West and modern architectural and landscape characteristics of open town spaces. The author gives the main notion of the town square. He demonstrates basic architectural and landscape techniques influencing the aesthetics and the function of town squares. The author presents the examples of European town squares which are described and compared to the basic architectural and landscape techniques. The article also offers main directions to improve the environment quality in the town squares with the help of the landscape design.

7 figures. 8 sources.

Key words: architecture; art history; theory and history of architecture; restoration and reconstruction; historical and architectural heritage.

Комплексное благоустройство центральных городских площадей с использованием архитектурно-ландшафтных приемов формирует у жителей и гостей города его образные характеристики. Это значит, что качество городских открытых пространств (в дальнейшем – ОП) имеет определяющее значение для создания имиджа любого городского ОП.

Разнообразие форм площадей уже в глубокой древности было достаточно велико. Исторической родиной современной типологии площадей можно считать Рим, где изначально площадь решалась во взаимосвязи с другими, большими и маленькими, архитектурными постройками, с сетью дорог и т.д.

Первыми открытыми пространствами в городе, сформированными с использованием приемов архитектурно-ландшафтной организации, были *агоры*², форумы³, пешеходные улицы античной Греции (рис. 1) [4].

Греки умело использовали существующий рельеф под вертикальную планировку своих площадей – *агор*, почти не изменяя его при этом. Пространство агор членилось с помощью низких, протяженных лестниц и невысоких подпорных стенок. Греции свойственны живописные архитектурно-ландшафтные приемы организации городских площадей – агор, стремление к гармонии с природной средой.

Римляне, в отличие от греков, подчёркивали эстетику геометрических прямолинейных форм и противопоставляли её живописности природного окружения.

Древний Рим зафиксировал новые архитектурно-художественные приемы организации пространства форумов. Появились четко организованные регулярные посадки растительности по периметру общественно-значимого пространства, новым композиционным приемом стала доминантная постановка малой формы в геометрический центр площади (рис. 2).

¹Гончаров Михаил Николаевич, старший преподаватель кафедры культурологии и дизайна, тел.: (3433)759324, e-mail: fpk-d@yandex.ru

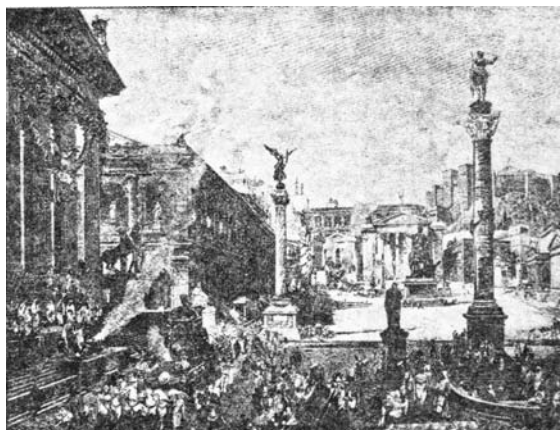
Goncharov Mikhail Nikolaevich, a senior lecturer of the Chair of Theory of Culture and Design, tel.: (3433)759324, e-mail: fpk-d@yandex.ru

²Агоры – прототипы городской площади.

³Форумы – прототипы торговых площадей.



а)



б)

Рис. 1. Агора в Афинах (а) и римский форум (б)

Иные архитектурно-ландшафтные приёмы формировали городскую площадь в городах средневековья.

«Идеальный город» средневековья Западной Европы складывался из чёткой и связной системы от-

крытых пространств – улиц и площадей. Средневековые городские образования отражали идею «небесного города», «небесного Иерусалима», города – символа вселенной. Эта идея определяла не систему форм, но систему значений, которой наделялся реальный

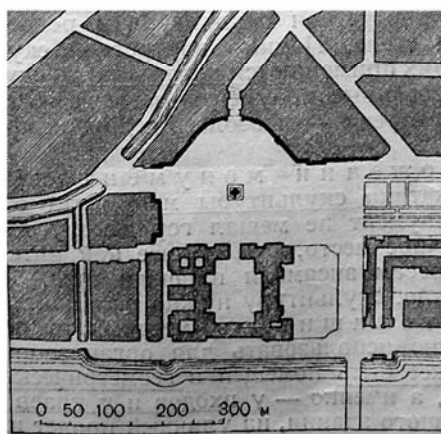


Рис. 2. Дворцовая площадь в Ленинграде (1968 г.)

город, безразличная к деталям идея направляла расположение элементов-символов. Это содержание в той или иной мере проецировалось на любые элементы городского организма.

Планировка площадей средневековых городов, как и города в целом, имела стихийный характер развития, явившийся следствием сложившегося уклада жизни. В городе возникали улицы и дороги повышенной криволинейности, запутанности, образовывалось множество тупиков, кварталов неправильной формы. Пересечения улиц и дорог усложнялись, и количество входящих и выходящих лучей в одном узле могло достигать от пяти до двенадцати (площадь Звезды в Париже). Отсутствие прямых, четких улиц приводило к изолированности и камерности площадных пространств, а восприятие общественных зданий и сооружений осуществлялось с далёких перспектив, так как внутригородское восприятие их носило ограниченный, фрагментарный характер. Во вновь организуемых поселениях средневековые площади имели форму линзовидных пространств с одновременно развитыми торговыми, гражданскими, религиозными функциями. Площади получили неправильное формообразование, явившееся следствием беспорядочного развития планировочного и транспортного каркасов. Дальнейшее развитие общественных пространств привело к обособлению отдельных функций и выделению под них самостоятельных территорий.

В период средневековья композиционные приёмы организации площадных пространств дополнились новыми решениями, отражающими специфику рельефа местности или степень значимости площади в структуре города.

Городские площади в древнерусских городах, в отличие от западноевропейских, не были сложны по конфигурации (Соборная площадь в Кремле), формировались целенаправленно перед общественно значимыми зданиями, сооружениями. Включение в озеленение площадей природных элементов, насаждений внутренних садов окружающей застройки было обязательным условием формирования градостроительной структуры древнерусского города.

Главные архитектурно-художественные акценты создавались в согласованном единстве средств зодчества, скульптуры, живописи, декоративного искусства. Все они участвовали в организации пространства городских площадей, добавляя к ним нечто свое в воплощении идейно-образного содержания. Уместность результатов художественной деятельности в любой ситуации проверялась соответствием символического значения смысловому контексту, в который она вводилась. Это справедливо для всей художественной культуры средневековья.

XV век был временем разработки отдельных локальных площадей в городе. Площади сохраняли свой неправильный средневековый план, но приобретали организующее их фигурное мощение, образующее крупные квадраты. К таким площадям относятся площадь Синьории во Флоренции, площадь собора Святого Петра в Ватикане (рис. 3), площадь Сан-Марко в Венеции (рис. 4) и многие другие.



Рис. 3. Площадь Св. Петра в Ватикане



Рис. 4. Площадь Сан-Марко в Венеции

В конце XV века на площадях вновь появляются памятники. Скульптура отходит от стен зданий, где она размещалась в средневековье, но ещё не выходит в центр площадей.

К архитектурно-ландшафтному принципу, характерному для эпохи Ренессанса, можно отнести формирование площади как места для исключительных действий. Здесь преобладали приемы инсценировки, построения театральной кулисы, декорации, авансены. Возникали «коллажи», где целое определялось соприкосновением и наложением как бы разных текстур, рождавших специфические эффекты. Развитие городского «коллажа» стало обычной тактикой обновления сложившихся городов.

Утверждение единства формирования архитектурно-художественного окружения, распространяемого на весь город, стало стержнем художественных

программ барокко (XVI век ознаменован проектированием и строительством площадей и улиц, образовавших целые системы открытых пространств города).

Пространство площади как никогда раньше формировалось как сцена для зрелищ, помогающих манипулировать сознанием масс и укреплять престиж политической и религиозной власти.

В эпоху барокко не просто художественно обыгрывались рельеф и вода, но и использовалась сложная комбинация различных сочетаний их с малыми формами и архитектурой, которые сами по себе были произведениями искусства. Другие приёмы архитектурно-ландшафтной организации городской площади и прилегающих открытых пространств, такие как визуальное раскрытие на доминанту, плановость, осевое построение и т.д., с одной стороны, усложнялись сами по себе, с другой – использовались в различных сложных комбинациях.

В замысел организации площади входила идея движения, воплощаясь в динамичность композиций и драматичные смены пространственных впечатлений вдоль осей, направлявших перемещение зрителя. Она была выразительна и целостна лишь там, где формировала «действие», работала на функцию представительства или создание обстановки праздника.

Приемы архитектурно-ландшафтной организации площади получили новую форму и новый пространственный масштаб величин. Площади эпохи барокко создавались достаточно долго на основе проекта, что стало существенным отличием от более раннего, средневекового подхода, открытого для развития и чутко реагировавшего на изменения ситуации.

Площадь, вместе с дворцом и храмом, определяла кульминацию городской системы барокко. Связями между площадями, главными узлами города, служили прямые и широкие улицы, застроенные «под один карниз», работающие на выявление перспективы. Каждую такую улицу стремились завершить площадью, зданием или монументом. *Площадь, здание, монумент*

– это ориентир, к которому направлены движение и внимание, что придавало смысловое значение локальной композиции. Сеть ориентиров придавала смысловое значение системе города.

Площади эпох Ренессанса и барокко отличались гармонией пропорционирования и формообразования элементов. Восприятие пространств рассчитывалось на определённый сценарий движения. Усиление или ослабление восприятия площади осуществлялось за счёт использования эллипсовидных, трапециевидных и производных от них пластических форм в планировочных и пространственных решениях.

Активно развивались в этот период традиции цветоводства, топиарного искусства – специальной декоративной обработки кустарников и вьющихся растений – трельяжи, стриженные боскеты и т.д. Всё это активно применялось в скверах при площадях. Эстетика регулярно распланированных обширных пространств легла в основу многих композиций этого времени.

Геометрически правильные площади с конными монументами в центре и с фигурным мощением, появившиеся в XVI и XVII веках, служили примером для создания аналогичных композиций во многих городах мира на протяжении всего XVIII и даже XIX веков. Эстетика регулярно распланированных обширных пространств легла в основу многих композиций этого времени. Выразительными примерами таких композиций стали площади Вогезов и Вандомская (архитектор Жюль Ардуэн Мансар) в Париже, сооружённые в конце XVII века (рис. 5).

Самая крупномасштабная реализация идей классицизма – это строительство Петербурга и перепланировка в конце XIX – начале XX века множества больших и малых городов России. Архитектурно-ландшафтные приемы отличались регулярностью, подчиненной ясно сформулированным правилам.

Городские площади, скверы, бульвары получили регулярные, геометризованные планы. Пейзажные композиции оставались характерными преимущественно для садово-паркового искусства эпохи класси-

**а)****б)****Рис. 5. Площади Вогезов (а) и Вандомская (б) во Франции**

цизма. Искусство формирования городских открытых пространств было развито в России в XVIII – XIX веках очень высоко. Планировка улиц и площадей Петербурга вошла во все учебники по архитектуре.

Культуру XIX века отличали зрительные образы. Мир представлял мозаичным, как бы распавшимся на объекты и явления, не зависящие одно от другого и от целостностей, в которые они включены. Такое восприятие снимало самую проблему единства приемов и форм. Город виделся как конгломерат разнородного и несопоставимого.

Во второй половине XIX столетия на окружающий мир проецировалась внутренняя противоречивость. Зыбкими, неопределенными стали критерии ценности. Лучшее стало трудно отличить от худшего. Техника стала восприниматься не только образцом формообразования. Ее могущество казалось основанием для того, чтобы распространить рационально-утилитарное отношение на весь мир вообще. Возникла убежденность, что любые проблемы могут быть решены рассудочными методами инженерии. Сциентизм и технизм стали подчинять себе мировосприятие. С ассимиляцией художественным сознанием достижений техники связывался новый вариант жизнестроительных концепций.

Комплексное формирование среды могло бы достигнуть органичного сплава средств выразительности, присущих архитектуре, живописи, скульптурной пластике, декоративному искусству. Более того – выйдя за пределы сложившейся морфологии искусств, оно могло бы вобрать в себя элементы сценографии с тем, чтобы управлять подвижным, меняющимся взаимодействием искусственной среды и живой природы, зелени. Оно могло бы соединить в целостности замысла оболочку жизни и самую жизнь.

Стиль был необходимым опосредующим звеном между идеалом и его конкретными реализациями. В наше время объективной реальностью стала мно-

жественность равноправных культурных стереотипов. В актуальную культуру оказались вовлечены широкий спектр культурных достижений прошлого и многообразные традиции. Отсюда – потребность в более глубокой дифференциации художественной системы, чем та, которая была возможна в пределах «больших стилей».

Если использовать термин «стиль», то одним из ориентиров для выработки принципов единства предметно-пространственного окружения мог бы служить аналог локального стиля, стиля места – как «московский стиль» или «ленинградский стиль». Стиль – категория не формальная, но формально-содержательная. Согласно новым трактовкам художественных систем относительно благоустройства ОП, единство архитектурно-ландшафтных приёмов должно складываться не только на формальной, но и на содержательной основе.

Городская площадь в средние и ранние века (тогда ещё *агоры* и *форумы*) была не просто местом сбора людей, а пространством, где процветала торговля, текли новости и сплетни, решались важные проблемы⁴. Прошли десятилетия. Произведения искусства с городских площадей уже перекочевали в клетки музеев, точно также с открытых рыночных площадей исчезает живописная суэта народных празднеств и многое другое.

Образ жизни древних был более благоприятным для художественно совершенного градостроительства, чем современная математически определённая жизнь, в которой человек сам становится буквально машиной. В качестве компенсации на смену «математически определённой жизни» приходит ландшафтный дизайн. Возрождаются также основные традиции народных празднеств, карнавалов и театрализованных представлений, подкреплённых современными новаторскими приёмами.

Сегодня современная Европейская городская



Условные обозначения

- Условный перепад рельефа (комп.центр)
- Участки с более динамичным характером

Рис. 6. Площадь Бобур во Франции

площадь – это не просто неотъемлемая часть градостроительного пространства, но и норма выразительности в современном мире с учётом архитектурно-ландшафтных приёмов. Ландшафтный дизайн сегодня обретает особую роль в художественном оформлении существующих озеленённых фрагментов поверхности центральных городских площадей.

Рассматривая средства построения внутреннего пространства центральных городских площадей, можно вывести три составляющих: рельеф, вода и зелёные насаждения, к которым можно отнести цветники, зелёные скульптуры, вазоны, газоны и т.д.

При организации внутриоткрытого пространства центральных городских площадей с целью улучшения их качества, из всех средств архитектурно-ландшафтных приёмов⁵ можно выделить три основных архитектурно-ландшафтных приёма как норму для их эстетической выразительности.

1-ый приём – композиционный – основывается на применении композиционных структур: «классической», «универсальной», «гибкой» и «супрематической». Это даёт возможность использовать систему озеленения пространства в качестве структурного компонента одной из них. Размещение цветников и кустарников, например, происходит по основным композиционным осям, это наиболее ярко подчёркивает конфигурацию, масштаб ОП городской площади, формирует её силуэт и усиливает главные акценты. Кроме того, это создаёт образную цветовую среду.

2-ой приём – основан на использовании геометрических элементов, когда природные составляющие используют строгую геометрическую форму (пирамидальную, кубическую, центрическую ...). В работе В.А. Нефёдова говорится о необходимости использования динамической конфигурации растительного материала,

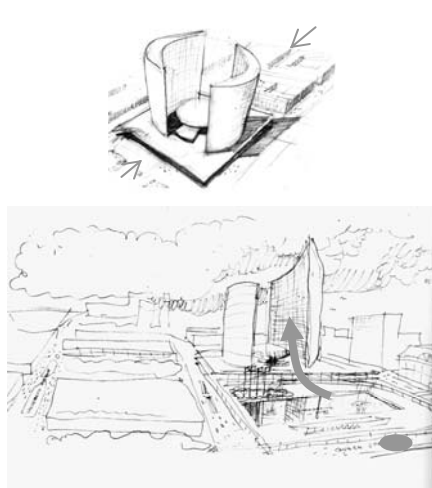
⁶ так как контуры растительности создают эффект движения в пространстве и обладают множеством точек выгодного визуального восприятия.

3-ий приём – приём динамического сдвига, когда ландшафтные компоненты располагаются по разным динамическим направлениям, создавая вариативную систему точек восприятия и моделируя динамику движения. При этом они могут контрастировать с основными путями движения в пространстве городской площади.

Эти три наиболее важных архитектурно-ландшафтных приёма активно используются сегодня на основных европейских площадях.

Пример улучшения качества среды городской площади – площадь Бобур в Париже. Центр композиции площади достигается за счёт искусственного перепада рельефа и выполняет роль условной границы участка с преимущественно спокойным характером пребывания пешеходов (кафе, места для отдыха), оставляя за своими пределами участки с более динамическим характером (пешеходные зоны, киоски, автостоянки). Новое состояние пространства – устойчивое состояние природных компонентов – обеспечивается за счёт их рационального размещения в конфигурации площади (рис. 6).

Другой пример – площадь Натана Филипса в Торонто (Канада). Здесь основные транзитные потоки пешеходов направляются вокруг искусственного пруда и зелёных участков. Причём рисунок декоративного мощения с тональным акцентированием трассы основного движения посетителей через прямоугольный контур площади отчётливо выявляет динамический характер использования этой части площади. Освещение на площади грамотно «упаковано» и несёт чисто декоративно-функциональный характер, а компози-



Условные обозначения:

■ Основные транзитные потоки



Рис. 7. Площадь Натана Филипса в Торонто (Канада)

⁴Зитте К. Художественные основы градостроительства. М.: Стройиздат, 1993. 154 с.

⁵Архитектурно-ландшафтные приёмы – это комплекс мер, направленных на оптимизацию использования и повышения качества ОП города (площади), осуществляемого на основе определённых принципов и методов.

⁶Нефёдов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб., 2002. 74 с.

ционная связь декоративного фонтана и здания муниципалитета задаёт мощную динамику (рис. 7).

Эти примеры не только соответствуют трём основным архитектурно-ландшафтными приёмам, но и попадают под основные рекомендации современных исследователей по направлениям совершенствования качества городской среды.

Во-первых, это разделение пространств с контрастными функциями (транспортные и пешеходные пространства, транзитные пешеходные пути и др.).

Во-вторых, разграничение пространств с различным характером пребывания человека (отдых и движение, обслуживание и др.).

В-третьих, обозначение границ пространств с определённой функцией (паркинг, отдых, рекреация и обслуживание).

В-четвертых, фиксирование мест «островной» рекреации в транзитном пространстве.

И, наконец, в-пятых, заполнение функциональных пауз в транзитном городском пространстве.

Использование ландшафтного дизайна становится всё более связанным с планомерным улучшением экологических и эстетических качеств ОП городских площадей.

Рассмотренный исторический опыт планировки центральных городских площадей может стать определённым ориентиром для пересмотра существующих подходов по их формированию.

Взгляд на практику европейских стран и России даёт достаточно оснований утверждать, что конфликт между технологией и природой в большинстве случаев уступил место разумному компромиссу. Технологические достижения используются для возвращения динамического равновесия между искусственными и естественными компонентами городского ландшафта

на открытых городских пространствах.

Архитектурно-ландшафтные приёмы и их композиционно-планировочная организация всегда влияют на оценку качества среды городских площадей. Их композиционно-планировочная организация также необходима для выработки системы устойчивых⁷ параметров дальнейшего качественного развития городской среды уже на сегодняшних современных площадях.

Библиографический список

1. Белоусов В.Н. Оздоровление городской среды – важнейшая градостроительная задача. М.: Знание, 1977. 62 с.
2. Зитте К. Художественные основы градостроительства. М.: Стройиздат, 1993. 225 с.
3. Лукьянин В, Никулина М. Прогулки по Екатеринбургу. Екатеринбург: Банк культурной информации, 1997. 220-221 с.
4. Ожегов С.С. Ландшафтная архитектура и история стилей. М.: Оникс, 2009.
5. Нефёдов В. Поверхность земли в новом качестве // Арх-ра. Строительство. Дизайн. 2006. № 5. С. 46-49.
6. Нефёдов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб., 2002. 295 с.
7. Большаков А. Ландшафтный ресурс устойчивого развития территории в градостроительстве // Арх-ра, строительство, дизайн. 2002. № 1.
8. Бодэ Б. Столичный центр. Основные положения его развития // Арх-ра и стр-во Москвы. 1987. № 6.

⁷Понятие «устойчивость» применимо к описанию состояний городских площадей с учётом признания в их среде постоянно происходящих изменений, в ходе которых наиболее динамичные компоненты природной среды (рельеф, вода и зелёные насаждения) многократно с учётом времени трансформируются.

УДК 621.18

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ

Д.С.Калинин¹, В.Д.Калинин², Р.В.Романов³

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Обоснована необходимость комплексного подхода к созданию энерготехнологий, в основе которых закладывается возможность получения из твердых топлив углеродных и строительных материалов, а также выработки тепловой и электрической энергии. Предложено создание энерготехнологических станций с высокими экономическими и экологическими показателями и замкнутой системой водопользования.

Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. 8 назв.

Ключевые слова: теплоснабжение; водопользование; сорбция; энерготехнологические станции; устойчивое развитие.

¹Калинин Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры теплоэнергетики, тел.: 89501447044, e-mail: Kalinin@irk.ru

Kalinin Dmitriy Sergeevich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Power Engineering, tel.: 89501447044, e-mail: Kalinin@irk.ru

²Калинин Вадим Дмитриевич, аспирант, тел.: 89501447244.

Kalinin Vadim Dmitrievich, a postgraduate of the Chair of Power Engineering, tel.: 89501447244.

³Романов Роман Викторович, аспирант, тел.: 89501140743, e-mail: aeratrance@mail.ru

Romanov Roman Victorovich, a postgraduate of the Chair of Power Engineering, tel.: 89501140743, e-mail: aeratrance@mail.ru

THE DEVELOPMENT OF HEAT SUPPLY SYSTEMS WITH POWER TECHNOLOGICAL STATIONS

D.S.Kalinin, V.D.Kalinin, R.V. Romanov

Irkutsk State Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The authors prove the necessity of the complex approach to create power technologies based on the possibility to obtain carbonic and building materials from solid fuels as well as to work out heat and electrical energy. It is proposed to create power technological stations with high economical and ecological indices and closed system of water use.

1 figures. 2 table. 4 sources.

Key words: heat supply; water use; sorption; power technological stations; stable development.

В настоящее время основными источниками тепловой энергии для систем теплоснабжения являются тепловые электрические станции – теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), централизованные и автономные котельные. Общее количество производимой тепловой энергии в стране оценивается в 1700 – 1900 млн. Гкал/год, из которых на ТЭЦ производят 35 %, в централизованных котельных – 38 %, в автономных котельных – 8%, а остальные 19 % тепловой энергии получают в печах индивидуального пользования. При этом общий расход топлива, используемый на производство тепловой энергии, оценивается в 447 млн. тонн условного топлива (т.у.т.). Общее количество ТЭЦ в России составляет около 400 единиц, а количество централизованных и автономных котельных превышает 160 000 единиц.

Более 40% теплоэнергетического оборудования ТЭЦ, котельных и тепловых сетей отработало свой ресурс. Ввод новых мощностей фактически отсутствует. Эксплуатация физически изношенного и морально устаревшего оборудования приводит к перерасходу топлива. Перерасход топлива на стадии производства тепловой энергии и ее транспортировки к потребителям оценивается в 240 млн. т.у.т. или в 54 %. Наибольший перерасход топлива происходит в системах теплоснабжения с котельными малой мощности при сжигании твердых топлив, которые имеют фактический КПД менее 35%, а потери тепла в тепловых сетях превышают 40 % [1,2].

В 1960-1980 годах в России получило развитие новое направление в энергетике – энерготехнологическое. Энерготехнологии предназначены для одновременного получения дополнительной продукции из составляющих топлива и выработки тепловой энергии. Но промышленность и ведущие институты не были готовы к развитию энерготехнологий в должной мере. Попытки приспособить типовые котельные установки без учета особых энерготехнологических процессов не дали положительного эффекта.

Отметим, что автор настоящей статьи Д.С.Калинин, будучи ведущим конструктором СКБ «Белгородский котлостроительный завод» в 1968 - 1977 гг., принимал непосредственное участие в разработке и освоении энерготехнологических котельных установок (ЭТКУ), предназначенных для энерготехнологических станций (ЭТС), работающих в разных отраслях промышленности. Новые ЭТКУ были изначально конструированы с учетом особенностей энерготехнологий, что дало возможность успешно эксплуатировать их до настоящего времени. Среди энерготехнологических установок, разработанных при уча-

стии Д.С.Калинина:

- содорегенерационные котлы (СРК) для энерготехнологических ТЭЦ предприятий бумажной промышленности;
- установка с твердым теплоносителем (УТТ-3000) для переработки горячего сланца в количестве 3000 т/сутки с получением жидкого топлива;
- котлы – утилизаторы для производства технического углерода.

Многолетняя эксплуатация различных по назначению ЭТКУ подтвердила правильность проектных решений одновременного производства дополнительной продукции и выработки тепловой энергии, позволяющих по сравнению с отдельным производством:

- уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты;
- уменьшить энерго- и ресурсоемкость;
- повысить производительность труда;
- снизить себестоимость производимой продукции;
- значительно уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Современные энерготехнологии, помимо экономической эффективности, должны отвечать принципам устойчивого развития. Цель устойчивого развития – ответственное экономическое развитие, неотъемлемую часть которого составляет защита окружающей среды в интересах будущих поколений. Согласно принципам устойчивого развития, необходимо выработать меры, обеспечивающие сокращение выбросов загрязняющих веществ по каждому ингредиенту не менее чем в 10 раз на единицу производимой продукции, а также исключить все виды отходов, включая сточные воды [3].

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), выполняемые авторами настоящей статьи, направлены на создание ЭТС с замкнутой системой водопользования. Создаваемые ЭТС предназначены для выработки активированного угля из органической массы топлива, строительных материалов из минеральной части топлива, тепловой и электрической энергии [4]. Электрическая энергия на ЭТС будет вырабатываться по газовому циклу. Высококалорийный газ производится из подготовленного твердого топлива в предтопке ЭТКУ, откуда газ направляется в двигатели внутреннего сгорания (ДВС). ДВС являются преобразователями тепловой энергии в механическую энергию движения вала электрогенератора.

Надежность работы оборудования существующих ТЭЦ и создаваемых ЭТС, а также системы тепло-

снабжения в значительной степени зависит от качества подготовки воды. Традиционным методом водоподготовки для парового цикла производства электроэнергии на ТЭЦ является химическая очистка воды, после которой производится ее деаэрация. Существенным недостатком химического обессоливания воды является применение дорогих ионно-обменных смол и большого количества регенерирующих веществ (едкий натр, серная и соляная кислота). При этом количество образующихся сточных вод составляет 25-30% от объема обессоленной воды, а общее содержание примесей в сточных водах в несколько раз превышает содержание примесей в исходной воде [5].

Подпиточная вода для систем теплоснабжения, предварительно очищенная в механических фильтрах и осветлителях и деаэрированная в вакуумных деаэраторах, имеет недостаточную дегазацию. Содержание растворенного кислорода в подпиточной воде остается высоким, вследствие чего происходит кислородная коррозия металла с образованием шлама. Повторная обработка циркулирующей сетевой воды на отечественных ТЭЦ не производится, и поэтому в системах теплоснабжения происходит накопление шлама с заносом сетевых теплообменников, трубопроводов и приборов отопления.

Проблемы водоподготовки наиболее остры для систем теплоснабжения, имеющих водогрейные котлы малой мощности. Зачастую в децентрализованном теплоснабжении устройства водоподготовки отсутствуют. В результате трубные элементы поверхностей нагрева котлов, теплотрассы и приборы отопления полностью выходят из строя и подлежат замене через 1 – 5 лет эксплуатации.

Учитывая современные экологические требования, формулируемые в соответствии с принципами устойчивого развития, мы разрабатываем систему теплоснабжения с ЭТС, работающую по замкнутому циклу водопользования. Для водоподготовки мы создаем новую сорбционно-термическую технологию. Пример замкнутой системы водопользования ЭТС на основе сорбционно-термической технологии показан на рисунке.

Исходная вода поступает в механический фильтр (1), где очищается от крупных включений и взвешенных частиц, а уловленные примеси вместе с отработанным фильтрующим материалом направляются в блок топливоприготовления (12). Далее вода поступает в блок сорбции (2), предназначенный для извлечения из воды органических веществ и тяжелых металлов, а отработанный сорбент периодически направляется в блок топливоприготовления. Предварительно очищенная вода с температурой 5-15⁰С направляется в деаэратор (3), где происходит «шоковый» нагрев воды до температуры кипения. В процессе кипения воды в деаэраторе и интенсивной циркуляции с турбулизацией потока из воды выделяются растворенные газы. Выпар, содержащий пар и выделившиеся газы, направляется в блок топливоприготовления для подогрева водотопливной суспензии. Из деаэратора вода подается насосом (15) на подпитку тепловой сети,

которая работает по открытой схеме подключения потребителей (9,10). Питательным насосом (14) вода из деаэратора подается в барабан ЭТКУ (4). Отличительной особенностью работы ЭТКУ является выработка пара. Часть пара из ЭТКУ подается в деаэратор для поддержания процесса деаэрации, другая часть подается в подогреватель смешивающего типа (8) для регулирования температуры воды, подаваемой в тепловую сеть. Часть пара транспортируется по паропроводу к технологическим потребителям пара (13). Обратная сетевая вода, поступающая от потребителя (9), подается в разделитель (11), где формируется три потока.

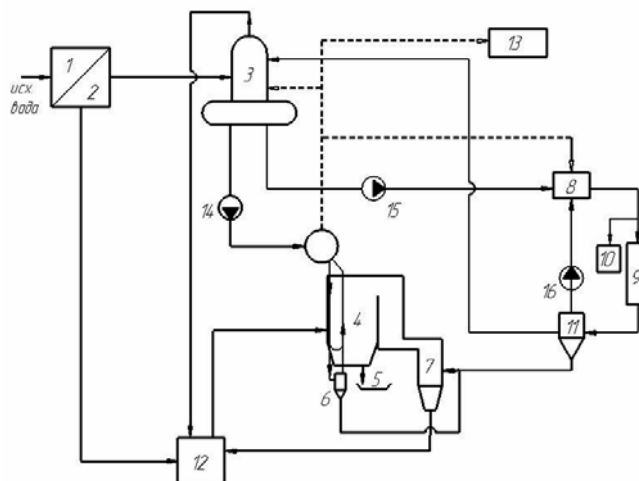


Схема системы замкнутого водопользования на ЭТС с применением сорбционно-термической технологии:

1 – механический фильтр; 2 – блок сорбции; 3 – деаэратор; 4 – энерготехнологическая котельная установка (этку); 5 – сухое золоудаление; 6 – циклон контура циркуляции; 7 – мокрый золоуловитель; 8 – подогреватель смешивающего типа; 9 – потребитель тепловой энергии; 10 – потребитель ГВС; 11 – разделитель; 12 – блок топливоприготовления; 13 – потребитель пара; 14 – питательный насос; 15 – насос подпитки сети; 16 – сетевой насос

Один поток через сетевой насос (16) направляется в подогреватель смешивающего типа (8), второй поток направляется в деаэратор для повторной термической обработки. Третий поток с уловленными взвешенными частицами направляют в блок топливоприготовления. В контуре циркуляции ЭТКУ встроен циклон контура циркуляции (6), с помощью которого производится продувка котла. Продувочная вода подается в мокрый золоуловитель (7), где очищает дымовые газы. Вместе с уловленной золой отработанная вода поступает в блок топливоприготовления. Водотопливная суспензия, приготовленная в блоке топливоприготовления, поступает на сжигание в ЭТКУ.

Конструкция топки ЭТКУ предусматривает возможность вывода до 95 % золы через систему сухого золоудаления (5), что позволяет использовать сухую золу для производства строительных материалов.

При разработке сорбционно-термической технологии и системы замкнутого водопользования для ЭТС и систем теплоснабжения было учтено, что качество

Таблица 1

**Нормативные показатели качества воды для паровых котлов низкого давления
и систем теплоснабжения**

Показатель	Питательная вода	Котловая вода	Подпиточная вода	Сетевая вода
Жесткость				
- общая, мг-экв/л	0,02	-	-	7
- по CaCO ₃ , мг/л	-	5	0,8	-
Солесодержание, мг/л	Не норм.	3000-3500	1000	Не норм.
Взвешенные вещества, мг/л	5	Не норм.	5	5
Соединения железа, мг/л	0,3	Не норм.	0,3	0,3-0,5
Содержание нефтепродуктов, мг/л	1	Не норм.	0,1-1	1
Содержание кислорода, мг/л	0,05	Не норм.	0,05	0,02
pH	8,5-10,5	9-11	6-9	8,3-9

питательной и котловой воды должно соответствовать требованиям к качеству воды, предъявляемым в «Правилах» [6], или превышать эти требования. А качество подпиточной и сетевой вод открытой системы теплоснабжения должно соответствовать или превышать нормативные показатели [7, 8]. В табл. 1 представлены нормативные показатели качества питательной и котловой воды для паровых котлов низкого давления, а также подпиточной и сетевой воды систем теплоснабжения.

Поскольку приведенные нормативные показатели качества были разработаны в разное время изготовителями энергетического оборудования и утверждались разными ведомствами, то требования к качеству воды отличаются существенно. Поскольку водоподготовка ЭТС является единой для ЭТКУ и системы теплоснабжения, то необходимо создать новые нормативные документы, нормирующие качество воды. Поэтому производственные воды, участвующие в технологических процессах ЭТС и циркулирующие в системе теплоснабжения, в соответствии с документами [6, 7, 8] и в зависимости от степени загрязнения, предлагаем разделить на 4 класса:

I. Вода для питания котлов и подпитки тепловой сети.

II. Котловая вода и сетевая вода систем теплоснабжения.

III. Свежая (исходная) вода.

IV. Продувочные воды и водотопливная суспензия.

Объединенные показатели качества воды для

систем теплоснабжения с ЭТС, работающих по газовому циклу, приведены в табл. 2.

Для определения качества воды, очищаемой по сорбционно-термической технологии, мы вводим новые значения показателей. Основным критерием выбора значений показателей качества воды для системы замкнутого водопользования является обеспечение безнакипного режима работы котельного оборудования и предотвращение кислородной коррозии.

Пересчет показателей качества питательной и подпиточной воды производится с учетом доли продувки, равной $\rho = 3\%$.

Показатель карбонатной жесткости котловой воды $J_k = 5$ мг/л принимаем согласно «Правил» [6]. Соответственно, показатель карбонатной жесткости для питательной и подпиточной воды I класса равен $J_k * \rho = 5 * 0,03 = 0,15$ мг/л.

Аналогичным способом рассчитываем солесодержание в I классе. Содержание железа в котловой воде не нормируется, поэтому мы вводим этот показатель, взяв за исходное значение содержание железа в питательной воде 0,3 мг/л. Количество взвешенных веществ в I группе принимаем в соответствии с «Правилами», значение для II группы рассчитывается по аналогии с жесткостью.

Содержание нефтепродуктов, кислорода и pH в I и II классе принято в соответствии с «Правилами» и РД 24.031.120-91.

Показатели качества III класса приняты, исходя из списка самых загрязненных пресных поверхностных водоемов и рек России. Очистку воды до показателей

Таблица 2

Классификация вод на ЭТС

Показатель	Классы воды ЭТС			
	I	II	III	IV
Жесткость				
- общая, мг-экв/л	-	-	до 6	-
- по CaCO ₃ , мг/л	0,15	5	-	до 10000
Солесодержание, мг/л	105	3500	до 1000	более 3500
Соединения железа, мг/л	0,3	10/0,5	до 10	до 1000
Взвешенные вещества, мг/л	5	170	Не норм.	100000
Содержание нефтепродуктов, мг/л	0,1	1	до 10	до 100000
Содержание кислорода, мг/л	0,05	0,02	до 14	до 10
pH	6-10,5	8,3-11	6-8	6-11

Примечание. Значение в числителе II класса относится к котловой воде, а в знаменателе – к сетевой воде.



качества I класса обеспечивают:

- блок механической очистки, где задерживаются взвешенные частицы и крупные включения;
- блок сорбции, в котором производится очистка исходной воды от тяжелых металлов, соединений железа и органических веществ;
- деаэрактор, в котором производится удаление из воды кислорода и углекислого газа, а часть солей временной жесткости переводится в шлам.

Таким образом, системы замкнутого водопользования на ЭТС с применением сорбционно-термической технологии позволяют:

1. Обеспечить требуемые показатели качества питательной, котловой, подпиточной и сетевой воды;
2. Получить сбросные воды с высокой концентрацией примесей до 100 г/л от механических и сорбционных фильтров, а также из мокрого золоуловителя;
3. Направить сбросные и продувочные воды на приготовление водотопливных суспензий;
4. Сжигать водотопливные суспензии, обезвреживая уловленные осадки с переводом их минеральной части в золу;
5. Использовать тепло продувочных вод и пара из деаэратора для подогрева водотопливных суспензий;
6. Использовать исходную воду с широким диапазоном примесей за счет применения унифицированной сорбционно-термической водоподготовки.

В соответствии с принципами устойчивого развития, выполнены научно-исследовательские работы, направленные на создание технологий, предназна-

ченных для применения в системах теплоснабжения с ЭТС. Дальнейшие опытно-конструкторские работы планируется проводить на создаваемой опытно-промышленной энерготехнологической котельной установке.

Библиографический список

1. Некрасов А.С., Воронина С.А. Состояние и перспективы развития теплоснабжения в России. Материалы семинара «Проблемы теплофикации в странах с переходной экономикой» 23 марта 2004 г. Москва. [Электронный ресурс]
2. Безруких П.П. Малая и возобновляемая энергетика России сегодня. [Электронный ресурс]
3. Стратегия и проблемы устойчивого развития России в XXI веке / под ред. А.Г. Гринберга, В.И. Данилова-Данильяна и др. М.: Экономика, 2002. 414 с.
4. Номер контракта: 02.526.11.6009. Разработка и создание опытно-промышленной установки по комплексной технологии термической переработки торфа с получением высококалорийного газового топлива и углеродных материалов для энергетического и промышленного использования // Приоритетное направление: «энергетика и энергосбережение». Избранные материалы. М.: Министерство образования и науки РФ, Федеральное агентство по науке и инновациям РФ.
5. Шелдон Страусе Проблемы водоподготовки // Мировая электроэнергетика. 1998. №1. С. 12-22.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338К (115°С).
7. РД 24.031.120-91.
8. СанПиН 2.1.4.1074-01.

УДК 625.122+625.731.1

РАСЧЁТ ТЕПЛО – И ВЛАГООБМЕНА МКЭ В ЗЕМЛЯНОМ ПОЛОТНЕ ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

О.Л.Рудых¹

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 690990, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10.

Описана методика расчёта тепло – и влагообмена в земляном полотне железных и автомобильных дорог методом конечных элементов (МКЭ). Для этого используются дифференциальные уравнения теории тепло- и массопереноса в капиллярно-пористых средах. Эти уравнения представлены в безразмерном виде, что позволило теплофизические коэффициенты переноса привести к симметричному виду. Последнее обстоятельство позволяет получить основные уравнения МКЭ с симметричными коэффициентами, что можно использовать в существующих вычислительных комплексах МКЭ.

Библиогр. 17 назв.

Ключевые слова: железные и автомобильные дороги; земляное полотно; тепло – и влагообмен; метод конечных элементов; теория тепло – и массопереноса; капиллярно-пористые среды; дисперсные влажные грунты; теплофизические коэффициенты переноса; аппроксимация опытных данных; потенциал влажности; модели промерзающего, оттаивающего и мерзлого грунтов.

CALCULATION OF HEAT- AND MOISTURE EXCHANGE BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS IN THE EARTH BED OF RAILROADS AND AUTOMOBILE ROADS

O.L.Rudyh

Far East state university of railway engineering
10, Pushkinskaya St., Vladivostok, 690990

¹Рудых Олег Львович, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой строительной механики, начальник управления аспирантуры, докторантуры и подготовки научных кадров, тел.: (4212)407276, e-mail: aspir@festu.khv.ru
Rudyh Oleg Lvovich, an associate professor, a candidate of technical sciences, the head of the Chair of Structural Mechanics, the head of the post-graduate course administration, doctor's degree course and scientific staff training, tel.: (4212)407276, e-mail: aspir@festu.khv.ru

The author describes the procedure to calculate heat- and moisture exchange in the earth bed of railroads and automobile roads by the method of finite elements (MFE). He uses differential equations of the theory of heat- and mass transfer in capillary and poriferous media. These equations are presented nondimensionally. It allows to bring thermalphysic transfer coefficients to the symmetric kind. The last allows to obtain basic MFE equations with symmetric coefficients and this is possible to use in the present computing MFE complexes.

17 sources.

Key words: railroads and automobile roads; earth bed; heat- and moisture exchange; method of finite elements; theory of heat- and mass transfer; capillary and poriferous media; disperse moist grounds; thermalphysic transfer coefficients; approximation of experimental data; moisture potential; models of freezing, thawing and frozen ground.

При проектировании и эксплуатации железных и автомобильных дорог в суровых природно-климатических условиях Сибири и Дальнего Востока возникают сложные инженерные задачи, связанные с оценкой долговечности и несущей способности земляного полотна. В тёплый период года в земляном полотне могут иметь место термопросадочные деформации. В условиях понижения температуры ниже начала кристаллизации почвенно-грунтовой воды при промерзании может происходить морозное пучение грунтов. Напряжения, возникающие при этом, способны также вызвать деформации и повреждения земляного полотна. В связи с этим возникает необходимость прогнозирования температурно-влажностного режима земляных сооружений железных и автомобильных дорог и подобных им объектов под влиянием криогенных процессов, фильтрации и технологических факторов.

Одной из важных проблем, возникающих при изучении водно-теплового режима тонкодисперсных грунтов железнодорожных и автомобильных насыпей, является задача о промерзании при наличии фазовых переходов влаги с учётом их миграции к фронту льдо-выделения. Сложность этой проблемы вызвана тем, что процессы промерзания и миграции тесно связаны и взаимно обуславливают друг друга [1, 2, 3]. Таким образом, решение задачи о промерзании (протаивании) влажных грунтов возможны лишь путём совместного решения сопряжённой системы уравнений, описывающих тепло – и массоперенос в среде с фазовыми превращениями влаги первого рода [1, 3, 4].

Теория тепло – и массопереноса в капиллярно-пористых телах представлена в [6, 7]. Она получила дальнейшее развитие, применительно к мерзлым горным породам, в [1, 2, 3, 4].

Математическая теория тепло – и массопереноса в дисперсных влажных грунтах описывается системой уравнений [6, 7]:

$$\begin{aligned} C_q (\partial T / \partial \tau) &= R_{11} \nabla^2 T + R_{12} \nabla^2 W; \\ C_m (\partial W / \partial \tau) &= R_{31} \nabla^2 T + R_{22} \nabla^2 W; \\ R_{11} &= \lambda_q + \varepsilon r \lambda_m \delta; \quad R_{12} = \delta r \lambda_m; \\ R_{21} &= \lambda_m \delta; \quad R_{22} = \lambda_m, \end{aligned} \quad (1)$$

где C_q, C_m - объёмная теплоёмкость и массоёмкость; T - температура; W - влажность; ∇^2 - оператор Лапласа; τ - время; λ_q, λ_m - коэффициенты теплопроводности и массопроводности; ε, r - критерий и удельная теплота фазового превращения; δ - термо-

градиентный коэффициент.

Граничные уравнения (ГУ) для уравнений (1) определяются уравнением баланса тепла

$$-\lambda_q (\partial T / \partial n) + I_q(\tau) - (1 - \varepsilon) r I_m(\tau) = 0, \quad (2)$$

при ГУ I рода

$$T = T_s; \quad W = W_s; \quad (3)$$

при ГУ II рода

$$I_q(\tau) = q_{sq}; \quad I_m(\tau) = q_{sm}; \quad (4)$$

при ГУ III рода

$$I_q(\tau) = \alpha_q (T_c - T); \quad I_m(\tau) = \alpha_m (W_c - W) \quad (5)$$

и уравнением баланса массы

$$\lambda_m [\delta (\partial T / \partial n) + (\partial W / \partial n)] + I_m(\tau) = 0, \quad (6)$$

где T_s, W_s - температура и влажность на поверхности тела; q_{sq}, q_{sm} - заданные тепловой поток и потенциал массопереноса; α_q, α_m - коэффициенты теплообмена и массообмена; T_c, W_c - температура и влажность окружающей тело среды.

Система дифференциальных уравнений тепло – и массопереноса в капиллярно-пористых телах в частных производных (1) имеет несимметричные теплофизические коэффициенты переноса $R_{ij} \neq R_{ji}$. Последнее обстоятельство приводит к нарушению симметрии в большинстве матриц системы уравнений, используемых в методе конечных элементов (МКЭ) и других численных методах.

Для приведения системы уравнений (1) к симметричному виду необходимо записать дифференциальные уравнения тепло – и массопереноса в капиллярно-пористых телах в безразмерном виде $T = t / t_o, \theta = \theta / \theta_o,$

$X = x / \ell, Y = y / \ell, Z = z / \ell, \Gamma = \tau / \tau_o$ - безразмерные параметры, где $t_o, \theta_o, \ell, \tau_o$ - базовые значения переменных.

По правилам подобного преобразования дифференциальных операторов [6] уравнения (1) в безразмерной форме имеют вид, аналогичный исходным в размерной форме. Однако коэффициенты C_i ($i = q, m, p$) и R_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) в них после преобразований будут равны

$$\begin{aligned} \tilde{C}_q &= \left(\frac{C_q \ell^2}{\lambda_q \tau_o} \right) \begin{pmatrix} t_o \delta \\ \theta_o \end{pmatrix}; \quad \tilde{C}_m = \left(\frac{C_m \ell^2}{\lambda_m \tau_o} \right) \begin{pmatrix} \varepsilon r \lambda_m \theta_o \\ \lambda_q t_o \end{pmatrix}; \\ \tilde{R}_{11} &= \left(\frac{\lambda_q + \varepsilon r \lambda_m \delta}{\lambda_q} \right) \begin{pmatrix} t_o \delta \\ \theta_o \end{pmatrix}; \quad \tilde{R}_{22} = \left(\frac{\varepsilon r \lambda_m}{\lambda_q} \right) \begin{pmatrix} \theta_o \\ t_o \end{pmatrix}; \end{aligned}$$

$$\tilde{R}_{21} = \tilde{R}_{12} = \left(\frac{\varepsilon r \lambda_m \delta}{\lambda_q} \right). \quad (7)$$

Полученные нами в [8] обобщённые ёмкости и коэффициенты переноса (7) для частного случая тепло – и массопереноса (при отсутствии градиента общего давления) совпали с данными [9].

Коэффициенты тепло – и массообмена в законе Ньютона, учитывающем ГУ III рода, следует определять по формулам

$$\begin{aligned} \tilde{\alpha}_{qq} &= \left(\frac{\alpha_q \ell}{\lambda_q} \right) \left(\frac{\delta t_o}{\theta_o} \right); & \tilde{\alpha}_{qm} &= \left(\frac{\alpha_m \ell}{\lambda_m} \right) \left(\frac{\varepsilon \delta}{\lambda_q} \right); \\ \tilde{\alpha}_{mm} &= \left(\frac{\alpha_m \ell}{\lambda_m} \right) \left(\frac{\varepsilon r \theta_o}{\lambda_q t_o} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Практическое решение системы уравнений (1) – (6) возможно лишь численными методами.

В настоящей статье для решения этих уравнений МКЭ предлагается более точная математическая модель промерзающего, оттаивающего и мёрзлого грунта. Особенностью этой модели задачи, в отличие от работ [10-11], где расчётная область делится на зоны с гомогенными свойствами, является использование зональной модели, но с негомогенными свойствами, т.е. зависящими от температуры и влажности.

Модель промерзающего, оттаивающего и мёрзлого грунта, по аналогии с работой [5], включает четыре зоны с соответствующими температурными интервалами, в которых теплофизические и массообменные параметры грунта изменяются по определённым закономерностям.

I. Зона талого (переохлаждённого) грунта с диапазоном температур от положительной $+T$ до температуры начала замерзания грунта $T_{н.з.}$, соответствующей началу замерзания свободной поровой влаги в крупных порах.

II. Зона замерзания (оттаивания) свободной поровой воды, или иначе зона максимальных фазовых переходов в промерзающих (оттаивающих) грунтах с диапазоном температур от $T_{н.з.}$ до температуры начала замерзания связанной воды $T_{з.с.}$

III. Зона замерзания (оттаивания) связанной поровой воды, или зона промерзающего (оттаивающего) грунта, с диапазоном температур от $T_{з.с.}$ до температуры практически мёрзлого (по Н.А. Цытовичу) состояния грунта T_m , близкому к полному замерзанию рыхлосвязанной влаги, когда количество незамерзшей воды W_n весьма близко к количеству прочносвязанной воды $W_{п.с.}$.

IV. Зона практически мёрзлого грунта с температурой от T_m и ниже.

В соответствии с [5] примем, что температуры начала замерзания грунтов $T_{н.з.}$, а также температуры начала замерзания связанной влаги $T_{з.с.}$ и практически мёрзлого состояния T_m не являются константами, а являются переменными величинами, зависящими от вида грунта, его влажности, плотности и приложенного давления.

Для предлагаемой модели теплофизические и массообменные параметры изменяются следующим

образом.

I. Зона талого грунта ($T > T_{н.з.}$). Объёмная теплоёмкость и коэффициент теплопроводности принимаются постоянными, равными значениям для талого грунта C_T и λ_T .

II. Между коэффициентами влагопереноса и объёмной массоемкостью существует соотношение [13]:

$$\lambda_T = C_m a_m, \quad (9)$$

где a_m – коэффициент диффузии влаги (потенциалопроводности).

Как свидетельствуют опытные данные [13], коэффициенты λ_m и a_m существенным образом зависят от состава и строения дисперсных пород и изменяются в зависимости от их влажности. Семейства кривых $\lambda_m = f_1(W)$, $a_m = f_2(W)$ имеют сходный характер. В [14] получены эмпирические зависимости для определения этих коэффициентов, используя аппроксимацию опытных данных гиперболой

$$a_m = W / [k(\gamma_w / \gamma_{ск})^n (1 - \frac{W}{c - m\gamma_{ск}})], \quad (10)$$

где k , n , c , m – эмпирические коэффициенты; γ_w – объёмная масса воды; $\gamma_{ск}$ – объёмная масса грунта.

Коэффициент λ_m определяется по аналогичной формуле (10), но с другими эмпирическими коэффициентами.

После определения коэффициентов λ_m и a_m по формуле (10) находим объёмную массоемкость при конкретных W и $\gamma_{ск}$.

Для талых грунтов термоградиентный коэффициент δ_T и критерий фазовых переходов $\delta = \delta_n$ принимаются постоянными (δ_n – критерий фазового превращения парообразной влаги в жидкообразную).

IV. При промерзании грунта ($T < T_{н.з.}$) происходит непрерывное выделение тепла фазовых переходов в спектре отрицательных температур. Наиболее интенсивное выделение тепла имеет место в зоне максимальных фазовых переходов. В зоне промерзающего грунта этот процесс протекает в меньшей степени. Для зоны промерзающего грунта можно считать, что выделения тепла практически нет. В дальнейшем также примем, что массообмен в IV зоне пренебрежимо мал и процесс передачи тепла описывается уравнением теплопроводности.

Для описания теплотехнических параметров промерзающих грунтов естественно перейти к эффективной теплоёмкости $C_q^{эф}$ (T) и зависящим от температуры коэффициентам теплопроводности $\lambda_q(T)$. Для вычисления $C_q^{эф}$ (T) и $\lambda_q(T)$ могут быть приняты формулы из работ [1, 4, 5, 15 и др.].

Зависимость термоградиентного коэффициента от температуры и влажности больше всего изменяется в зоне наиболее интенсивных фазовых переходов [13]. В зоне промерзания связанной поровой воды этот коэффициент можно принять постоянным.

Коэффициент теплопроводности $a_m = \lambda_m / c_m$ существенно зависит от температуры и имеет в зоне интенсивных фазовых переходов чётко выраженный максимум. В дальнейшем при понижении температуры этот коэффициент уменьшается по величине [4, 13]. Если учесть, что в IV зоне массообмена нет, то в качестве первого приближения примем, что параметры λ_m и c_m по экспоненциальному закону стремятся к нулю.

Коэффициент льдистости в III зоне определяется по методике автора [15], использующей гиперболическую аппроксимацию кривой льдистости (незамершей воды).

Учитывая, что в зоне интенсивных фазовых переходов коэффициенты тепло – и массопереноса в настоящее время не могут быть определены достаточно точно, а неучёт спектра фазовых переходов приводит к увеличению скорости протаивания, либо к уменьшению скорости промерзания, то в математической модели (1) – (6) необходимо сделать уточнения. В частности, следует учесть на подвижной границе раздела талой зоны и зоны интенсивных фазовых переходов дополнительные условия стефановского типа с учётом миграции влаги к фронту льдовыделения [1, 4, 10, 12, 16], где потоки тепла и влаги терпят разрыв

$$\lambda_\phi (T(\partial T_\phi / \partial n) - \lambda_T (\partial T_T / \partial n)) = (\delta_n r_n + \delta_l r_l) \gamma_\phi (W_\phi - \Delta W_{mz} - W_{n.c.})(dS / d\tau); \quad (11)$$

$$\frac{\lambda_m^\phi}{1 - \delta_n - \delta_l} \left(\frac{\partial W_\phi}{\partial n} + \delta_\phi \frac{\partial T_\phi}{\partial n} \right) - \frac{\lambda_m^T}{1 - \delta_n} \left(\frac{\partial W_T}{\partial n} + \delta_T \frac{\partial T_T}{\partial n} \right) = \gamma_\phi (W_\phi - \Delta W_{mz} - W_{n.c.})(dS / d\tau), \quad (12)$$

где S – поверхность сечения талой зоны; r_n – удельная теплота парообразования; r_l – удельная теплота кристаллизации льда; W_ϕ – влажность грунта в зоне интенсивных фазовых переходов; $\Delta W_{mz} = K(\partial W_\phi / \partial n)$ – изменение влажности в зоне льдовыделения вследствие миграции влаги из зоны талого грунта; K – коэффициент влагопроводности.

В формулах (11) – (12) индексом «ф» отмечена зона интенсивных фазовых переходов.

Если в уравнения тепло – и массопереноса (1) вместо влажности в качестве функции влагосодержания ввести потенциал влажности $\theta (\theta = W / C_m)$, то на подвижной границе раздела талой зоны и зоны интенсивных фазовых переходов соблюдается равенство температур и потенциалов влажности и только тепловые потоки терпят разрыв. Следовательно, на этой границе вводится одно дополнительное условие теплового баланса (11), в котором следует выполнить замену W на θ .

Согласно работе [1], при промерзании влажного грунта с учётом миграции влаги происходит формирование различных типов криогенных текстур. В зависимости от соотношения между формирующейся в промерзающем слое суммарной влажностью W_c и предельной влажностью минеральных агрегатов W_o возможны следующие случаи промерзания:

а) происходит образование массивной криогенной текстуры и морозное пучение отсутствует, если $W_c \leq W_o$;

б) образуются микрошлифы льда и происходит морозное пучение, если $1 > W_c > W_o$.

в) образуется сплошной прослой льда и происходит морозное пучение, максимальное по величине, если $W_c = 1$.

Таким образом, используя методику [1] и решая дифференциальные уравнения тепло – и массопереноса (1), становится возможным исследование криогенного строения и пучения при промерзании грунтов земляного полотна.

Решение дифференциальных уравнений тепло – и массопереноса выполняется МКЭ по методике, изложенной в [17].

Библиографический список

1. Меламед В.Г. Тепло – и массообмен в горных породах при фазовых переходах. М.: Наука, 1980. 228 с.
2. Сиденко В.М. Расчёт и регулирование водно-теплового режима дорожных одежд и земляного полотна. М.: Авто-трансиздат, 1962. 116 с.
3. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / под ред. И.А. Золотаря, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко. М.: Транспорт, 1971. 416 с.
4. Иванов Н.С. Тепло – и массоперенос в мёрзлых горных породах. М.: Наука, 1969. – 240 с.
5. Кроник Я.А. Термомеханические модели мёрзлых грунтов и криогенных процессов // Реология грунтов и инженерное мерзлотоведение. М.: Наука, 1982. С. 200-212.
6. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1963. 536 с.
7. Лыков А.В. Теплообмен: справочник. М.: Энергия, 1978. 480 с.
8. Рудых О.Л., Рудых Л.Н. Некоторые особенности расчёта тепло- и массопереноса МКЭ при термической мелиорации глинистых грунтов земляного полотна // Инженерно-геологические условия, основания и фундаменты транспортных сооружений в Сибири: межвуз. сб. науч. тр. / НИИЖТ. Новосибирск, 1989. С. 90–93.
9. Леви Р.В., Дж.Комини, К.Хамфесон Применение метода конечных элементов в задачах тепло- и массопереноса в пористых телах // Инж. физ. журн. 1975. № 3. С. 483-488.
10. Шелобаев Е.Н. Тепло – и влагообмен в земляном полотне и дорожных одеждах с учётом фазовых переходов незамершей воды // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1982. № 7. С. 125-128.
11. Попов Ю.А., Рошупкин Д.В., Поняскин Т.И. Гидромеханизация в Северной строительной-климатической зоне. Л.: Стройиздат, Лен. отд-ние, 1982. 224 с.
12. Кожухова О.Б., Миронов А.А. О численном расчёте температурно-влажностных полей при промерзании многослойной дорожной конструкции // Вопросы строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Омск: Зап. – сиб. кн. изд-во, 1974. С. 74-80 (Тр. СибАДИ; вып. 5).
13. Ершов Э.Д. Влагоперенос и криогенные текстуры в дисперсных породах. М.: Изд-во МГУ, 1979. 213 с.
14. Рудых О.Л. Аппроксимация семейства кривых, описывающих влагоперенос в дисперсных породах // Исследование состава, строения и свойств мёрзлых, протаивающих и оттаивающих пород с целью наиболее рационального проектирования и строительства: тез. докл. школы-семинара. Москва, 17–19 февраля 1981 г. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 122–124.

15. Рудых О.Л. К расчёту температурно-влажностного режима оснований методом конечных элементов // Вопросы повышения надёжности и эффективности работы железнодорожного транспорта: тез. научно-техн. конф. 23-26 ноября 1982 /НИИЖТ. Новосибирск, 1982. С. 76-77.
16. Чистотин Л.В. Миграция влаги в промерзающих нево-

- донасыщенных грунтах. М.: Наука, 1973. 144 с.
17. Рудых О.Л. Расчёт тепло- и массопереноса земляного полотна методом конечного элемента // Вопросы земляного полотна и геотехники на железнодорожном транспорте: межвуз. сб. научн. тр./ДИИТ. Днепропетровск, 1981. Вып. 219/30. С. 58-62.

УДК 621.311.001.57

УСТОЙЧИВОСТЬ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ОБВОДНЁННЫХ И СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Л.В.Снитко¹

Костанайский инженерно-педагогический университет им. М. Дулатова, Казахстан, г. Костанай, ул. Чернышевского, 59.

Предложена конструкция мембранных фундаментов для стальных и железобетонных опор линий электропередачи напряжением 35 – 110 кВ, расположенных в обводнённых и слабых грунтах, как один из способов повышения их устойчивости при воздействии горизонтальных сдвигающих сил.

Ил.1. Библиогр. 9 назв.

Ключевые слова: опора; устойчивость; линии электропередачи; фундамент.

THE STABILITY OF ELECTRIC POWER TRANSMISSION LINE SUPPORTS LOCATED IN THE WATER-BEARING AND WEAK GROUNDS

L.V.Snitko

Kostanai Engineering Pedagogical University named after M.Dulатов
59 Chernyshevskii St., Kostanai, Kazakhstan

The author proposes the membrane foundation construction for steel and concrete supports of electric power transmission lines with the voltage of 35 – 110 kV, located in water-bearing and weak grounds as one of the ways to increase their stability under the influence of horizontal shifting forces.

1 figure. 9 sources.

Key words: support; stability; electric power transmission lines; foundation.

В системах электроснабжения крупных потребителей электроэнергии, а также сельских регионов основным видом питающих линий являются воздушные линии (ВЛ) напряжением 35-110 кВ. Надёжность систем электроснабжения указанных объектов во многом определяется надёжностью ВЛ, которая, в свою очередь, определяется надёжностью её составляющих: проводов и тросов, линейной изоляции и арматуры, опор и фундаментов.

Особенностью ВЛ как элементов систем электроснабжения является их сильная подверженность влиянию климатических воздействий, по сравнению с другими составляющими систем электроснабжения.

К таким климатическим воздействиям, прежде всего, относятся ветер, гололёд и грозовые явления. Эти воздействия создают определённую механическую нагрузку на элементы ВЛ и во многом определяют их конструкцию. Механическая прочность элементов ВЛ должна обеспечивать их надёжную работу при воздействии расчётных внешних механических нагрузок [1].

Надёжность ВЛ во многом определяется конструкцией их опор и фундаментов, причём надёжная работа этих элементов во многом зависит от свойств грунта, в который они устанавливаются.

Грунт в электроустановках играет довольно значи-

тельную роль, так, например, его электропроводящие свойства во многом определяют конструкцию заземляющих устройств и расход материалов на них. Механические свойства грунта определяют как трудоёмкость при производстве земляных работ, связанных с установкой опор и фундаментов (скальные или песчаные грунты), так и устойчивость опор и фундаментов в грунте при различных климатических воздействиях.

Свойства грунта во многом определяют конструкцию фундаментов и способы закрепления опор. Важной задачей является выполнение закрепления опор и фундаментов в слабых грунтах, к которым, прежде всего, относятся обводнённые и болотистые грунты. Задача закрепления опор и фундаментов в указанных грунтах имеет множество решений, но к настоящему времени окончательно не решена.

Выбор способа закрепления опор и фундаментов решается параллельно с выбором трассы ЛЭП. При выборе трассы стараются избегать установки опор на участках со слабыми грунтами. Однако из-за недостаточного изучения грунтов на трассе, а также из-за того, что свойства грунтов подвержены сезонным и годовым колебаниям, в ряде случаев происходит установка опор в слабые грунты или ослабление грунтов при эксплуатации.

Анализ повреждения ВЛ из-за падения или накло-

¹Снитко Людмила Владимировна, старший преподаватель, тел.: 831422507406, e-mail: Snitko_65@mail.ru
Snitko Lyudmila Vladimirovna, a senior lecturer, tel.: 831422507406, e-mail: Snitko_65@mail.ru

на опор показывает, что основной причиной, вызывающей такие повреждения, является неудовлетворительное закрепление опор в грунте. Наиболее частые отказы ВЛ по этой причине имеют место в осенне-весенние периоды (замерзание и оттаивание грунтов, часто связанное с их обводнением), в периоды паводков, ливневых дождей и ураганных ветров.

Поэтому правильный выбор способов закрепления опор, особенно в слабых и обводнённых грунтах, в значительной степени определяет надёжную и безопасную эксплуатацию систем электроснабжения, а также затраты на их эксплуатацию [2].

При слабых грунтах ветровые нагрузки вызывают отклонение опор от вертикали, что в свою очередь увеличивает механическую нагрузку на опоры. Особенно чувствительны к таким отклонениям железобетонные опоры, для которых наклоны вдоль и поперёк трассы ВЛ значительно снижают прочность бетона ствола опоры, а также способствуют образованию трещин в бетоне и проникновению влаги к арматуре опоры.

Исследования показали, что при наклоне опор только на 2° несущая способность их уменьшается на 8-10%, поэтому на отклонение опор от вертикального положения установлены жёсткие допуски – отклонение верха опоры от вертикального положения по высоте должно быть не более 1:150.

Процесс подтопления территорий Республики Казахстан подземными водами в последнее десятилетие принял массовый характер. По данным КазГИИ, на территории Казахстана подтапливается более 124 городов и поселков; подвержены процессу подтопления такие города республики, как Астана, Кызыл-Орда, Павлодар, Петропавловск, Костанай и др. Если ранее были подвержены процессу подтопления города и населённые пункты, расположенные по берегам рек, то в последние годы к ним добавились такие пустынные города, как Жесказган, Новый Узень и др. Подтопление территорий происходит как за счёт естественных, так и искусственных факторов. Подтоплению подвержены также обширные территории вне городов. В [3] указано, что город Костанай находится на границе трёх областей: первой области II-го региона – потенциально подтопляемой, восьмой области II-го региона и частично первой области III-го региона – подтопляемой в естественном состоянии. Город Аркалык почти полностью расположен в пределах восьмой области II-го региона, т.е. территории его могут быть интенсивно затопляемыми при наличии трещиноватости в глинных или покровных отложениях, покрывающих глины. Для Костанайской, Тургайской, Акмолинской и некоторых других областей Республики Казахстан характерны периодические колебания уровня грунтовых вод с периодичностью 7 – 10 лет. Это приводит к тому, что некоторые участки линии электропередачи, в частности, напряжением 35 – 110 кВ, оказываются в зоне затопления. Процесс проектирования и строительства высоковольтной линии занимает около двух лет, а если при изысканиях в период, предшествующий проектированию, грунтовые воды находились

на низком уровне, то трасса ВЛ, выбранная по таким участкам территории, в последующем может оказаться в зонах частичного или полного затопления по причине непредвиденного подъёма грунтовых вод в последующие периоды эксплуатации ВЛ. Это объясняется недостаточной изученностью процесса изменения уровня грунтовых вод с периодическим выходом их на поверхность.

Наиболее опасными в отношении затопления местами являются пойменные участки озёр. Так, например, после весеннего паводка 1994 года в северной части Костанайской области оказались в зоне затопления участки ВЛ 35 кВ «Калининская – Моховое» длиной 2,7 км, «Сосновый Бор – Янушевка» – 1,8 км, «Баканская – Карасу» – 4,6 км, «Тюнгур – Карамурза» – 3,1 км, а также ВЛ 220 кВ «Тимирязево – Ленинское» протяженностью 5,6 км. После прохождения весеннего паводка названные ВЛ остались в зоне затопления, т.е. опоры этих ВЛ находились в воде в летнее и осеннее время.

По данным проектно-конструкторского бюро ТОО «Костанайстройэлектроремонт» в Костанайской области Казахстана до 150 свободностоящих промежуточных опор линий электропередачи напряжением 35-110 кВ ежегодно теряют устойчивость в результате обводнения грунтов из-за подъёма грунтовых вод, весенних паводков и осенней распутицы.

Опыт эксплуатации линий электропередачи, а также известные из литературы данные исследований показали, что одной из наиболее часто встречающихся причин нарушения работоспособности линий электропередачи, расположенных на обводнённых участках трассы, является потеря устойчивости опор линий электропередач напряжением 35-110 кВ. В большинстве случаев это касается прямых свободностоящих железобетонных опор линий электропередачи, установленных как в сверлёные, так и в копаные котлованы без ригелей и с ригелями, в копаные котлованы с банкетками. Хотя опрокидывание стальных опор не наблюдалось, но наблюдались случаи потери устойчивости железобетонных подножников, на которые опирались опоры вследствие просадки обводнённых и слабых грунтов.

Согласно практике строительства линий электропередачи напряжением 35-500 кВ основным типом фундамента для промежуточных металлических опор является железобетонный подножник с прямой стойкой [1; 4].

Горизонтальному смещению такого фундамента отпор грунта оказывает небольшое сопротивление по причине малой боковой поверхности контакта подножника с грунтом [4], а основное сопротивление возникает в результате воздействия сил трения поверхности грунта о поверхность опорной плиты.

Но в обводнённом грунте силы трения значительно уменьшаются, и основное влияние на горизонтальное смещение фундамента и его поворот относительно вертикального положения оказывает отпор грунта, воздействующий на боковую поверхность фундамента. Использование ригеля в сильно обводнённом грун-

те незначительно увеличивает сопротивление смещению и соответственно устойчивость фундамента. Под действием на опору провода и гирлянды изоляторов ветровой нагрузки, переменной по величине и направлению, происходит раскачивание стойки, передающееся на фундамент, что увеличивает вероятность его смещения в обводнённом грунте.

С целью увеличения отпора грунта горизонтальному перемещению фундамента представляется целесообразным на базе типового железобетонного подножника Ф4-2, применяемого для установки опор в обводнённых грунтах, изготовить фундамент с четырьмя или двумя прямоугольными или треугольными рёбрами (мембранами), расположенными вертикально перпендикулярно опорной плите и центральной стойке в одной или двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через вертикальную ось симметрии фундамента (рисунок).

При наличии только двух рёбер (мембран) последние играют роль ригеля сплошного по всей высоте фундамента и располагаются вдоль линии электропередач [5].

Рёбра условно названы мембранами, т.к. их толщина не превышает 0,1 длины наименьшей стороны ребра, а сам фундамент предлагается называть мембранным [6].

Для повышения устойчивости железобетонных опор на участках трассы, подверженных систематическому затоплению, предложено устанавливать стойку опоры в мембранный фундамент с трубчатой стойкой, в которую при монтаже опоры вставляется железобетонная стойка опоры с последующим бетонированием. Базой для такого фундамента предложено использовать стандартный железобетонный подножник ФС1-4 для особо слабых грунтов [7] с тем лишь отличием, что центральную стойку квадратного сечения предлагается заменить трубчатой стойкой, предназначенной для установки в неё нижней части железобетонной стойки опоры (рисунок).

плане составляют 2,7х3,5м. Фундамент предусматривается располагать длинной стороной опорной плиты вдоль линии электропередачи.

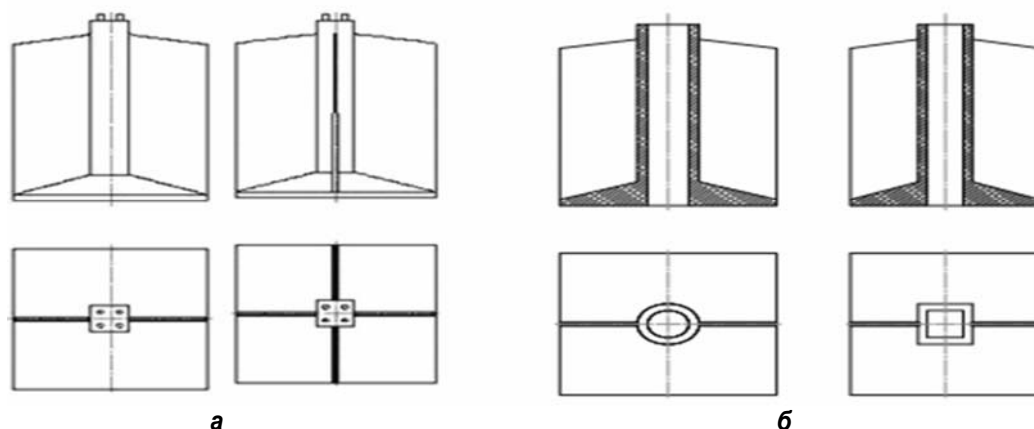
В качестве базового стандартного подножника предлагается использовать также составной фундамент ФСС1-4 высотой 3,2м с глубиной заделки в грунт на 3,0 м и размерами сторон опорной плиты 3,5 х 3,5м

Мембранный фундамент предусматривает наличие двух рёбер (мембран). Мембраны располагаются вдоль линии электропередачи, что превращает их в ригель шириной 3,5 м и высотой 3,0 м, в значительной степени препятствующий горизонтальному смещению и повороту опоры в грунте.

Высота трубчатой стойки фундамента 3,2 м, внутренний диаметр равен диаметру стандартной стойки опоры, увеличенному на величину зазора для бетонирования. Толщина стенки трубчатой стойки фундамента равна 55 мм. Трубчатая стойка предусматривается сквозной до основания фундамента, чтобы стойка опоры проходила насквозь до упора в дно котлована, таким образом обеспечивается глубина заложения в грунт нижней части стойки опоры на 3 м.

Теоретически доказано, что при наличии прямоугольных мембран площадь контакта с грунтом у фундамента на базе подножника Ф4-2 увеличивается в 3,56 раза по сравнению с фундаментом этого типа без мембран, что соответственно увеличивает отпор грунта горизонтальному смещению фундамента. При использовании двух ригелей АР-5 это соотношение составляет 1,75 раза, и при этом не обеспечивается контакт с грунтом по всей части фундамента, расположенного в грунте. Пропорционально вышеуказанным соотношениям увеличиваются нормальные и касательные силы, препятствующие горизонтальному сдвигу и повороту фундамента в направлении, перпендикулярном плоскости мембраны.

Теоретически доказано, что мембранный фундамент с прямоугольными мембранами на базе типового подножника Ф4-2 при воздействии на него горизон-



а
Мембранный фундамент с прямой стойкой квадратного сечения (а)
и с полый стойкой круглого или квадратного сечения (б)

На фундамент указанной конструкции получен инновационный патент на изобретение, и предлагается его внедрение при проектировании линий электропередач напряжением 35-110 кВ.

Размеры основания (подошвы) фундамента в

тальных сдвигающих сил, действующих в плоскости мембраны, по нормальным критическим напряжениям более устойчивый, чем типовой железобетонный подножник в 6 раз, а по критическим касательным напряжениям сдвига – более чем в 1,3÷2,3 раза.

Для определения толщины стенки мембраны последнюю рассматриваем как пластину толщиной t , консольно закреплённую в нижней части. На основе решения задачи об изгибе консольной балки [8] выведена зависимость для определения величины.

$$t = K_1 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot c_1}{[\sigma]_{изг}}},$$

где t – толщина мембраны, м;

b – высота мембраны, м;

$[\sigma]_{изг}$ – допускаемое напряжение на изгиб материала мембраны, кН/м²;

c_1 – расчетное удельное сцепление между частицами грунта, кН/м²;

K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий величину касательных сил сопротивления грунта горизонтальному сдвигу и повороту фундамента.

Учитывая характер изменения изгибающего момента по высоте мембраны, а также распределения нормальных напряжений изгиба, представляется целесообразным предложить изготовление мембраны трапециевидальной формы по высоте [9].

Трапециевидальная форма мембраны способствует увеличению поверхности контакта с грунтом и соответственно увеличению касательных сил сопротивления горизонтальному смещению фундамента.

УДК 504.54:711.4

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В АСПЕКТЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

С.В.Солодянкина¹

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрена проблема недостаточности проработки ландшафтно-экологического аспекта в современной системе градостроительного планирования. Обоснована необходимость глубокого комплексного анализа природных особенностей территории на предварительном этапе территориального планирования или параллельно с ним. Приведены примеры подходов к выделению ландшафтно-экологического каркаса трех различных городов. Ил. 3. Библиогр. 13 назв.

Ключевые слова: ландшафтно-экологическое картографирование городских территорий.

TOWN-PLANNING DESIGNING IN THE ASPECT OF THE INTRODUCTION OF TOOLS OF ECOLOGICALLY ORIENTED TERRITORIAL PLANNING

S.V.Solodyankina

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The author examines the problem of insufficient working out of the landscape and ecological aspect in the modern system of town-planning. She proves the necessity of a deep complex analysis of natural features of territories at the preliminary stage of the territorial planning or in parallel to it. The author presents the examples of approaches to allot a landscape and ecological carcass of three different cities.

3 figures. 13 sources.

Key words: landscape and ecological mapping of city territories.

Библиографический список

1. Андриевский В.Н., Голованов А.Т., Зеличенко А.С. Эксплуатация воздушных линий электропередачи. М.: Энергия, 1976. 616 с.
2. Крылов С.В. Обзор нарушений в работе воздушных линий электропередачи при сильном ветре и гололеде. М.: Энергетик. 2006. №9. С. 17-22.
3. Ашинбаев М.У., Пустогачёв В.А., Сарсенова З.И. Исследование по проектированию и устройству оснований и фундаментов на подтопляемых территориях (на примере г. Акмола) // Отчёт по научно-техническому проекту. УЖД 624.131.23. Алматы, 1997. 70 с.
4. Крюков К.П., Курносоев А.И., Новгородцев Б.П. Конструкция и расчёт металлических и железобетонных опор линий электропередачи. Изд. 2-е. Л.: Энергия, 1975. 456с.
5. Снитко Л.В., Утегулов Б.Б., Ткаченко В.В. Разработка мембранного фундамента для опор линий электропередачи// Материалы научной конференции молодых учёных, студентов и школьников «VI Сатпаевские чтения». Павлодар, 2006. Т. 7. 122-126 с.
6. Федосеев В.И. // Сопротивление материалов. М.: Наука, 1964. 540 с.
7. Реут М.А., Рокотьян С.С. // Справочник по проектированию линий электропередачи. М.: Энергия, 1980. 296 с.
8. Справочник проектировщика. Расчётно-теоретический. М., 1961. 1040 с.
9. Снитко Л.В. К вопросу о повышении устойчивости опор ЛЭП в обводнённых и слабых грунтах // Поиск. Научный журнал министерства образования и науки РК. Алматы, 2008. №2. С. 307-310.

¹Солодянкина Светлана Викторовна, кандидат географических наук, доцент-совместитель кафедры архитектуры и градостроительства, тел.: (3952)426795, e-mail: sveta@irigs.irk.ru
Solodyankina Svetlana Victorovna, a candidate of geographical sciences, an associate professor of the Chair of Architecture and Town-planning, tel.: (3952)426795, e-mail: sveta@irigs.irk.ru

Постановка проблемы. Право граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду закреплено основным законодательным документом РФ – Конституцией. Более подробно этот вопрос регулируется следующими федеральными (рамочными) законами: "Об охране окружающей среды" от 2002 г., «О землеустройстве» от 2001 г., «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 1999 г., «Об особо охраняемых природных территориях» от 1995 г., «Об отходах производства и потребления» от 1998 г., «Об охране атмосферного воздуха» от 1999 г., «Об экологической экспертизе» от 1995 г., Водный кодекс РФ от 2006 г., Градостроительный кодекс РФ от 2004 г., Земельный кодекс РФ от 2001 г., Лесной кодекс от 2003 г. Перечисленные нормативные акты в целом достаточно полно определяют правовые основы обеспечения благоприятной окружающей среды. Однако складывающаяся в стране экологическая обстановка свидетельствует, что существующая система данной отрасли законодательства несовершенна и не имеет действенного механизма реализации.

Цель исследования – предложить варианты реализации права членов гражданского общества на благоприятную среду обитания. Следует учитывать, что большая часть населения России уже проживает в городах и в настоящее время процесс переселения из сел и маленьких городов в крупные города только ускоряется. Меняется качество урбанизации, хотя новые города не появляются. Все это сказывается на экологической обстановке в городах и пригородных зонах. Исходя из этого, необходимо с новой точки зрения анализировать ситуацию с планированием городской среды и развитием уже существующих городов, где обострились проблемы роста, транспортные пробки и иные болезни, свойственные крупным мегаполисам. При этом экологические проблемы можно назвать наиболее актуальными, так как с ними напрямую связаны вопросы безопасности и здоровья населения.

Методы. Решается вопрос – как поддерживать качество жизни, а в том числе и качество окружающей среды в городах. Для этого градостроительная деятельность должна соответствовать возможностям природного ландшафта. Во многом качество среды в городе зависит от пространственного планирования структуры города. В настоящее время этими вопросами занимается градостроительство, основы правового регулирования которого закреплены Градостроительным кодексом РФ. Не умаляя значения данного направления, а развивая его, предлагается рассмотреть возможные варианты развития градостроительного планирования на основе позиции экологически ориентированного градостроительного планирования. В настоящее время эти вопросы активно исследуются в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Здесь разрабатываются проекты экологически ориентированного территориального планирования (ландшафтное планирование для территорий разного уровня: Байкальской природной зоны, Слюдянского, Ольхонского районов Иркутской области, районов дельты реки Селенги, города Байкальска и др.) [1, 2, 4, 7-9, 11-13]. Слабой стороной этих проектов остается их

недостаточное внедрение в существующую законодательно фиксированную систему территориального планирования. В связи с этим целью данной работы является анализ возможностей внедрения инструментов ландшафтного планирования в сложившуюся практику территориального планирования.

Анализируется значение генпланов городов с точки зрения поддержания благоприятной окружающей среды в населенных пунктах. В этом документе за обеспечение качественной среды проживания отвечает в основном раздел «Охраны окружающей среды» генеральных планов поселений. Содержание данного раздела определяется Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности от 1995 г., в которой содержатся требования к экологическому обоснованию в проектной градостроительной документации. Согласно этому документу, экологическое обоснование генерального плана города (поселения) должно быть проиллюстрировано следующими картографическими материалами: 1) картой существующего экологического состояния города/поселения; 2) факторными картами по компонентам природной среды (геологической, почвенной, растительности, животного мира, особо охраняемых территорий, защищенности грунтовых вод и т.д.); 3) картой-схемой источников загрязнения городской среды и физических воздействий; 4) картой расположения объектов историко-культурного наследия; 5) картой прогнозируемого экологического состояния городской среды и пригородной зоны.

Наличие вышеперечисленной картографической информации не обеспечивает полный и всесторонний анализ природных свойств территории. В документе отсутствует описание методов оценки и учета информации. Если вопросы территориального планирования городов полностью отдать на усмотрение специалистов – архитекторов, существует опасность получить несбалансированный проект с точки зрения учета природных свойств территории. Застройка сегодня финансируется частными инвесторами и предпочтение отдается, прежде всего, критерию максимальной экономической прибыльности использования территории. Кроме этого, традиционно в градостроительстве особое внимание уделяется функциональности застройки (с точки зрения удовлетворения потребностей в жилье, социально-бытового обслуживания, инфраструктурной обеспеченности), гармоничности пространственно-архитектурной композиции, эстетическим свойствам и информативности планировочной структуры. В настоящее время в градостроительной практике применяется достаточно прогрессивный инструмент выделения и организации природно-экологического каркаса территории поселений. Однако единой методологии выделения природно-экологического каркаса планируемой территории не существует, а ее создание сталкивается со многими сложностями, так как ценность однотипных участков различна на разных территориях и факторы формирования зависят от условий каждой конкретной территории.

Градостроительное проектирование без учета

природных свойств объектов таит в себе опасность создания недостаточно взвешенных и сбалансированных генеральных планов и проектов планировки с точки зрения поддержания основных ландшафтных функций, обеспечивающих естественное восстановление жизненно важных компонентов природной среды (воздух, вода, биомасса). Доказательством существования определенных недостатков в системе территориального планирования являются следующие современные тенденции развития российских городов: огораживание рекреационно-привлекательных ландшафтов (в том числе и с точки зрения рекреации) на территории городов и городских пригородов; застройка поймы рек и других территорий, имеющих важное средоформирующее значение; повсеместное уплотнение почв и широкое использование непроницающих покрытий для организации общественных территорий; приоритетность расширения территорий под инженерную и транспортную инфраструктуру над сохранением озелененных и открытых пространств в микрорайонах и др.

Территориальное и градостроительное планирование – задачи, требующие, в том числе, и географической проработки. Например, для обеспечения сохранности ландшафтных функций необходимо прогнозировать причинно-следственные связи в ландшафте и цепные реакции. Ценность каждого ландшафта зависит не только от свойств самого ландшафта, но и от его окружения.

Предварительная либо параллельная разработка ландшафтного плана перед началом или во время работ по градостроительному планированию позволит учесть основные природные аспекты территории в проектах, а также облегчит и ускорит процесс составления градостроительных документов. Ландшафтный план позволяет заблаговременно определить, пересекаются ли интересы охраны природы и поддержания природного ландшафта с другими интересами (например, обслуживанием жилой застройки, развитием хозяйственных и промышленных районов), должны ли они уступить в единичном случае (с обоснованием причины) или являются приоритетными. Для этого планируемая территория анализируется компетентными специалистами согласно целям природоохранного законодательства. Исходным продуктом такого планирования являются текстовый отчет и карты.

Согласно сложившейся практике экологически ориентированного планирования (ландшафтного планирования) на детальном уровне (масштаб проработки 1:25000 или 1:10000) выполняются проекты ландшафтного плана, как правило, следующего содержания: 1) определение целей и задач, видов деятельности и ожидаемых результатов ландшафтного планирования; 2) анализ и оценка природных компонентов – состояние, нагрузка, охрана, возможности развития; 3) анализ землепользования с помощью исторических карт и прочей информации; 4) оценка экологической и эстетической совместимости существующего и планируемого природопользования и деятельности; 5) целевая концепция: разработка основных направлений, целей и, при необходимости, альтернативных целей

для развития природы и ландшафта; 6) концепция мероприятий: определение потребностей и мероприятий для осуществления целей; альтернатив – по разрешению конфликтов; 7) рекомендации по реализации целей и мероприятий. Материалы ландшафтного плана позволяют сформулировать желаемое состояние ландшафта и территорий (осуществимый идеал развития территории) и мероприятия по достижению данного состояния; решить задачи по рациональному размещению на территории различных объектов хозяйственной деятельности в соответствии с ресурсами планируемой территории; спрогнозировать реакцию соседних ландшафтов на предполагаемое воздействие; предоставить данные для расчета кумулятивного воздействия на природные системы от существующей, планируемой и возможной в обозримом будущем хозяйственной и иной деятельности.

Результаты. Необходимость глубокого анализа природных свойств ландшафта при градостроительном планировании можно проиллюстрировать на примере трех селитебных территорий: г. Зеленоградск и прилегающие территории (Калининградская область), г. Черемхово (Иркутская область) и Октябрьский округ г. Иркутска.

В практике градостроительного планирования разрабатывается подраздел «природно-ландшафтный каркас города» в составе раздела «охрана окружающей среды» генпланов городов и проектов планировки жилых районов – как своего рода пространственное противопоставление каркасу экономической активности. Природно-экологический каркас признан сегодня базовой конструкцией обеспечения устойчивости развития территорий. Данная сеть призвана выполнять функции поддержания экологической стабильности территории. Однако чаще всего в современной практике к природному каркасу относят территории городских зеленых насаждений, природных охраняемых территорий, лесов зеленой зоны и зоны отдыха, без анализа генезиса, рельефа, поверхностных и подземных вод, климатических характеристик, почв, фито- и зооценозов планируемой территории.

Для **города Зеленоградска** с прилегающими территориями современная ситуация характеризуется увеличивающимся антропогенным давлением, что грозит потерей ценных экосистем, таких как заливные луга по берегу Куршского залива, черноольшаники, верховые болота. Активно происходит расширение селитебных участков за счёт окружающих город территорий (строительство особняков, дорог, газо- и нефтепроводов, линий электропередач). С каждым годом растёт число туристов, стремящихся к побережью Балтийского моря, характеризующемуся высокой чувствительностью к воздействиям. Большую часть территории района (68%) занимают искусственные и вторичные экосистемы, представленные преимущественно антропогенными комплексами агроландшафтов и урбанизированными территориями. Данные обстоятельства обуславливают принципы выделения и организации природно-экологического каркаса (рис. 1).

Целью развития данной территории является сохранение вышеперечисленных территорий, а также

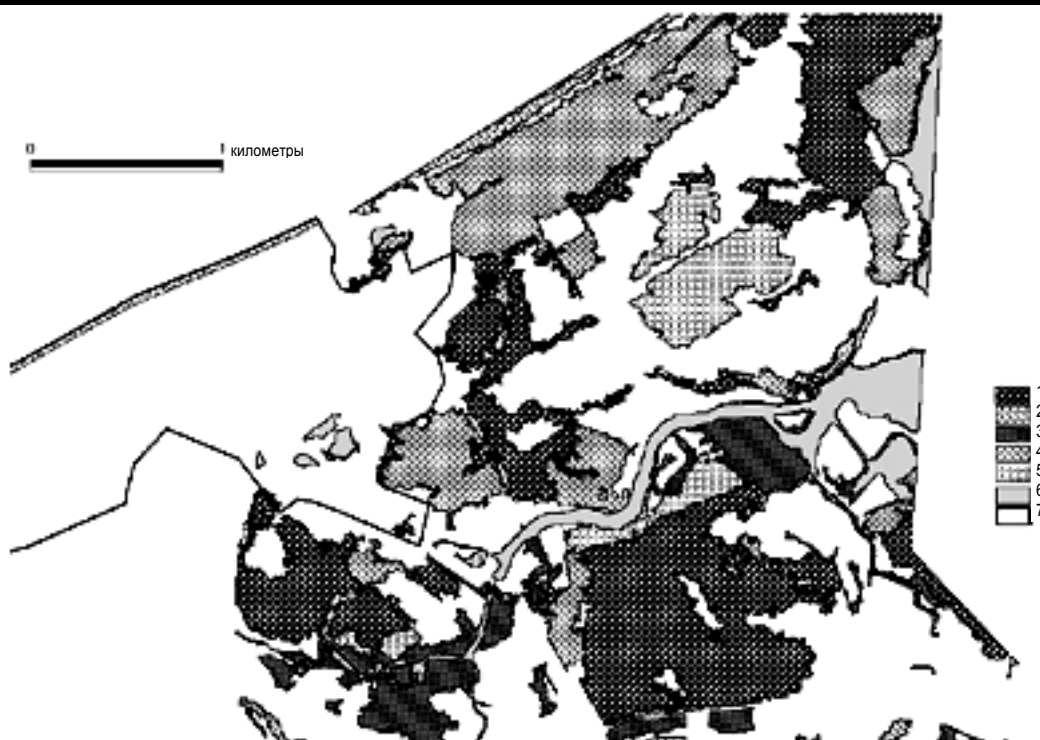


Рис. 1. Карта-схема участков, составляющих экологический каркас территории г. Зеленоградска и его окрестностей: 1 – влажные черноольшаники; 2 – песчаные пляжи; 3 – камышовые сообщества; 4 – широколиственные леса; 5 – верховые болота; 6 – акватории; 7 – граница города

другие планировочные мероприятия. Например, природно-экологическая сеть должна сохранять местобитание редких видов флоры и фауны в условиях развития сельского хозяйства района. Достижение этой цели возможно через организацию лесополос (шириной не менее 10 м) и групп древесно-кустарниковой растительности.

Берегозащитные и водозащитные функции ландшафта зависят от способности ландшафта регулировать поверхностный сток (типа рельефа и крутизны склонов, типа и вида почв и материнской породы, от ее особенностей: наличия кастовых процессов и трещин, растительного покрова, а также от типа землепользования). На рассматриваемой территории тяжелый состав почвенных пород и низменный рельеф привел к тому, что абсолютное большинство почв имеет признаки избыточного увлажнения или заболочено, вследствие чего почвы как лесных, так и сельскохозяйственных угодий осушаются различными способами (открытый и закрытый дренаж, редко полевые системы). В данных условиях необходимо сохранять или улучшать характеристики механического состава почв, охранять их от уплотнения, а в границах селитебных территорий мощение, по возможности, заменять проницаемыми покрытиями. Важно организовать разветвленную систему озеленения населенных мест, особенно территорий с относительно большим уклоном местности.

В итоге, к территории природного каркаса относятся ООПТ территории исследования: курорт «Зеленоградск» в границах города, территория государственного природного национального парка (ГПНП) «Куршская коса». Природно-экологический каркас

включает экосистемы побережья Балтики, верховое болото «Свиное», крупный массив заболоченного ольхового леса, структурно и функционально максимально приближенный к коренным лесным экосистемам. В данную сеть включены лесные массивы и отдельные участки агроландшафта, так называемые экологические коридоры.

На территории **города Черемхово** естественные геосистемы в значительной степени нарушены ведущимися здесь открытыми разработками каменного угля, что привело к сокращению, а в некоторых случаях и к разрушению биологического потенциала земель. Если в 40-ые годы прошлого столетия уголь на территории Черемховского месторождения добывали исключительно шахтным способом, то в настоящее время ведутся только открытые его разработки, а площади угольных разрезов занимают около четверти от общей площади города. Равнинный и пологохолмистый рельеф сменился овражно-балочным, зачастую со значительным перепадом высот и крутыми склонами. За последние 60 лет площади лесов сократились почти в два раза. В результате деградации почвенного и растительного покрова наблюдается усиление эрозийных и эоловых процессов. Эти изменения обусловлены в основном двумя причинами: во многих участках на месте бывших лесов ведутся открытые разработки каменного угля, значительная часть лесов сведена под пашни в процессе сельскохозяйственного освоения территории. В то же время наблюдается резкое сокращение площади пашен, что обусловлено расширением горнодобывающей промышленности и общей тенденцией сокращения сельскохозяйственного производства в районе. [10]. Горнодобывающие

работы влияют на уровень грунтовых вод, способствуют образованию мелких карьерных озер, с одной стороны, и исчезновению болот и заболоченных лугов – с другой.

Довольно слабая организация рекультивации нарушенных территорий определила состав природного каркаса, к которому в основном относятся участки, прилегающие к реке Черемшанка, и лесные территории (рис. 2).

ческие проблемы рассматриваемой территории весьма разнообразны и определяются, с одной стороны, природной обстановкой, а с другой – планировочными решениями и их реализацией в застройке и эксплуатации городских территорий.

Местность представляет собой сильно расчлененный рельеф с узким водоразделом, в основном пологими склонами и наличием хорошо разработанных речных долин. Ведущим фактором формирования

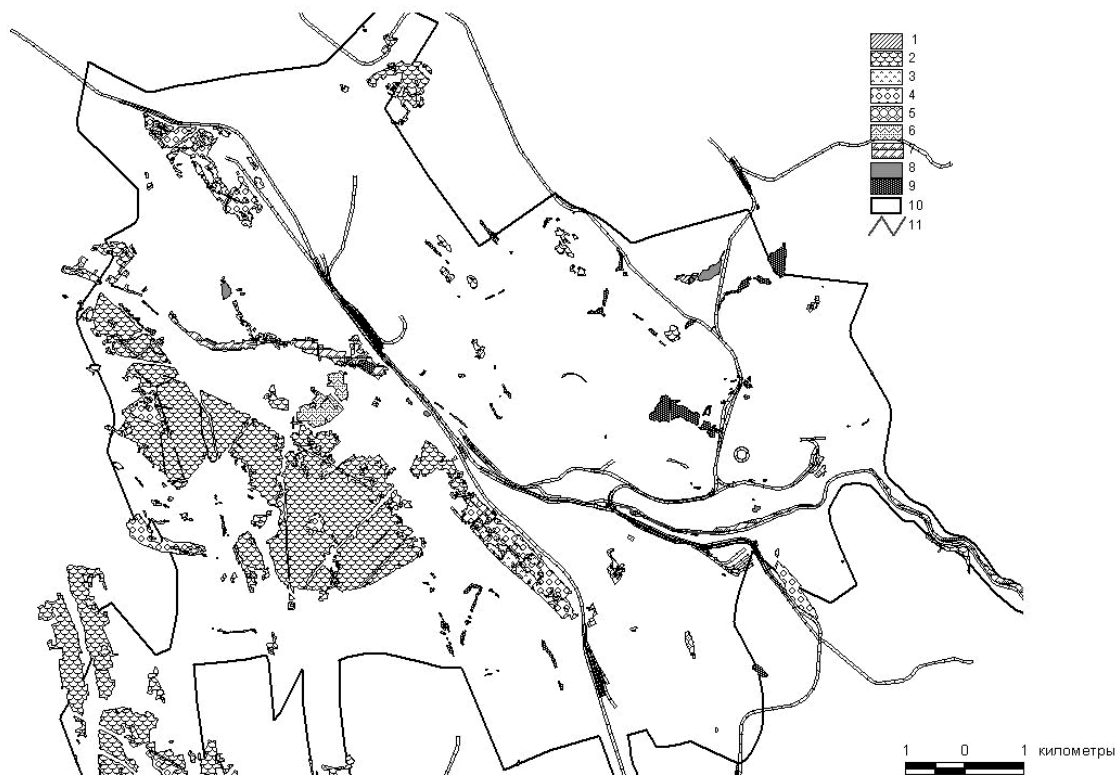


Рис. 2. Карта-схема участков, входящих в экологический каркас территории г. Чермухово: 1 – камышовые сообщества; 2 – вторичные леса; 3 – лесные поляны; 4 – сосновые леса; 5 – тополевые посадки; 6 – парки; 7 – травяные заросли в поймах рек; 8 – озера болотные; 9 – озера рукотворные; 10 – административная граница города; 11 – река

В данном случае желательно провести сельскохозяйственную рекультивацию нарушенных территорий, так как здесь сравнительно комфортные условия для сельхоз производства, в отличие от большинства других районов области, что связано с его географическим положением. Продолжительность вегетационного периода здесь 120-130 дней, сумма температур вегетационного периода, С° – 1700-1850 [5].

На территории города необходимо провести мероприятия по улучшению экологических и эстетических свойств ландшафта. В качестве безотлагательной первой меры следует реализовать озеленение специального назначения (технические зоны, уличное озеленение, санитарно-защитные зоны). Целесообразно создание рекреационной зоны в районе антропогенных озер, сформировавшихся в отработанных карьерах. Следует отметить, что данное направление является перспективным, что подтвердили работы по рекультивации в Германии (г. Коттбус).

Октябрьский округ г. Иркутска занимает южную часть правобережья Ангары и левый склон реки Ушачовка (правобережный приток Ангары). Экологи-

современного рельефа являлись водно-эрозионные процессы, а также денудация, преимущественно в форме оползней и оседания склонов [6]. На правом берегу реки Ангары, на склоне активно развиваются эрозионные процессы. По функциональному назначению (сложившемуся землепользованию) прибрежная территория характеризуется следующим образом. Основные функции побережья Ангары на рассматриваемых участках – жилая, рекреационная (стихийная, неорганизованная), промышленная, коммунально-складская. При большой экологической ценности прибрежной территории и ее высоком природоохранном статусе как водоохранной полосы и береговой защитной полосы по существующему состоянию большинство участков поверхности захлаплено, загрязнено, используется с нарушением природоохранного законодательства. Отсутствует дренажная система дождевых стоков.

На данной территории проживает около 150 тысяч человек (плотность населения около 5000 чел/км²). Столь высокая плотность населения обуславливает и структуру природного каркаса территории. В данном

случае к нему могут быть отнесены в основном территории не подходящие под застройку. Водонасыщенные аллювиальные грунты пойм имеют слабую несущую способность, что может являться причиной недопустимых деформаций зданий и сооружений. Вершинные поверхности (водоразделы и уступы высоких террас) сложены юрскими коренными породами, в основном песчаниками. Эти породы являются достаточно надежными основаниями для фундаментов зданий. Промежуточное значение с точки зрения несущей способности грунтов имеют склоны. В городе вероятны землетрясения силой в 8-9 баллов. Устойчивость

регов, действия волн и разгрузки подземных вод [6].

В данном случае в состав природно-экологического каркаса включены поймы рек, надпойменные террасы, бровки и крутые склоны коренных берегов, днища и склоны различных отрицательных форм рельефа (долины временных водотоков, ложбины, балки, лощины, овраги), непосредственно впадающие в речную долину или озерную котловину, территории вдоль берегов акваторий. На данных территориях необходимо организовать озелененные рекреационные зоны с учетом водозащитных свойств ландшафта (рис. 3).

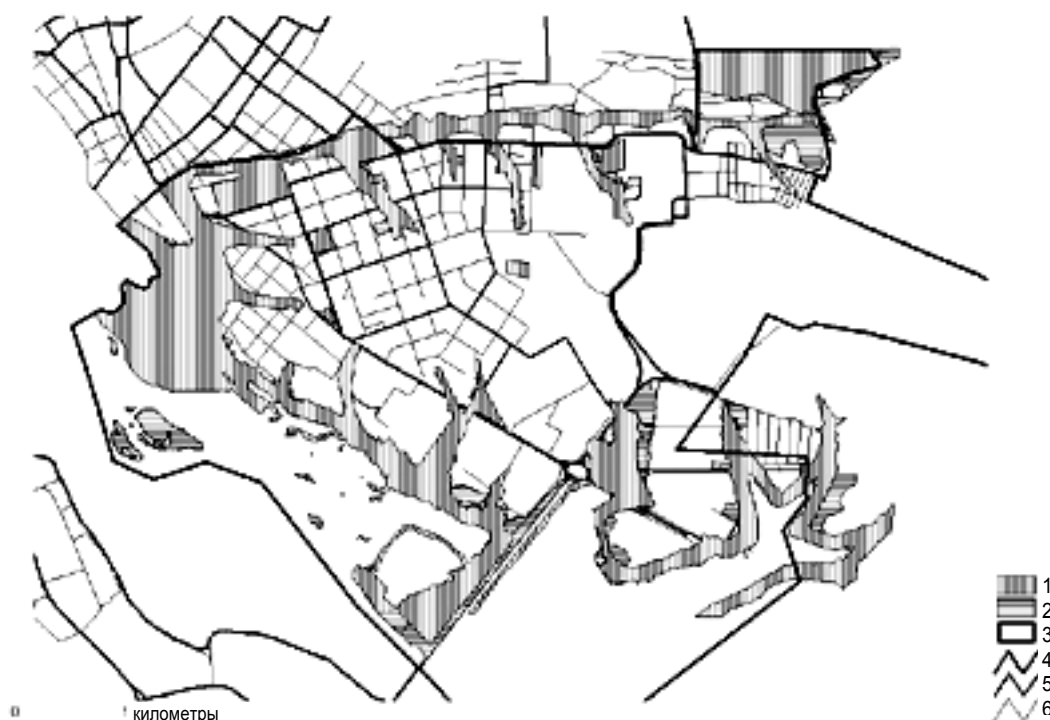


Рис. 3. Карта-схема экологического каркаса территории Октябрьского округа (составлена совместно с докт. арх. наук. А.Г. Большаковым): 1 – участки природно-экологического каркаса; 2 – озелененные территории; 3 – граница округа; 4 – магистральные улицы городского значения; 5 – магистральные улицы районного значения; 6 – улицы местного значения

территории к землетрясениям зависит от насыщенности грунтовыми водами, что также заставляет относить прибрежные территории к зонам риска [3]. На исследуемой территории наблюдается явление повышения уровня грунтовых вод, вызываемое двумя процессами. Заменой естественного почвенного покрова застроенными и заасфальтированными территориями, что практически исключает из водного баланса испарение с поверхности почвы, а также протечки водопроводных и канализационных систем. Эти обстоятельства в сочетании с полной или частичной ликвидацией естественных дренажных систем приводят к подъему зеркала грунтовых вод, снижению несущей способности грунтов основания и, как следствие, деформации зданий и сооружений [6].

После заполнения водохранилища на берегах стали проявляться абразионные процессы. Наблюдаются склоновые деформации: процессы сплывов берегов, которые возникают под влиянием подмыва бе-

Необходимо подчеркнуть, что для представленных выше территорий требуется применение различных подходов к выделению средостабилизирующих участков природного каркаса в зависимости от свойств геосистем и с учетом их использования.

Обсуждение. Экологически ориентированный анализ территории, выполняемый в рамках работ по территориальному планированию, повысит затраты на составление градостроительной документации (генпланов, проектов планировки, и т.д.), но с точки зрения перспективных (долгосрочных) затрат позволит сэкономить средства, затрачиваемые на восстановление ландшафта, будущую перепланировку, а также косвенным образом скажется и на затратах на здравоохранение. Всесторонний учет элементов, свойств, процессов и явлений городского ландшафта позволяет в большей степени сохранять его производительность с точки зрения основных ландшафтных функций (продуцирования кислорода и биомассы, стокоформи-

рующих и стокорегулирующих и др.), оптимизировать рекреационные нагрузки на ландшафт, улучшить эстетические качества территории. Реализация данных целей возможна посредством экологически обоснованного использования средств градостроительной организации территории (планировочная структура, функциональные зоны, плотность и интенсивность застройки, требования к формированию открытых и озелененных пространств и др.).

Именно ландшафтный план указывает на существующие и возможные в будущем ценные природные элементы или территории, конфликты и потенциалы развития и является особенно важным этапом в разработке плана использования территории. Хотя формирование градостроительной документации – это сбалансированное и интегрированное планирование, но только ландшафтное планирование может компетентно и обоснованно сопоставить друг с другом различные планы, в которых предполагается в той или иной степени отрицательное влияние на ландшафт.

Выводы. Перед экологически ориентированным (ландшафтным) планированием сейчас стоит множество существенных и организационных вопросов, ответы на которые позволят определить его роль в организации различных территориальных образований Российской Федерации, а также и в формировании экологического самосознания через вовлечение общественности в процесс планирования. Необходимо определить место ландшафтного планирования в существующей институциональной системе, обеспечить участие в планировании высококвалифицированных специалистов из научных и ведомственных учреждений, а также всех заинтересованных граждан, уточнить методологию, объемы и продолжительность исследования, каналы доступа к информации общественности. Своевременные и обоснованные ответы на поставленные перед ландшафтным планированием вопросы позволят внедрить экологически ориентированное планирование в нормативную базу территориального планирования либо в целом природоохранного законодательства и, возможно, создать новую планировочную структуру в российской практике.

Библиографический список

1. Ландшафтное планирование: инструменты и опыт применения / А.Н. Антипов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. 165 с.
2. Экологически ориентированное землепользование на Ковыктинском газоконденсатном месторождении / А.Н. Антипов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. 159 с.
3. Большаков А.Г. Основы теории градостроительства и районной планировки: учебник для студентов высших учебных заведений. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. 216 с.
4. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии / Дроздов А.В. [и др.]. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. 239 с.
5. Иркутско-Черемховский промышленный район. Иркутск, 1969. 240 с.
6. Кадетова А.В. Инженерно-геодинамическая эволюция урбанизированных территорий (на примере г. Иркутска) / Рос.Академия наук Сибирск.отд.земной коры. Иркутск, 2005. 214с.
7. Ландшафтное планирование для России: итоги и перспективы / материалы междунар. научн. конф. (Иркутск, 5-8 сентября 2006 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2006. 198 с.
8. Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт / А.Н. Антипов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. 141 с.
9. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район / Ю.М.Семенов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. 146 с.
10. Современное состояние и динамика экотонных и лесных геосистем в условиях открытой разработки угля (на примере Верхнего Приангарья) / В.А. Снытко [и др.] // Геогр. и прир. ресурсы. 2000. № 4. С. 87-92.
11. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория / А.Н. Антипов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. 103 с.
12. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Район дельты реки Селенги / А.К. Черкашин [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. 149 с.
13. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район / Е.Г. Суворов [и др.]. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. 140 с.



УДК 621.371.3

АНАЛИЗ ИЗМЕРЕННЫХ И РАССЧИТАННЫХ НАПРЯЖЁННОСТЕЙ ПОЛЯ РАДИОВОЛН УКВ ДИАПАЗОНА

А.И.Агарышев¹, В.Г.Власов², В.Л.Куклин³

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

На основе анализа измеренных и рассчитанных напряжённостей поля радиоволн УКВ диапазона показана более высокая точность двухлучевой модели формирования поля по сравнению с известной формулой Введенского. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: ультракороткие радиоволны; напряжённость поля; коэффициенты отражения; радиосвязь; телевидение.

THE ANALYSIS OF MEASURED AND RATED INTENSITIES OF THE FIELD OF ULTRASHORT RADIOWAVES

A.I.Agaryshev, V.G.Vlasov, V.L.Kuklin

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

Based on the analysis of measured and rated intensities of the ultrashort radiowaves field the authors show higher accuracy of a double-beam model of the field formation in comparison with the well-known Vvedenskiy's formula.

4 figures. 2 tables. 6 sources.

Key words: ultrashort radiowaves; field intensity; reflection coefficients; wireless; television.

Введение. При проектировании радиотехнических систем, использующих диапазон ультракоротких волн (УКВ) длиной $\lambda = 1-10$ м для радиосвязи и телевидения, необходимы расчёт напряженности поля УКВ (E). С этой целью широко используют приближенную формулу Введенского, которая следует из двухлучевой модели формирования поля УКВ [1]. Согласно этой модели значения E рассчитывают как результат интерференции прямых и отражённых от Земли лучей с учётом их амплитуд и фаз. При этом необходимы аналитические выражения для модулей R_v, R_g и фаз ϕ_v , ϕ_g комплексных коэффициентов отражения УКВ от поверхности Земли при вертикальной и горизонтальной поляризации поля радиоволны. Эти выражения получены ниже с учётом углов отражения γ (рис. 1), проводимости σ и диэлектрической проницаемости ϵ почвы.

Цель статьи – разработка вопросов применения двухлучевой модели формирования поля УКВ и анализ точности расчётов напряжённостей поля УКВ с использованием этой модели и формулы Введенского по результатам измерений уровней телевизионных радиосигналов.

1. Алгоритм расчёта напряжённости поля УКВ для двухлучевой модели. Выражения для комплексных коэффициентов отражения радиоволн вертикальной и горизонтальной поляризации имеют вид [2]:

$$\dot{R}_v = \frac{\epsilon_k \sin \gamma - \sqrt{\epsilon_k - \cos^2 \gamma}}{\epsilon_k \sin \gamma + \sqrt{\epsilon_k - \cos^2 \gamma}},$$

$$\dot{R}_z = \frac{\sin \gamma - \sqrt{\epsilon_k - \cos^2 \gamma}}{\sin \gamma + \sqrt{\epsilon_k - \cos^2 \gamma}},$$

где $\epsilon_k = \epsilon - j60\lambda\sigma$. Определять R_v, R_g и ϕ_v , ϕ_g можно по известным графикам Берроуза [1], но пользоваться этими графиками для больших объёмов расчётов крайне неудобно. С целью получения аналитических выражений для R_v, R_g и ϕ_v , ϕ_g обозначим $A = \epsilon - \cos^2 \gamma$, $B = -60\lambda\sigma$. Тогда:

$$\sqrt{\epsilon - j \cdot 60 \cdot \lambda \cdot \sigma - \cos^2 \gamma} =$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2} \cdot e^{j \cdot \frac{\phi}{2}} = |C| \cdot e^{j \cdot \frac{\phi}{2}},$$

где $|C| = \sqrt{A^2 + B^2}$, $\phi = \arctg \frac{B}{A}$;

$$R_v = \frac{\epsilon + jB - \frac{\sqrt{|C|}}{\sin \gamma} \cdot e^{j \cdot \frac{\phi}{2}}}{\epsilon + jB + \frac{\sqrt{|C|}}{\sin \gamma} \cdot e^{j \cdot \frac{\phi}{2}}} = \left\{ \frac{\sqrt{|C|}}{\sin \gamma} = C_1 \right\} =$$

$$= \frac{\epsilon - C_1 \cos \frac{\phi}{2} + j \left(B - C_1 \sin \frac{\phi}{2} \right)}{\epsilon + C_1 \cos \frac{\phi}{2} + j \left(B - C_1 \sin \frac{\phi}{2} \right)} = \left| \frac{R_{1v}}{R_{2v}} \right| e^{j \phi_v};$$

¹Агарышев Анатолий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры радиоэлектроники и телекоммуникационных систем, старший научный сотрудник, тел.: (3952)405129.

Agaryshev Anatoliy Ivanovich, a doctor of physical and mathematical sciences, a professor of the Chair of Radio Electronics and Telecommunication Systems, a senior research worker, tel.: (3952)405129.

²Власов Валерий Георгиевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математики.

Vlasov Valeriy Georgievich, the head of the Chair of Mathematics of Irkutsk State Technical University, a doctor of mathematical sciences, a professor.

³Куклин Владимир Львович, аспирант.
Kuklin Vladimir Lvovich, a postgraduate.

Таблица 1

Рассчитанные по формуле Введенского (Ев) двухлучевой модели (Е) напряжённости поля и результаты измерений Ез для дальности 8 км

Канал	f, Мгц	Направление	Ев, мВ/м	Ез, мВ/м	Е, мВ/м	Ез/Ев	Ез/Е
1	48.5	Ангарск	14,6/14,6	14,0	13,1/13,1	0,95/0,95	1,07/1,07
		Оёк	14,6/21,9	14,0	13,1/19,1	0,95/0,64	1,07/0,73
		Шелехов	14,6/14,6	10,2	13,1/13,1	0,69/0,69	0,78/0,78
3	88	Листвянка	14,6/21,9	17,6	13,1/19,1	1,20/0,81	1,34/0,92
		Ангарск	44,2/44,2	72,4	38,9/38,9	1,64/1,64	1,86/1,86
		Оёк	44,2/66,3	32,4	38,9/56,3	0,73/0,48	0,83/0,58
11	217	Шелехов	44,2/44,2	50,1	38,9/38,9	1,13/1,13	1,29/1,29
		Листвянка	44,2/66,3	27,2	38,9/56,3	0,62/0,41	0,69/0,48
		Ангарск	50,4/42,6	10,5	38,4/34,4	0,21/0,25	0,27/0,30
		Оёк	50,4/63,9	56,2	38,4/44,1	0,11/0,08	0,15/0,13
		Шелехов	50,4/42,6	12,8	38,4/34,4	0,25/0,31	0,33/0,37
		Листвянка	50,4/63,9	19,72	38,4/44,1	0,39/0,31	0,51/0,45

$$|R_{1e}| = \sqrt{(\varepsilon - C_1 \cos \frac{\phi}{2})^2 + (B - C_1 \sin \frac{\phi}{2})^2}, |R_{2e}| = \sqrt{(\varepsilon + C_1 \cos \frac{\phi}{2})^2 + (B + C_1 \sin \frac{\phi}{2})^2};$$

$$\phi_e = \arctg \frac{B - C_1 \sin \frac{\phi}{2}}{\varepsilon - C_1 \cos \frac{\phi}{2}} - \arctg \frac{B + C_1 \sin \frac{\phi}{2}}{\varepsilon + C_1 \cos \frac{\phi}{2}};$$

$$R_{1z} = \frac{\sin \gamma - \sqrt{C} e^{j \frac{\phi}{2}}}{\sin \gamma + \sqrt{C} e^{j \frac{\phi}{2}}} = \frac{\sin \gamma - \sqrt{C} \cos \frac{\phi}{2} - j \sqrt{C} \sin \frac{\phi}{2}}{\sin \gamma + \sqrt{C} \cos \frac{\phi}{2} + j \sqrt{C} \sin \frac{\phi}{2}} = \left[\begin{matrix} a_1 = \sqrt{C} \cos \frac{\phi}{2} \\ b_1 = \sqrt{C} \sin \frac{\phi}{2} \end{matrix} \right] = \frac{\sin \gamma - a_1 - j b_1}{\sin \gamma + a_1 + j b_1} = \frac{|R_{1z}|}{|R_{2z}|} e^{j \phi_z};$$

$$R_{1z} = \sqrt{(\sin \gamma - a_1)^2 + b_1^2} \cdot e^{-j \cdot \arctg \frac{b_1}{\sin \gamma - a_1}};$$

$$R_{2z} = \sqrt{(\sin \gamma + a_1)^2 + b_1^2} \cdot e^{-j \cdot \arctg \frac{b_1}{\sin \gamma + a_1}};$$

$$|R_z| = \sqrt{\frac{(\sin \gamma - a_1)^2 + b_1^2}{(\sin \gamma + a_1)^2 + b_1^2}}, \phi_z = -\arctg \frac{b_1}{\sin \gamma - a_1} - \arctg \frac{b_1}{\sin \gamma + a_1}.$$

Затем рассчитанные значения Rв, Rг и фв, фг используются в расчётах модулей напряжённостей поля УКВ в соответствии с выражениями из работ [1,3], что позволяет учитывать сферичность Земли на основе алгоритма расчёта угла отражения γ, предложенного в работе [3].

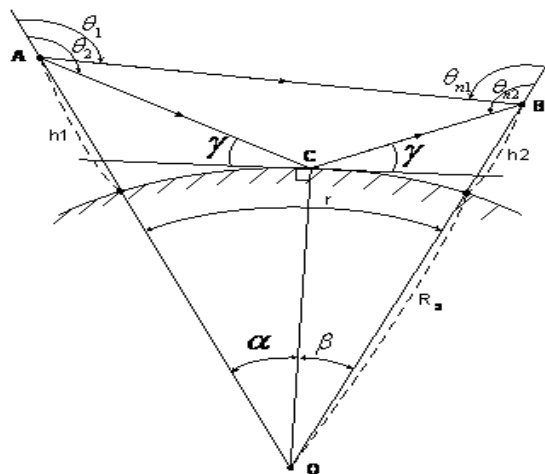


Рис. 1. Формирование поля УКВ при сложении прямого (AB) и отражённого от поверхности Земли (ACB) лучей

2. Программа для расчётов напряжённостей поля УКВ. Разработанный алгоритм расчёта напряжённости поля УКВ реализован в среде программирования Delphi 7. Окно ввода данных в разработанную программу приведено в работе [4], где задаются коэффициенты затухания волны в фидере между передатчиком и передающей антенной, длина фидера, коэффициент бегущей волны в фидере, измеренное значение напряжённости поля. В программу можно вводить эффективные значения радиусов Земли, что согласно [1] позволит учитывать эффекты преломления УКВ в тропосфере. Программа рассчитывает геометрические параметры прямого и отраженного лучей в соответствии с рис. 1, т.е. дальности прямого и отраженного лучей, угловые характеристики этих лучей, необходимые для учёта диаграмм направленности передающей и приёмной антенн, напряжённости полей для прямых и отраженных лучей, модуль напряжённости поля суммы этих лучей с учётом их фаз, напряжённость поля по формуле Введенского.

3. Анализ результатов измерений и расчетов. Методики измерений напряжённостей поля УКВ, выполненных в окрестности Иркутского областного ра-

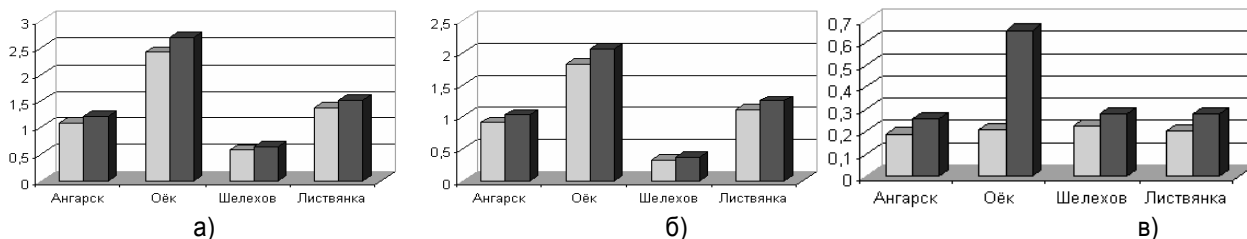


Рис. 2. Отношения измеренных и рассчитанных напряжённостей поля для расстояния 12 км

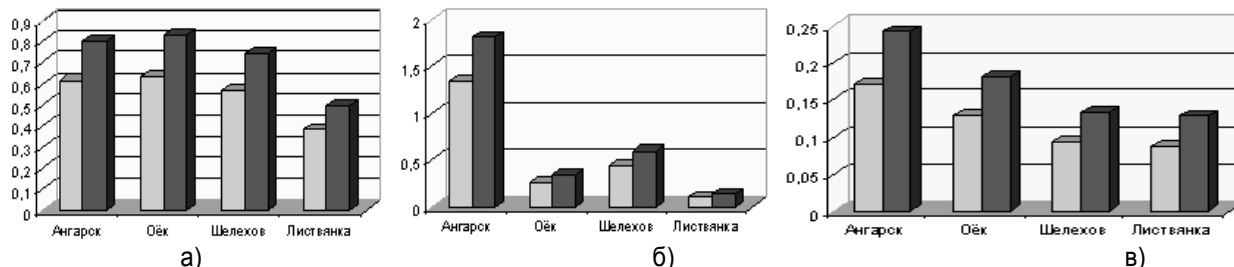


Рис. 3. Отношения измеренных и рассчитанных напряжённостей поля для расстояния 24 км



Рис. 4. Отношения измеренных и рассчитанных напряжённостей поля для расстояния 36 км

диотелепередающего центра (ИОРТПЦ), изложены в работе [5], где приведены также исходные данные для расчётов этих напряжённостей. Измерения проводились на разных расстояниях от ИОРТПЦ при приёме радиосигналов передатчиков 1,3,5,11 телевизионных каналов.

В отличие от работы [5] мощности передатчиков умножались на коэффициент 0.327, учитывающий уменьшение мощности излучения реального сигнала по сравнению с мощностью, которая реализуется для экрана телевизора чёрного цвета. Отличие от работы [5] также в расчётах полей горизонтальной поляризации, излучаемых типовыми телевизионными антеннами. Ещё одно отличие заключается в задании высот приёмной антенны h_2 по топографическим картам. Пример сравнения результатов измерений и расчетов напряжённостей поля УКВ с учётом (курсив) и без учёта высот даёт табл. 1, откуда видно, что напряжённости поля УКВ, рассчитанные по двухлучевой модели меньше рассчитанных по формуле Введенского и ближе к результатам измерений. Уменьшение E_z для канала 11 с более высокой рабочей частотой по сравнению с каналами 1,3 можно объяснить увеличением поглощения УКВ в зданиях, растительности, а также более сильным затуханием при дифракции волн на неоднородностях рельефа.

Табл. 1 показывает также, что задание высот по топографической карте позволяет в большинстве ситуаций улучшить соответствие расчётных и экспериментальных напряжённостей поля УКВ на удалении 8 км от ИОРТПЦ.

Отношения измеренных напряжённостей поля к рассчитанным по формуле Введенского (светлые

столбцы) и по двухлучевой модели (тёмные столбцы) для удалений 12,24,36 км от ИОРТПЦ приведены на рис. 2-4, где а) соответствует каналу 1, б) – каналу 3, в) – каналу 11.

Анализ рис. 2-4 подтверждает сделанные выше выводы о более высокой точности двухлучевой модели поля УКВ по сравнению с формулой Введенского. Отметим превышение измеренных E_z над рассчитанными на рис. 3,а,б для Оёка, что можно объяснить экранировкой отражённого от Земли луча на приподнятом участке местности [3,6]. Существенное уменьшение E_z по сравнению с E (рис.4,б - Листвянка) можно объяснить экранировкой прямого луча рельефом местности между передающей и приёмной антеннами, когда приём УКВ возможен при дифракции волн на препятствиях, что даёт дополнительное ослабление поля [1]. Табл. 2 характеризует точность расчётов напряжённостей поля УКВ по формуле Введенского и по двухлучевой модели за исключением таких аномальных ситуаций.

Таблица 2

Средние отношения измеренных и рассчитанных напряжённостей поля

Учёт высот	да			нет		
	48.5	88	217	48.5	88	217
$(E_z/E_v)_{cp}$	0,84	0,71	0,32	0,80	0,61	0,29
$(E_z/E)_{cp}$	1,03	0,91	0,43	0,99	0,74	0,40

Анализ результатов измерений и расчётов напряжённостей поля УКВ позволяет сформулировать следующие выводы по результатам выполненной работы:

1. Получены формулы расчёта модулей и фаз ко-



эффицентивов отражения волн от поверхности Земли при вертикальной и горизонтальной поляризации поля излучаемых радиоволн.

2. Разработаны алгоритм и программа расчёта напряжённости поля УКВ, основанные на двухлучевой модели формирования поля, учитывающие поляризацию радиоволн, параметры передающей аппаратуры, расстояния до пунктов измерения и высоты этих пунктов, проводимость и диэлектрическую проницаемость почвы между передающей и приёмной антеннами.

3. Экспериментально подтверждена более высокая точность двухлучевой модели формирования поля УКВ по сравнению с расчётами напряжённости поля по формуле Введенского.

4. Показано повышение точности расчётов E при задании высот пунктов измерений.

5. Показана возможность усиления поля УКВ на возвышенных участках местности за счёт экранировки отражённого от поверхности Земли луча, а также ослабление поля УКВ при экранировке прямого луча рельефом местности между передающей и приёмной антеннами.

6. Показано дополнительное ослабление поля УКВ по сравнению с расчётами по двухлучевой модели при увеличении рабочей частоты.

Библиографический список

1. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. М.: Связь.

1972. 336 с.

2. Айзенберг Г.З. Коротковолновые антенны. М.: Связь. 1985. 536 с.

3. Агарышев А.И., Зверев А.Г., Краснояров А.Е. Анализ измеренных и рассчитанных напряжённостей поля радиоволн с целью оптимизации положения приёмного пункта системы радиосвязи с самолётами // Современные проблемы радиоэлектроники и связи: материалы VI Межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. С. 14-25.

4. Сравнение результатов измерений и расчётов напряжённостей поля радиоволн УКВ диапазона на основе приёма сигналов телевидения / А.И.Агарышев [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и связи: материалы VIII Всерос. науч.-тех. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. С.33-39.

5. Анализ результатов измерений и расчётов напряжённостей поля радиоволн в окрестности радиотелепередающего центра / А.И.Агарышев [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и связи: материалы VII Межвузовской науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. С. 141-145.

6. Агарышев А.И., Жигалов А.С., Зверев А.Г. Увеличение напряжённости поля УКВ при экранировании отражённой от Земли радиоволны неоднородностями рельефа местности // Современные проблемы радиоэлектроники и связи: материалы VI Межвузовской науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. С. 40-45.

УДК 621

УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ В МОСТОВОЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСХЕМЕ

Г.Т.Касьянов¹, А.В.Сторожко²

¹Русское Физическое Общество,
Московская обл., г. Мытищи, ул. Шараповская, 3.

²ЗАО РЕНТИЦ,
664007, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 26/12.

Рассмотрена схема мостового выпрямителя с нагрузкой в виде дросселя и последовательно подключённого к нему активного сопротивления. Показано, что в такой схеме возможно усиление выпрямленного тока.

Ил. 3. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: ускорение электронов; сверхток; электромагнитная индукция; энергоэкономия; дополнительная электроэнергия.

ELECTRON ACCELERATOR IN THE BRIDGE RECTIFIER ELECTRIC CIRCUIT

G.T.Kasjanov, A.V.Storozhko

Russian Physical Society
3 Sharapovskaya St., Mytishi, Moscow region

Closed joint-stock company RENTIZ
26/12 Timiryazev St., Irkutsk, 664007

The authors consider the circuit of a bridge rectifier with a choke load and a series active resistor. It is demonstrated that the amplification of the rectified current is possible in this circuit.

3 figures. 4 sources.

Key words: electron acceleration; supercurrent; electromagnetic induction; energy economy; additional electric energy.

¹Касьянов Геодим Трофимович, старший научный сотрудник отдела промышленных энергоустановок, тел.: (3952)423248, e-mail: Geodim@yandex.ru

Kasjanov Geodim Trofimovich, a senior research worker of the department of industrial power plants, introduction of new technologies, tel.: (3952)423248, e-mail: Geodim@yandex.ru

²Сторожко Александр Владимирович, кандидат технических наук, член-корреспондент Российской Метрологической академии наук, профессор, тел.: 89148733505.

Storozhko Alexander Vladimirovich, a candidate of technical sciences, a correspondent member of Russian Metrological Academy of Sciences, introduction of new technologies, a professor, tel.: 89148733505.



Известно ([1], [2]), что в нелинейных электросхемах, в частности, в выпрямительных, при определённых условиях возникает необычный «ускорительный» режим работы. Такой режим сопровождается появлением в нагрузке выпрямленного тока, величина которого существенно превышает величину переменного тока на входе выпрямителя, вследствие чего он был назван ранее автором «сверхтоком».

В [1] представлена схема такого выпрямителя с дросселем в цепи нагрузки, но без фильтра низких частот, и описан эффект появления в ней сверхтока. В [2] показано, что эффект появления сверхтока обладает абсолютной устойчивостью, а причиной возникновения сверхтока является наличие дросселя в цепи нагрузки выпрямительного моста. Кроме того, там же определены необходимые условия для возникновения ускорительного режима работы и указаны физические процессы, приводящие к его появлению.

В данной работе описаны параметры схемы, описанной в [2], приведены её экспериментальные характеристики и дано разумное пояснение причин появления сверхтока при указанных параметрах.

На рис. 1 представлена схема, использованная при проведении одной из серий экспериментов с мостовым выпрямителем, работающим в режиме со сверхтоком. Задача этих опытов – показать практически роль дросселя при ускорительном режиме работы выпрямителя.

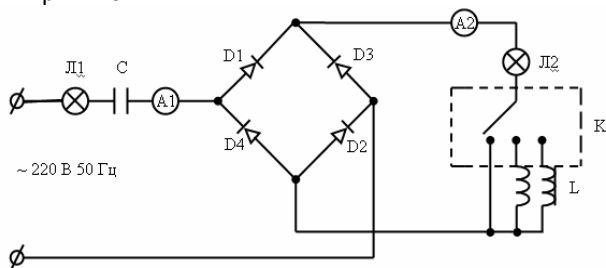


Рис. 1. Схема, использованная при проведении экспериментов с мостовым выпрямителем

На схеме, приведенной на рис. 1, источником входного сигнала является напряжение однофазной сети 220 В, 50 Гц. Л1 и Л2 – одинаковые по типу лампы накаливания с внутренним сопротивлением от единиц до сотни Ом, при котором и возникает упомянутый эффект; введены в схему для придания наглядности её работы, параметры: 6,3 В; 0,3 А или 12 В; 12 Вт. А1 – амперметр, измеряющий переменный ток, А2 – амперметр постоянного тока, класс точности 0,5 Вт. С – конденсатор на рабочее напряжение не менее 250 В ёмкостью 0,3 Мкф; эта ёмкость зависит от требуемой величины рабочего тока, используемых в опыте ламп накаливания и частоты внешнего генератора. Д1-Д4 – выпрямительный диодный мост типа КЦ-405. L – дроссель с железным сердечником, номиналом в несколько Генри или от 0,1 до 0,8 Гн. К – ключ, подключающий дроссель последовательно с активной нагрузкой моста, либо отключающий его, оставляя в ней лишь активную нагрузку, либо подключающий индуктивность без сердечника.

Со схемой были проведены следующие опыты (1, 2, 3).

1. Нагрузка выпрямителя активна, дроссель L отключён.

При подаче на вход схемы напряжения сети переменный ток во входной цепи и выпрямленный ток в цепи нагрузки практически одинаковы по величине, что фиксируется измерительными приборами А1 и А2, а также визуально: лампы Л1 и Л2 горят с одинаковой яркостью, включены последовательно относительно внешнего генератора напряжения.

2. В нагрузочной цепи выпрямителя к активной нагрузке подключён последовательно дроссель L.

Теперь при подаче на вход того же напряжения возникает необычное явление: лампа Л2 начинает светить гораздо ярче, чем лампа Л1, а амперметр А2 фиксирует ток, по величине в 1,5-3 раза больший (зависит от подбора элементов), чем ток в эксперименте 1. При этом ток во входной цепи остаётся прежним. Почему же лампы светят неодинаково, если они включены, как мы уже сказали, последовательно относительно внешнего генератора?

Лампа Л2 светит ярко оттого, что в цепи нагрузки возник ещё один источник электроэнергии. Его роль, как вытекает из [2], выполняет дроссель L, в обмотке которого при заданном режиме работы выпрямителя существенно возрастает скорость электронов. А относительно дросселя лампы Л1 и Л2 включены отнюдь не последовательно, поэтому и светят по-разному (рис. 2 и 3).

Эксперимент 3 позволяет пояснить вышесказанное.

3. Повторим опыт, используя в нагрузке моста индуктивность без железного сердечника. В этом случае амперметры А1 и А2 фиксируют одинаковые показания и эффекта сверхтока не наблюдается.

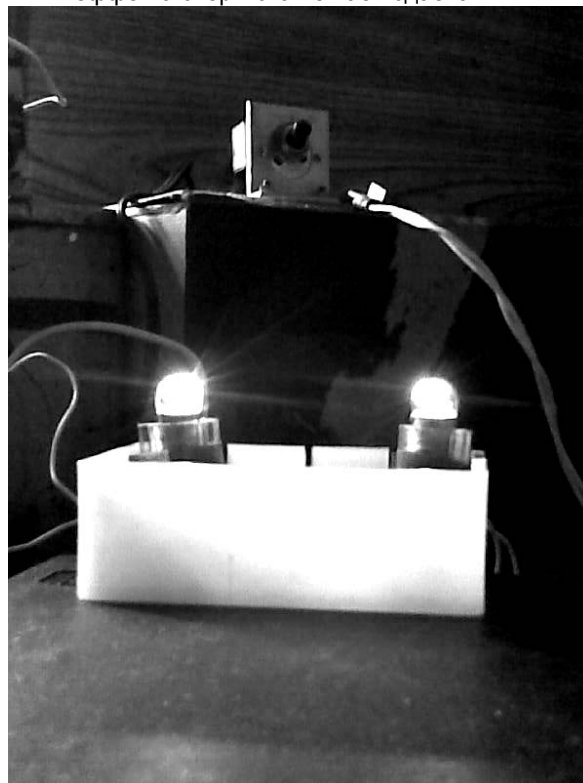


Рис. 2. Дроссель выключен

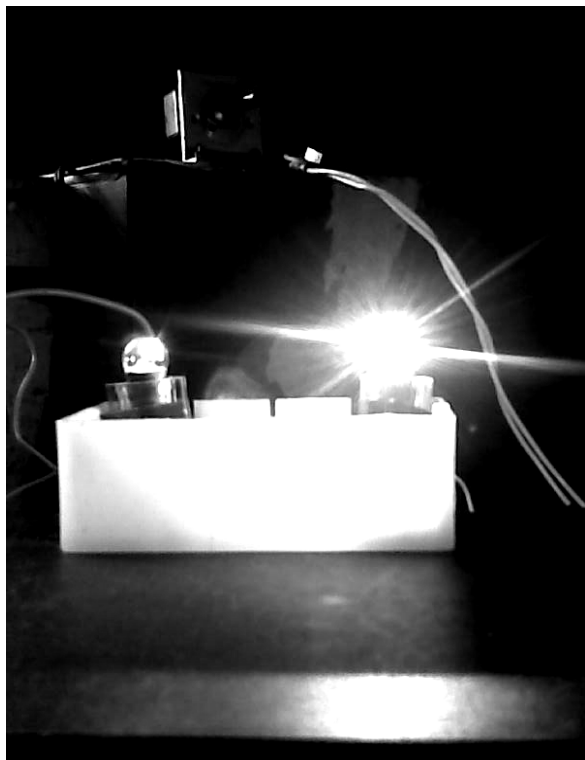


Рис. 3. Дроссель включен

Какова же причина появления в схеме сверхтока при наличии в ней дросселя с железным сердечником и какова причина его отсутствия при индуктивности без сердечника? Укладывается ли данный эффект в рамки известных физических явлений?

На наш взгляд, вполне. Хорошо известно, что электромагнитная индукция способна при определённых условиях ускорять электроны, движущиеся в цепи, охватываемой силовыми линиями магнитного поля (см., например, [3]). Это одно из следствий закона Фарадея.

В нашем случае (эксперимент 2) происходит подобное ускорение, скорость электронов возрастает, что и приводит к резкому увеличению тока (ибо ток –

это заряд в единицу времени). Но в эксперименте 3 используется индуктивность без железного сердечника и эффект не наблюдается. Совершенно очевидно, что в этом случае магнитные силовые линии поля рассеяны, не сосредоточены вблизи обмотки дросселя так плотно, как при наличии железного сердечника. В этом случае нет ускорения электронов и отсутствует описываемый полезный эффект.

Приведённая схема позволяет в режиме экономии использовать не только лампы накаливания, но и другие электрические устройства. Например, при малых энергозатратах приводить в действие устройства, потребляющие значительный ток. Легко демонстрируется такой опыт: мостовой выпрямитель с микродвигателем постоянного тока, но без дросселя L в нагрузке вырабатывает ток, недостаточный для запуска двигателя. Двигатель не работает. Но при включении ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО с двигателем дросселя L выпрямленный ток, как показано выше, резко возрастает и двигатель устойчиво работает с угловой скоростью более 600 оборотов в минуту.

Описываемая здесь схема запатентована [4].

В заключение отметим, что дальнейшее исследование и разработки, направленные на увеличение сверхтока в нелинейных схемах, могли бы привести к внедрению в промышленную энергетику такого способа получения дополнительной электроэнергии.

Библиографический список

1. Касьянов Г.Т. Феномен вращения электрического тока в нелинейной электрической системе // Новая энергетика. 2005. №2 (21). С. 27.
2. Касьянов Г.Т. Ускоритель электронов с замкнутым циклом // Научный журнал Русского Физического Общества «ЖРФМ». 2007. №1-12. С. 39.
3. Гринберг А.П. Ускорение электронов с помощью электромагнитной индукции // УФН. 1945. Т. 27. Вып. 1. С. 53-54.
4. Касьянов Г.Т., Касьянов В.Г. Устройство питания электрорadioустройств // Патент №76515, приоритет от 30.04.2008.

УДК 621.391.1

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ

А.Е.Краснояров¹

Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Описана система мониторинга экосистемы озера Байкал. Рассмотрены технические аспекты использования промышленного контроллера для организации комплекса мониторинга и сети GSM для передачи информации.

Ил. 1. Библиогр. 2 назв.

Ключевые слова: телекоммуникации; передача данных; промышленный контроллер; мониторинг; экосистема.

AUTOMATED INFORMATIONAL AND MEASURING COMPLEX FOR CONTINUOUS MONITORING OF ECOSYSTEM OF THE LAKE BAIKAL

A.E.Krasnoyarov

Irkutsk State Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

¹Краснояров Александр Евгеньевич, аспирант, тел. 89641128368.

Krasnoyarov Alexander Evgenjevich, a postgraduate, tel.: 89641128368.



The author describes the monitoring system of the ecosystem of the lake Baikal. He examines technical aspects of the application of an industrial controller for the organization of the monitoring complex and a GSM network for data transmission.

1 figure. 2 sources.

Key words: telecommunications; data transmission; industrial controller; monitoring; ecosystem.

Постановка задачи. Озеро Байкал – самое большое пресноводное озеро мира. Оно содержит около 20% пресной воды земного шара и в нем обитает около 2000 видов эндемичных организмов. При растущей рекреационной нагрузке на озеро необходимо слежение за изменением его уникальной экосистемы. Состояние экосистемы озера можно оценить при комплексном, долговременном и обширном мониторинге основных параметров водной и воздушной фаз. Установлено, что сезонные изменения параметров экосистемы охватывают деятельный слой до глубины 150 – 200 м. Максимальные сезонные изменения характеристик водных масс имеют место в приповерхностном слое, этот слой также подвержен антропогенному воздействию[1].

Было принято решение разработать универсальную систему долговременного мониторинга, базируемую на судах гражданского назначения (пассажирские, грузовые). В список задач системы должны входить: слежение за параметрами экосистемы озера, сбор и предварительный анализ информации. Автоматический комплекс аппаратных устройств и программных продуктов предназначается для сбора, обработки, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной информации (гидрологической, биологической, химической и т.д.) о характеристиках поверхностных вод и приводного слоя воздуха озера Байкал.

Актуальность создания автоматической системы диктуется необходимостью проведения долговременных комплексных исследований и мониторинга меняющейся водной среды озера Байкал. Разрабатываемая система носит универсальный характер, что позволяет использовать её на различных природных объектах. На основании накопленной информации о состоянии различных параметров экосистемы озера становится возможным произвести научно обоснованный анализ воздействия деятельности человека на озеро Байкал.

Описание решения. Для решения поставленной задачи разработан автоматический программно – аппаратный комплекс, включающий в себя центральный пункт приема и обработки информации и автоматический комплекс, осуществляющий мониторинг экосистемы озера.

Центральный пункт приема и управления состоит из аппаратуры связи, обеспечивающей выход в Internet и сервера на базе ПЭВМ. Сервер работает под управлением операционной системы Linux. Пункт предназначен для сбора и регистрации текущей и "исторической" информации о состоянии водной среды, ее анализа, а также управления режимами сбора информации. Данные с автоматического комплекса в случае нахождения в зоне действия сети GSM передаются на сервер. Пользователь может отслеживать

состояние системы, выходя на сервер через сеть Internet.

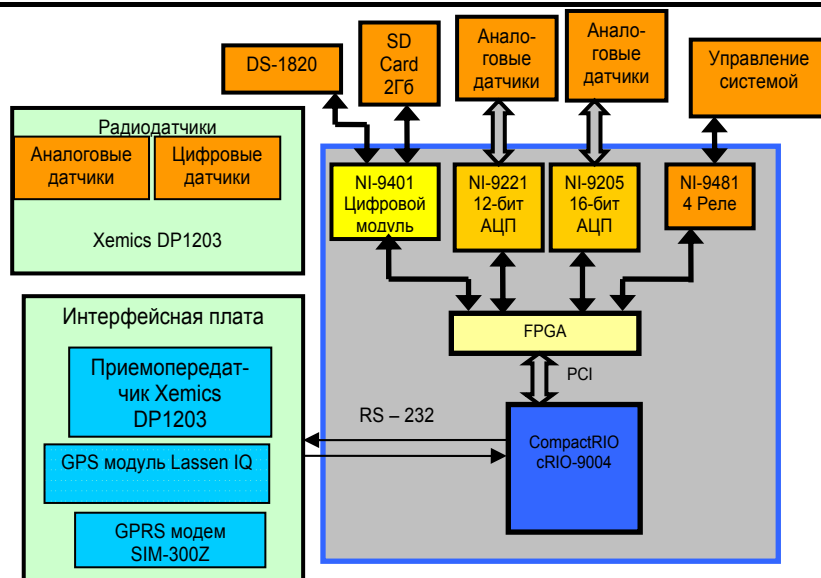
Автоматический комплекс должен выполнять длительные измерения гидрофизических, гидрохимических и биофизических характеристик поверхностных вод, а также обеспечить предварительную обработку и хранение информации. К ключевым параметрам экосистемы, которые можно контролировать в режиме реального времени, относятся: температура воды и воздуха, прозрачность воды, содержание углеводов, концентрация кислорода, флуоресценция хлорофилла поверхностных вод. Измерение данных параметров экосистемы оз. Байкал с координатной привязкой в точке измерений на обширной акватории и в течение длительного времени позволит проводить достоверную оценку изменений состояния экосистемы и своевременно выявить влияние антропогенных факторов.

Основные цели данного проекта: разработка универсального автоматического комплекса; обеспечение постоянного контроля качества поверхностных вод; оценка техногенных воздействий на среду; обеспечение экологической безопасности байкальского региона; расширение технической базы для научных исследований и образовательных программ; оповещение всех заинтересованных организаций об экологической обстановке на водном объекте; картографирование, создание тематических карт и атласов.

Автоматический комплекс. Универсальность данного комплекса обеспечивается его аппаратными и программными составляющими. Под универсальностью понимается возможность гибкого изменения программы мониторинга: набора датчиков, алгоритма, а также возможность установки на различные суда с минимумом программных и аппаратных доработок.

В состав комплекса входят: аппаратная часть, включающая промышленный контроллер, интерфейсную плату, набор радиомодулей, а также набор различных датчиков, и механическая часть, включающая в себя систему забора и слива воды, резервуар(-ы), в котором(-ых) производятся основные измерения параметров. Общий принцип функционирования комплекса заключается в следующем. Комплекс монтируется на судне: устанавливается аппаратная и механическая часть, разворачивается сеть радиомодулей с датчиками. Маршрут судна заранее известен. В определенных точках маршрута происходит забор заборной воды, которая исследуется по заранее определенной программе. Точек забора на маршруте может быть множество. Вся работа комплекса полностью автоматизирована.

При разработке автоматического комплекса (рисунк) за аппаратную основу взят промышленный встраиваемый контроллер реального времени CompactRIO cRIO-9004, реконфигурируемое шасси cRIO-



Функциональная схема автоматического комплекса

9103 на основе ПЛИС и набор модулей С-серии, все устройства производства компании National Instruments.

Контроллер cRIO-9004 выполнен на основе процессора серии x86, работающего на частоте 195МГц. В комплексе используются следующие модули: NI-9401 – 8-канальный модуль цифровых входов/выходов; NI-9221 – 8-канальный 12-битный АЦП 800 кв/с; NI-9481 – 4-канальный SPST реле; NI-9205 – 32-канальный 16-битный АЦП 250 кв/с. Модуль NI-9401 используется для работы с SD картой объемом 2Гб, а также подключения цифровых датчиков, в том числе и датчика уровня воды в резервуаре и др. Модули АЦП предназначены для подключения аналоговых датчиков. Модуль реле предназначен для управления внешними устройствами обеспечения забора воды.

Для связи с центральным пультом посредством сети Internet используется GPRS модем SIM300С. Для привязки к глобальным координатам и времени используется GPS модуль LassenIQ. Для упрощения монтажа системы и возможности дальнейшего расширения набора датчиков организуется радиосеть датчиков. Радиосеть выполняется на основе интегральных приемопередатчиков Xemics DP1203. Для организации связи cRIO-9004 с радиосетью датчиков, работы GPRS модема и GPS модуля разработана интерфейсная плата на основе 16-битного контроллера PIC24. Связь контроллером cRIO-9004 осуществляется через последовательный порт.

Накопленная информация передается с использованием GPRS протокола сети GSM. Передаваемый пакет дополняется контрольной суммой CRC8, запаковывается в PPP пакет и передается модулю GPRS, который, используя аппаратный стек TCP/IP, передает пакет на сервер. На сервере информация обрабатывается, анализируется и предоставляется пользователю.

При мониторинге состояния среды контролируются следующие параметры: температура воды и воздуха; атмосферное давление; скорость и направление

ветра у поверхности; относительная влажность воздуха; уровень солнечной радиации; удельная электропроводность воды; прозрачность воды; окислительно-восстановительный потенциал; содержание углеводов; концентрация кислорода; содержание растительных остатков; концентрация ионов водорода; соленость; флуорисценция хлорофилла как косвенный показатель биологического состояния воды. Для контроля этих и ряда других параметров требуется использование различных гидрохимических, гидрофизических и других типов датчиков. Процесс контроля водной среды заключается в закачке заборной воды в резервуар, в котором и происходит измерение параметров.

Особенности системы. В системе в качестве ядра используется высоконадежный промышленный контроллер CompactRIO 9004. В автоматическом комплексе контроллер CompactRIO осуществляет функции управления, сбора и первичной обработки информации, управления системой жизнеобеспечения бортового комплекса, а также поддерживает связь с центральным пунктом приема и обработки информации. При условии нахождения судна в зоне действия сотовой связи, система может осуществлять передачу данных в режиме реального времени и приём команд с центрального пункта управления. Оперативная связь осуществляется в пакетном режиме приема и передачи данных (GPRS, TCP/IP). В течение длительного времени данные архивируются и записываются на карту памяти SD.

К особенностям системы следует также отнести возможность контроля и управления автоматизированным комплексом посредством сети Internet. Управление процессом мониторинга осуществляется с сервера, что позволяет оперативно адаптировать процесс мониторинга под изменяющиеся условия и потребности пользователя. Это возможно благодаря наличию телекоммуникационных средств в составе комплекса (GPRS модем).

Выводы. Обеспечение экологической безопасности и своевременное предупреждение чрезвычайных



ситуаций требуют использования современных методов и средств. Важную роль в системе оперативного контроля на обширном пространстве озера Байкал может сыграть автоматическая судовая лаборатория. Полная автоматизация циклов сбора, предварительной обработки, архивирования и передачи информации на центральный пункт позволит выполнять задачи на попутных судах без вмешательства персонала судна. Современные средства автоматизации существ-

венно увеличат эффективность контроля параметров экосистемы озера Байкал.

Библиографический список

1. Шимараев М.Н., Гранин Н.Г. К вопросу о стратификации и механизме конвекции в Байкале // ДАН СССР. 1991. Т. 321. С. 81-385.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 7: справочник по функциям. М.: ДМК Пресс, 2005. 512 с.

УДК 665.6.001.8

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ВЗРЫВООПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Ю.С.Маршалко¹

ОАО «ИркутскНИИХиммаш»,
664074, г. Иркутск, ул. Курчатова, д. 3.

Разработана и внедрена на нефтеперерабатывающем заводе система мониторинга для контроля в режиме реального времени температуры, перемещений реперных точек, а также деформаций горячей стенки аппарата (при помощи высокотемпературных капсулированных тензодатчиков) и экспертной оценки его фактического состояния. Датчики находятся во взрывоопасной зоне.

Ил. 2. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: система диагностического мониторинга; система сбора данных; механические напряжения; тензометрирование; экспертная система; искробезопасная цепь; безопасность эксплуатации; опасный производственный объект.

TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS OF CONTINUOUS MONITORING OF HIGHLY EXPLOSIVE TECHNOLOGICAL OBJECTS

Y.S.Marshalko

Public Corporation "Irkutsk Scientific Research Institute of Chemical Machine Building"
3, Kurchatov St., Irkutsk, 664074

The authors worked out and introduced a monitoring system to control temperature, movements of reference points, and deformations of the hot side of an apparatus with the help of high temperature capsuled tensometers and expert estimation of its actual condition in the real time regime at the oil-refining plant. Sensors are placed in a highly explosive zone. 2 figures. 4 sources.

Key words: diagnostics monitoring system; data collection system; mechanical stresses; tensometering; expert system; spark-proof circuit; exploitation safety; dangerous production object.

Разработка компьютеризированных систем сбора данных и управления относится к определяющим направлениям научно-технического прогресса. Одна из сфер применения таких систем – обеспечение безаварийной эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) [3, 4]. Для России эта задача особенно актуальна в связи со значительным износом технологического оборудования и часто небезопасным размещением ОПО по отношению к населенным пунктам и местам нахождения производственного персонала. Собственники предприятий также заинтересованы во внедрении непрерывной диагностики состояния ОПО, поскольку скидки с платежей страхования гражданской ответственности этих объектов напрямую связаны с их оснащением системами безопасности.

При создании систем непрерывного диагностического мониторинга состояния ОПО следует учитывать

их отличие от систем автоматизации технологических процессов. Первая особенность систем мониторинга связана с задачами нахождения критериев оценки состояния объекта, выбора мест размещения датчиков и допустимого диапазона показаний этих датчиков. Экспериментальное решение этих задач для действующих или вновь создаваемых уникальных объектов, как правило, невозможно, поскольку может привести к их повреждению в ходе исследований. Поэтому необходимо построить математическую модель объекта, позволяющую определить напряженно-деформированное состояние (далее по тексту – НДС) конструкции в различных режимах технологического процесса.

Другая проблема, возникающая при внедрении систем мониторинга ОПО, связана со взрыво- и пожароопасным характером производства на этих объек-

¹Маршалко Юрий Станиславович, старший научный сотрудник отдела новых неразрушающих методов контроля и мониторинга состояния оборудования, тел.: 89041206633, e-mail: marshalko@mail.ru
Marshalko Yuriy Stanislavovich, a senior scientific worker of the Department of new nondestructive control methods and monitoring of equipment condition, tel.: 89041206633, e-mail: marshalko@mail.ru

тах. Данное обстоятельство ограничения на используемое оборудование предъявляет жесткие требования к проектированию и монтажу такой системы – она не должна создавать дополнительной опасности при эксплуатации объекта. Следует также учитывать необходимость функционирования системы мониторинга независимо от технологической автоматики, по крайней мере, на стадии отладки этой системы, что ведет к дополнительным затратам на компьютерное оборудование.

Следует также учитывать, что система не должна генерировать ложные тревоги, ответная реакция на которые может привести к остановке оборудования с существенными экономическими потерями.

И, наконец, разработка и эксплуатация системы мониторинга должны производиться в строгом соответствии с действующим законодательством о промышленной безопасности. Это требует оформления «разрешения на применение» системы в органах государственного регулирования, а также сопутствующей организационно-технической документации для получения этого разрешения [1].

Таким образом, учитывая сложность создания систем непрерывного контроля состояния ОПО, важно не только создать надёжную систему, но и правильно выбирать первоочередные объекты предприятия, нуждающиеся в мониторинге. На ОАО «АНХК» в качестве такого объекта был выбран трансферный трубопровод подачи сырья от печи ПЗ/2 к ректификационной колонне К-11.

Схема контролируемого объекта с осями условной системы координат приведена на рис. 1. Это пространственная, предварительно напряжённая, самкомпенсирующаяся система трубопроводов, состоящая из стальных труб переменной диаметра 530/720/920 мм суммарной длиной 150 м, в конструкции которой при расчётной температуре стенки труб 400оС отсутствуют сильфонные компенсаторы температурного расширения материала. Последнее обстоятельство ведёт к появлению в процессе эксплуатации значительных механических напряжений конструкции. Поэтому для обеспечения безопасной эксплуатации объекта было принято решение о создании системы мониторинга НДС, действующей в режиме реального времени.

С целью предварительного выбора критериев оценки состояния объекта производилась оценка напряжений, возникающих под воздействием температурного расширения трансферного трубопровода на колонну. Вначале с помощью компьютерной программы «Старт» определялись силы и вращающие моменты, действующие в сечении фланцевого соединения патрубка с трубопроводом. Затем в соответствии с методикой [2] проводился расчёт НДС патрубка. Расчёты показали, что максимальная концентрация напряжений, связанных с температурными перемещениями трубопровода и соизмеримых с пределом текучести металла, возникает в зонах приварки патрубка к колонне (точки С1 и С2 на рис.1). Было принято решение установить в эти зоны тензодатчики, ориентированные в кольцевом, меридиональном направлениях

(параллельно осям ОZ и ОX) и под углом 45 градусов к оси ОX, что позволяет измерить величину главных деформаций стенок патрубка.

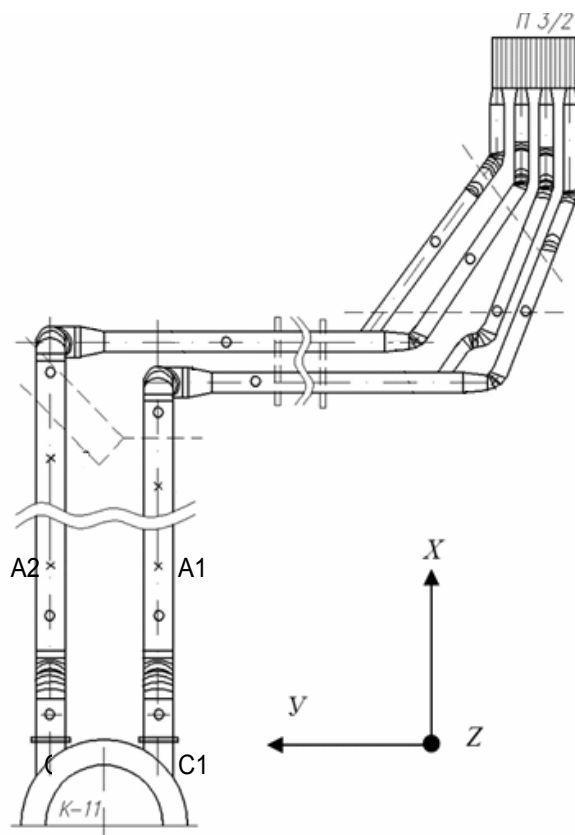


Рис. 1. Схема трансферного трубопровода

Поскольку причиной возникновения напряжений в патрубках является перемещение трубопровода, для независимого определения этих напряжений следует контролировать изменение трёхмерных координат не менее, чем двух точек на каждой трубе (A1, A2, B1, B2).

Поэтому система мониторинга содержит 6 тензометрических каналов контроля деформации стенок патрубков в точках С1 и С2, 12 каналов для определения положения в пространстве четырех реперных точек А1, А2, В1, В2 трубопроводов, а также 4 канала контроля температуры поверхности трубопроводов в точках В1, В2 и патрубков в точках С1 и С2.

Для контроля деформаций стенки трансфера используются капсулированные полумостовые тензорезисторы типа КНС с максимальной рабочей температурой 550оС. С их помощью, в частности, производится оценка накопления пластических деформаций в материале патрубков в зоне врезки их в колонну. Для этого ведется непрерывный контроль деформаций патрубков во время эксплуатации, а также определение остаточной деформации, накопленной за период между плановыми ремонтами с остановом колонны К-11. Величина пластических деформаций материала каждого патрубка определяется и сравнивается с допустимой величиной 0,2%. При остаточной деформации более 0,2% назначается очередное обследование зоны врезки патрубков в колонну. Если деформа-



ция превышает 0,5%, то автоматически выдаётся предписание о прекращении эксплуатации колонны и проведении обследования зоны врезки.

Измерение координат реперных точек А1, А2, Б1, Б2, перемещающихся относительно неподвижных опор, осуществляется датчиками перемещений LWG-225 реостатного типа с диапазоном измерений 0÷225 мм – по три датчика на каждую точку. Они устанавливаются параллельно осям ОХ, ОУ, ОZ в рабочем состоянии трансфера (рис.2).

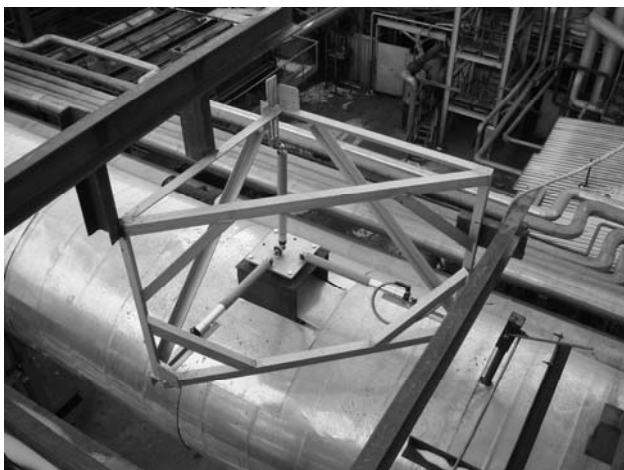


Рис. 2. Датчики перемещения в точке А1

Для контроля температуры в точках Б1, Б2, С1 и С2 используются термоэлектрические преобразователи с характеристикой ТХА, закреплённые на специальных стальных пластинках и закрытых теплоизоляцией.

Сигналы от датчиков по кабельным линиям длиной 300 метров через барьеры искрозащиты поступают на аналоговые входы электронных модулей, где преобразуются в цифровой вид. Далее сигналы обрабатываются по специальному алгоритму для получения координат реперных точек, температуры и величин фактических механических напряжений в зонах патрубков, которые затем сохраняются в базе данных на жестком диске станции оператора.

Для дальнейшей обработки данных применяется экспертная система. Её основой является теоретическая модель объекта, позволяющая по данным о перемещениях реперных точек рассчитать напряжения в патрубках вблизи зон врезки их в колонну и оценить эквивалентные напряжения непосредственно в зонах врезки. Полученные эквивалентные напряжения сравниваются с допускаемыми значениями напряжений σ ($\sigma = 316$ МПа для материала патрубков – сталь 09Г2С) и дополняются данными о величине пластической деформации, полученными с помощью тензодатчиков. Далее экспертная система автоматически определяет техническое состояние, остаточный ресурс объекта, а также возможность его дальнейшей эксплуатации.

Заметим, что сведения о толщине стенки патрубков, необходимые для расчётов остаточного ресурса объекта, вводятся вручную по результатам периодических обследований толщины стенки патрубков методами инструментального контроля. В дальнейшем

предполагается оснастить систему датчиками коррозионного контроля для автоматического получения этих данных.

Программный код алгоритма работы системы сбора данных и экспертной системы был разработан в SCADA-среде TRACE MODE 6, имеющей соответствующие сертификаты на применение в составе ОПО. Результаты работы всей системы мониторинга выдаются на монитор станции оператора в форме набора видеogramм. Экспертная система также автоматически формирует протокол, который при необходимости может быть распечатан в виде документа.

Аппаратная часть системы мониторинга состояния трубопроводов и патрубков трансферных линий состоит из следующих составных частей:

- датчики полевого уровня (тензодатчики, потенциометрические датчики перемещений, термоэлектрические преобразователи), непосредственно установленные на конструктивных элементах аппарата, входящего в состав ОПО;
- аналоговые кабельные линии от датчиков к измерительным каналам;
- шкаф устройства связи с объектом, включающий барьеры искрозащиты, нормирующие преобразователи, модули ввода-вывода, блоки питания, устройство бесперебойного питания;
- цифровая линия связи с операторной станцией и кабели питания;
- операторная станция (промышленный компьютер, монитор, печатающее устройство).

Обеспечение взрывобезопасности является ключевым фактором, определяющим состав и структуру системы. Всё оборудование системы мониторинга размещено в двух зонах В-Iг и Д. Территория размещения технологического оборудования установки ЭЛОУ+АВТ6, включая колонну К-11 и трансферные трубопроводы, относится к классу взрывоопасности В-Iг, границы которой установлены по периметру здания цита управления установкой. В этой зоне находятся все датчики и аналоговые кабельные линии. Здание операторной, где установлено остальное оборудование системы, имеет взрывобезопасную категорию Д.

Для обеспечения безопасности применен тип взрывозащиты электрооборудования «искробезопасная цепь». В системе используются серийно выпускаемые датчики общего назначения, встроенные в защитную оболочку, не имеющие собственного источника тока, которые в соответствии с Правилами [3] могут включаться в состав искробезопасных цепей.

Защита цепей тензодатчиков и датчиков перемещений обеспечивается барьерами искробезопасности, которые установлены в шкафу УСО перед входом измерительных усилителей МР-55. Нормирующие усилители PI-x-ME-THC-1, используемые для регистрации сигналов термопар, имеют собственные искробезопасные входные цепи.

Шкаф УСО и рабочая станция связаны между собой при помощи линии промышленного интерфейса RS-485 и кабеля питания 220 В.

Эксплуатация системы мониторинга осуществля-



ется на основании разрешения на применение, полученного в органах государственного регулирования.

Внедрение системы мониторинга позволило повысить безопасность эксплуатации трансферного трубопровода, предотвращать возможные нештатные ситуации, получить дополнительные сведения об изменении состояния основных элементов трубопровода и патрубков в процессе эксплуатации.

Библиографический список

1. ПБ 09-563-03 Правила промышленной безопасности

для нефтеперерабатывающих производств.

2. ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок М., 1989.

3. Стандарт организации «Мониторинг оборудования опасных производств. Порядок организации» (СТО-03-002-08). Серия 03 / кол. авт. М.: Химическая и компрессорная техника, 2008. 28 с.

4. Внезапных аварий не бывает / А.Шаталов [и др.]. Нефть России. 2006. №7.

УДК 621.314

ОБ ОТКЛИКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

В.И.Муратов¹, С.М.Куценко²

Иркутский государственный университет путей сообщения, 664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Рассмотрена методика измерений электромагнитного поля частичных разрядов, возникающих в высоковольтных изоляторах. Приведены результаты измерений и их анализ.

Ил. 8. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: частичный разряд; фарфоровый изолятор; электромагнитное излучение; антенна.

ON THE RESPONSE OF THE MEASURING SYSTEM WHEN REGISTING PARTIAL DISCHARGES

V.I.Muratov, S.M.Kutsenko

Irkutsk State University of Railway Engineering 15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

The authors consider the procedure to measure the electric field of partial discharges occurring in high-voltage insulators. The results of measurements and their analysis are presented.

8 figures. 7 sources.

Key words: partial discharge; porcelain insulator; electromagnetic radiation; aerial.

При изучении частичных разрядов измерения приходится проводить на высоковольтных установках, ограждённых, по соображениям безопасности, металлическими решётками. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

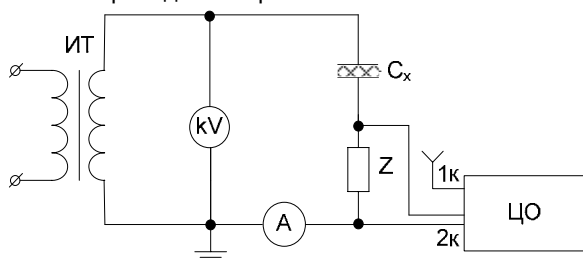


Рис. 1. Принципиальная схема регистрации частичных разрядов в изоляторах: ИТ – высоковольтный регулируемый трансформатор; Сх – исследуемый образец изолятора; Z – измерительное сопротивление 50 Ом; ЦО – цифровой осциллограф

С трансформатора на исследуемый образец изолятора подавалось регулируемое высокое напряжение частотой 50 Гц. В качестве образцов использовались фарфоровые изоляторы. Регистрация электро-

магнитных импульсов осуществлялась цифровым осциллографом типа DSO 3202A посредством широкополосной вертикальной штыревой антенны.

При разряде генерируются электромагнитные поля, распространяющиеся от места возникновения частичного разряда. После достижения ограждающих решёток часть поля поглощается, часть проходит сквозь стенки, часть уходит через незащищённое пространство, а часть отражается от стенок и возвращается обратно. Если в спектре разряда присутствуют гармоники, длина волны которых соответствует условию $n\lambda/2 = L$, где n – целое число, λ – длина волны, L – линейные размеры ограждения, то между решётками могут возникнуть стоячие волны. Для рождения волны существенную роль играет место возбуждения и поляризация источника. В наших условиях форма ограждения – прямоугольник с размерами 3,7x2,4 м². Частота первой гармоники $f = c/\lambda$ составляет для одного размера 40 МГц, для другого – 60 МГц. Для определения возможностей измерительной системы были проведены измерения пробоя воздушного промежутка размерами 3 мм в открытом пространстве. Результаты представлены на рис. 2.

¹Муратов Валерий Илларионович, аспирант, тел.: (3952)638323, e-mail: klinn@irgups.ru

Muratov Valeriy Illarionovich, a postgraduate, tel.: (3952)638323, e-mail: klinn@irgups.ru

²Куценко Сергей Михайлович, доцент кафедры телекоммуникационных систем, тел.: (3952)638338, e-mail: kucenko_s@irgups.ru

Kutsenko Sergey Mihailovich, an associate professor of the Chair of Telecommunicational Systems, tel.: (3952)638338, e-mail: kucenko_s@irgups.ru

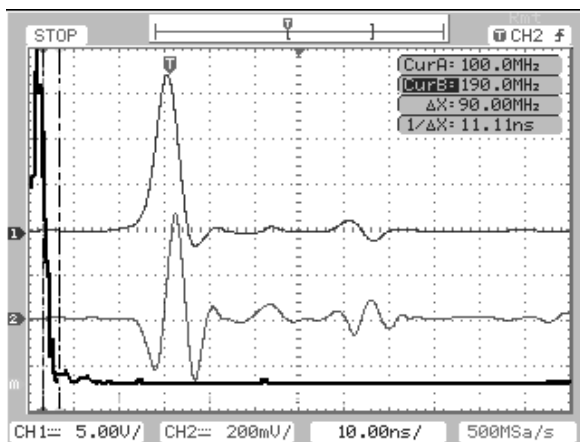


Рис. 2. Осциллограмма пробоя воздушного промежутка. Канал 1 – сигнал на измерительном сопротивлении, $Z=10\text{Ом}$, канал 2 – сигнал антенны, $R_{\text{согл}}=50\text{Ом}$. Нижняя кривая – спектр первого канала, её масштаб: ось X – 250 МГц/дел, ось Y – 10 мВ/дел

На верхней осциллограмме зафиксирован ток пробоя, протекающий по измерительному резистору, включенному последовательно с разрядным промежутком, который получен с помощью пьезоэлемента. На нижней осциллограмме зарегистрировано напряжение измерительной антенны, представляющей собой штырь размером 10 см, расположенной в 1,5м от места пробоя.

На рис. 3 показаны для сравнения результаты измерения при отсутствии в цепи антенны сопротивления 50 Ом, согласующего волновое сопротивление кабеля с входом осциллографа, равным 1 МОм. На осциллограмме напряжения антенны хорошо видны импульсы, отражённые от нагрузки кабеля.

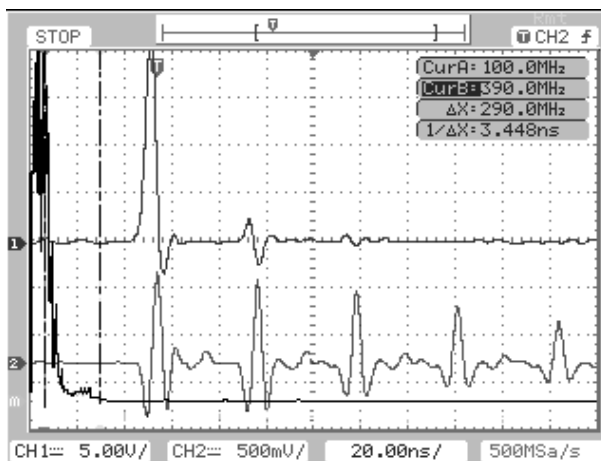


Рис. 3. Осциллограмма пробоя воздушного промежутка. Канал 1 – сигнал на измерительном сопротивлении, $Z=10\text{Ом}$, канал 2 – сигнал антенны, $R_{\text{сог}}=1\text{МОм}$. Нижняя кривая – спектр первого канала, её масштаб: ось X – 250 МГц/дел, ось Y – 25 мВ/дел

Далее такие же измерения проделаны внутри ограждения. При определённой поляризации пробоя фиксируется процесс, показанный на рис. 4. Пробойный промежуток находится в 30 см от антенны. В его спектре видны лишь высокочастотные гармоники. При другой поляризации в эксперименте, представленном на рис. 5, в спектре наблюдается гармоника 36 МГц. Это близко к одной резонансной частоте ограж-

дения. На осциллограмме выделяются пики отражения с запаздыванием в 4 нс и 10 нс, что соответствует 0,6 м и 1,5 м – расстоянию до отражающей стенки.

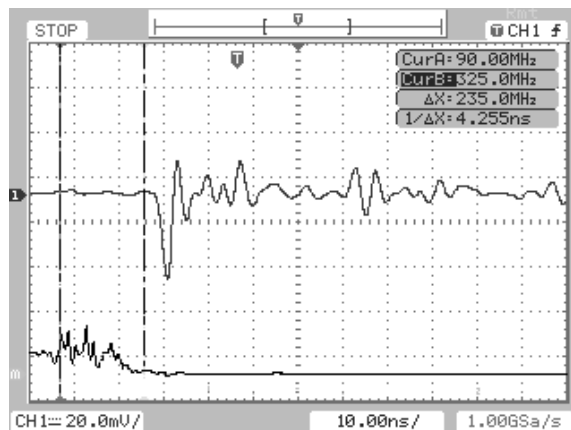


Рис. 4. Осциллограмма пробоя воздушного промежутка, зарегистрированного антенной. Нижняя кривая – спектр сигнала, масштаб: ось X – 125 МГц/дел, ось Y – 2 мВ/дел

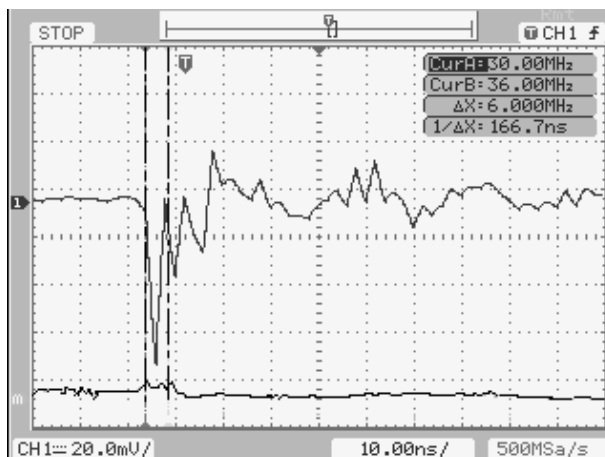


Рис. 5. Осциллограмма пробоя этого же воздушного промежутка, но при другой поляризации антенны. Нижняя кривая – спектр сигнала, масштаб: ось X – 12,5 МГц/дел, ось Y – 2 мВ/дел

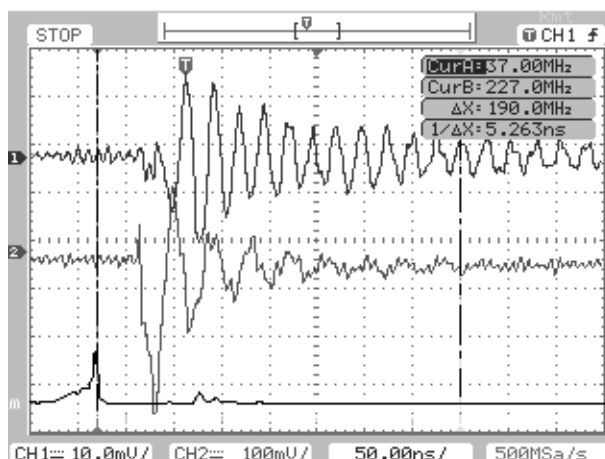


Рис. 6. Осциллограммы частичных разрядов. Канал 1 – сигнал антенны, канал 2 – сигнал на сопротивлении 50 Ом. Нижняя кривая – спектр первого канала, масштаб: ось X – 25 МГц/дел, ось Y – 2 мВ/дел

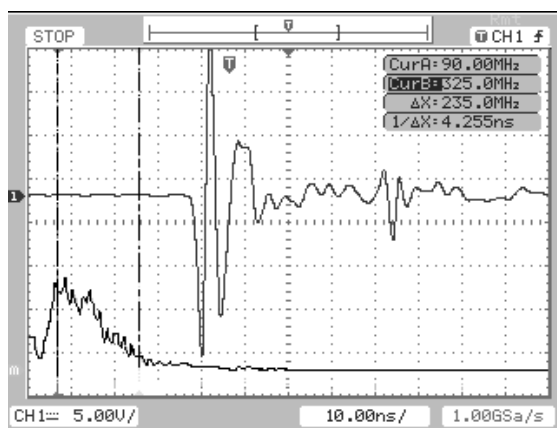


Рис. 7. Осциллограмма частичных разрядов, зарегистрированных антенной, нижняя кривая – спектр сигнала, масштаб: ось X - 125 МГц/дел, ось Y - 500 мВ/дел

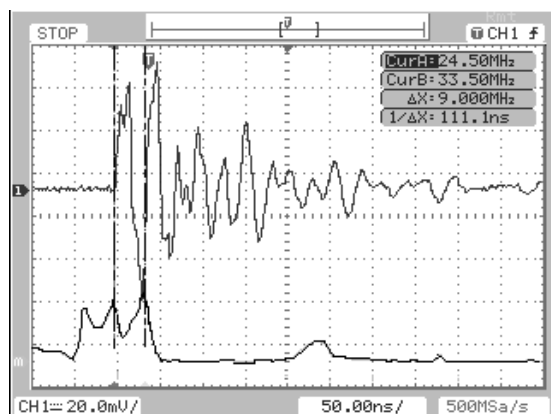


Рис. 8. Осциллограмма частичных разрядов в фарфоровом изоляторе, зарегистрированная антенной, нижняя кривая – спектр сигнала, масштаб: ось X - 12,5 МГц/дел, ось Y - 2 мВ/дел

После этого были проведены измерения частичных разрядов в фарфоровом изоляторе при питании от высоковольтного трансформатора напряжением частотой 50 Гц. На одном изоляторе зарегистрирована осциллограмма, представленная на рис. 6. В спектре сигнала антенны резко выделяется гармоника 37 МГц. Это близко к знакомому нам резонансу. На другом

изоляторе получен результат, представленный на рис. 7. В спектре этого сигнала нет сколько-нибудь заметной резонансной гармоники.

На рис. 8 фиксируется случай, представляющий смесь различных отражений. Антенна находится на расстоянии 70 см от пробойного промежутка.

На исследуемые изоляторы подавалось напряжение в пределах 15-18 кВ.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. При анализе сигналов частичных разрядов в условиях, когда возможны отражения от проводящих поверхностей, необходимо учитывать искажающее влияние отражённых сигналов на результаты экспериментов.

2. В течение времени до прохождения сигнала от антенны до отражающего объекта и обратно антенна фиксирует неискажённый сигнал.

Библиографический список

1. Кучинский Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1979. 224с.
2. Вдовико В.П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. Новосибирск: Наука, 2007. 155 с.
3. Сви П.М. Контроль изоляции оборудования высокого напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1988. 128 с.
4. Овсянников А.Г. Пространственно – временные и энергетические характеристики частичных разрядов в воздушных полостях твердых диэлектриков // Научный вестник НГТУ. 1999. № 2 (5). С.123-136.
5. Параметры частичных разрядов в высоковольтных изоляторах Муратов В.И. [и др.] // Электромагнитные волны и электронные системы. 2008. Т.13, №4. С. 55-59.
6. Kutsenko S.M. Complex remote diagnostics of linear isolation of a contact network of an alternating current of the electrified railways / S.M. Kutsenko, N.N. Klimov, V.I. Muratov // Innovation & Sustainability of Modern Railway Proceedings of ISMR'2008. – Beijing: China Railway Publishing House. – 2008. – P. 512 – 515.
7. Куценко С.М. Способ дистанционной акустоэлектромагнитной диагностики состояния линейной изоляции контактной сети переменного тока железнодорожного транспорта / С.М.Куценко [и др.]; RU 2365928, 27.08.2009.

УДК 621.396.96

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ СИНХРОННОЙ СИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ

О.Н.Скрыпник¹

Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3.

Рассмотрен способ выполнения посадки на некатегорированный аэродром на основе синхронной системы обмена данными. Исследованы точностные характеристики определения координат воздушного судна при посадке.

Ил.4. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: бортовые и наземные системы навигации и управления воздушным движением; средства обеспечения информацией систем навигации и УВД; системы управления и организации процессов навигации и УВД.

¹Скрыпник Олег Николаевич, кандидат технических наук, профессор, заместитель директора по учебно-научной работе, соискатель ученой степени доктора технических наук, тел.: (3952)794543, e-mail: skripnikon@yandex.ru

Skripnik Oleg Nikolaevich, a candidate of technical sciences, a professor, a deputy director on educational and scientific work, a competitor for a scientific degree of a doctor of technical sciences, tel.: (3952)794543, e-mail: skripnikon@yandex.ru



SECURING OF AIRCRAFTS LANDING BASED ON SYNCHRONOUS SYSTEM OF DATA EXCHANGE

O.N.Skrypnik

Irkutsk branch of Moscow state technical university of civil aviation

3 Kommunary St., Irkutsk, 664047

The author examines the method of landing on the noncategorized aerodrome based on the synchronous system of data exchange. He studies accuracy characteristics of determination of aircraft coordinates when landing.

4 figures. 3 sources.

Key words: board and land-based systems of navigation and control of air movement; information support for navigation systems and ATC transponder; systems to control and organize navigation processes and ATC transponder.

Посадка воздушного судна (ВС) – завершающий и наиболее ответственный этап полета. Статистика свидетельствует о том, что на этот этап приходится значительная, а порой и наибольшая доля летных происшествий. Это определяет высокие требования, предъявляемые к целостности, точности и доступности систем, обеспечивающих посадку ВС.

Наиболее сложной задачей является посадка на некатегорированные аэродромы. Для некатегорированного захода на посадку точность измерений координат ВС установлена на уровне 50-70 метров, что, безусловно, является недостаточным для обеспечения безопасности полетов и в условиях значительного ухудшения метеоусловий делает невозможным совершение посадочного маневра.

Решение данной проблемы возможно путем модернизации системы посадки. Предлагается оснастить аэродром посадки посадочными навигационными опорными точками (НОТ), оборудованными терминалами синхронной системы обмена данными (ССОД). В ССОД происходит обмен навигационной информацией о текущих координатах местоположения и измеряются взаимные дальности между ВС и НОТ, что позволяет определять координаты ВС на основе дальномерного или псевдодальномерного методов.

В бортовом навигационно-посадочном комплексе оборудования производится оценка координат ВС и составляющих его путевой скорости в локальной системе координат (ЛСК), связанной с ВПП аэродрома (рис.1). Начало ЛСК – точка $O(B_0, L_0, H_0)$ находится в точке касания ВС с ВПП в процессе посадки, ось ОХ направлена вдоль оси ВПП и составляет угол А (азимут ВПП) с геодезическим меридианом, проходящим через начало ЛСК, ось ОZ направлена вертикально вверх по геодезической нормали, ОУ перпендикулярна оси ОХ и дополняет ЛСК до правой тройки. НОТ размещены в районе ВПП, и их координаты известны с геодезической точностью.

Оценка координат ВС осуществляется на основе комплексной обработки информации, поступающей от бортовой системы счисления и терминала ССОД. При этом используется алгоритм расширенного фильтра Калмана [1].

ССОД является многопозиционной системой, использующей для определения координат метод линий положения. Следовательно, точность навигационно-временных определений ВС в ЛСК зависит от взаимного расположения ВС и посадочных НОТ.

Характеристикой, определяющей влияние взаимного положения ВС и НОТ на точность навигационных определений в многопозиционной радиотехнической

системе, является коэффициент геометрии K_G .

$$K_G = \left(\text{tr} \left[(H^T H)^{-1} \right] \right)^{-1/2}, \quad (1)$$

где H – матрица направляющих косинусов линий дальности в ЛСК.

Коэффициент геометрии K_G может быть представлен в виде

$$K_G^2 = K_{G,\Pi}^2 + K_{G,t}^2, \quad (2)$$

где $K_{G,\Pi} = [\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2]^{1/2} / \sigma_{\text{дал}}$; $K_{G,t} = \sigma_{\Delta t} / \sigma_{\text{дал}}$ – соответственно пространственный и временной коэффициенты.

Пространственный коэффициент геометрии, в свою очередь, можно разделить на две составляющие, характеризующие точность определения положения ВС в горизонтальной и вертикальной плоскостях

$$K_{G,\Pi}^2 = K_{G,\Gamma}^2 + K_{G,B}^2, \quad (3)$$

где $K_{G,\Gamma} = [\sigma_x^2 + \sigma_y^2]^{1/2} / \sigma_{\text{дал}}$; $K_{G,B} = \sigma_z / \sigma_{\text{дал}}$ – соответственно горизонтальный и вертикальный коэффициенты.

В качестве показателя точности оценивания координат при применении алгоритмов комплексной оптимальной обработки информации также принимают функцию «мера наблюдаемости» [2]:

$$\Gamma = H^T H \Delta t. \quad (4)$$

Чем больше величина $\det(H(u)^T H(u))$, тем выше обусловленность матрицы Γ , и следовательно, выше точность оценки параметров движения ВС.

Для достижения наилучших точностных характеристик в заданных точках посадочной траектории ВС необходимо решить задачу рационального размещения НОТ. Эта задача может быть решена с использованием методов теории оптимального управления.

Введем m -мерный вектор управления $\bar{u} = (\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_m)^T$, под которым будем полагать вектор управления размещением (координатами) посадочных НОТ, где m -число НОТ, размещение которых подлежит оптимизации, $\bar{u}_i = (x_i, y_i)$ – координаты размещения i -й НОТ. За показатель качества системы примем максимум функции «меры наблюдаемости» (4) в фиксированной точке траектории ВС.

Оптимальное управление $\hat{\bar{u}}_v$ на каждом шаге находится из условия максимума функции $\det(H(\bar{u}_v)^T H(\bar{u}_v))$, т.е. максимума «меры наблюдаемости» [3]:



$$\hat{u} = \arg \max_{\bar{u}_v} (\det(H(\bar{u}_v)^T H(\bar{u}_v))). \quad (5)$$

Выражение (5) определяет решающее правило для метода локальной оптимизации.

Для нахождения оптимального управления целесообразно воспользоваться градиентным методом [3] (позволяет значительно ускорить процесс нахождения оптимального управления).

Решим задачу оптимального размещения НОТ для ситуации, представленной на рис. 1.

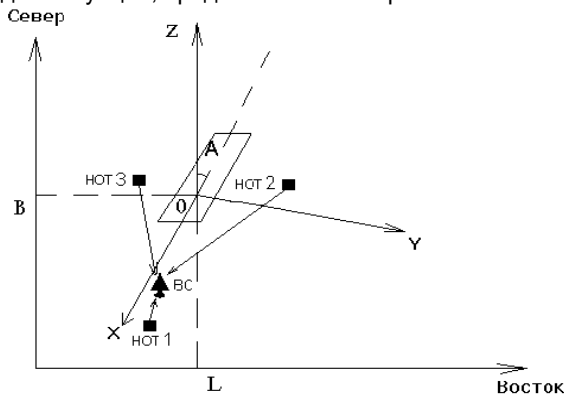


Рис. 1. Размещение НОТ в локальной системе координат

Пусть ВС в процессе совершения посадки производит навигационные определения по совокупности НОТ№1, НОТ№2, НОТ№3. Рассмотрим два случая: 1) произвольное размещение посадочных НОТ и 2) оптимальное размещение посадочных НОТ в соответствии с выбранным критерием. В качестве точки траектории ВС, относительно которой решается задача оптимального размещения, выберем точку принятия решения (ТПР) или точку уверенной визуальной видимости, расположенную на незначительном удалении от порога ВПП.

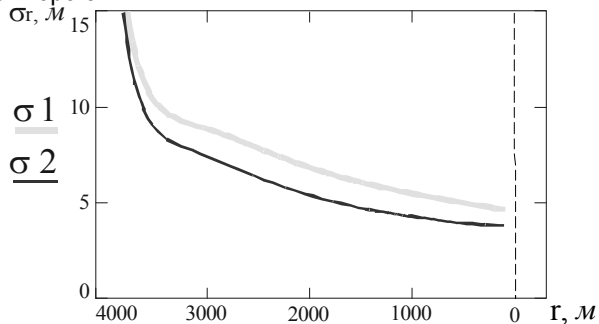


Рис. 2. Погрешности определения местоположения воздушных судов

На рис. 2 представлено изменение среднеквадратической радиальной погрешности определения плановых координат ВС при его движении по посадочной

для рассматриваемых случаев. Оптимизация проводилась при заданной траектории ВС и заданном пространственном положении НОТ№1 и НОТ№3, т.е. осуществлялось управление положением НОТ №2.

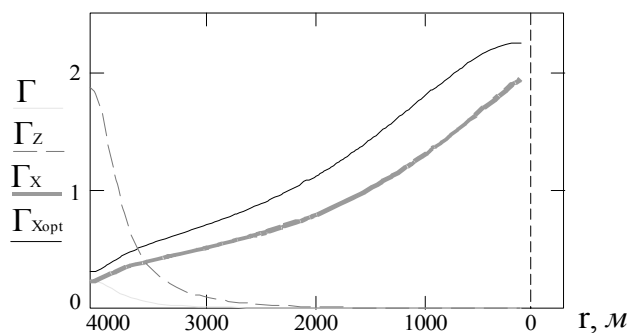


Рис. 3. Мера наблюдаемости

На рис. 3 и рис. 4 показано изменение «меры наблюдаемости» Γ , а также ее составляющих по координатам z (кривая Γ_z), x (кривая Γ_x), координате x для оптимального размещения НОТ (кривая Γ_{xopt}) и изменение горизонтального геометрического фактора $K_{\Gamma\Gamma}$, $K_{\Gamma\Gamma opt}$ соответственно для случаев 1 и 2.

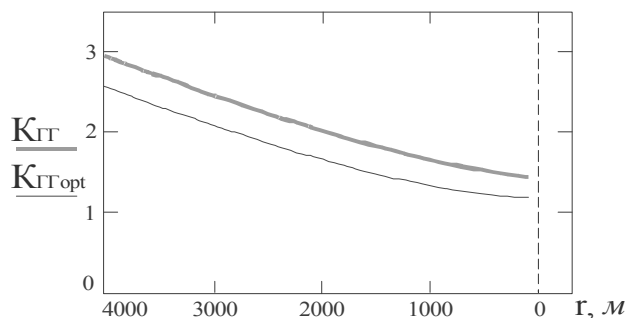


Рис. 4. Геометрический фактор

Из анализа графиков следует, что система посадки на основе ССОД позволяет определять посадочные параметры с достаточно высокой точностью. Оптимальное размещение посадочных НОТ обеспечивает точность определения координат в горизонтальной плоскости, близкую к системе посадки I категории.

Библиографический список

1. Сейдж Э.П., Уайт Ч.С. Оптимальное управление системами. М.: Радио и связь, 1982.
2. Карапетян Р.М. Алгоритмы оценки качества и синтеза линейных систем управления. Рига, 1989.
3. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. М.: Сов. Радио, 1975.



УДК 621.396.96

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ВОЗДУШНОГО СУДНА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ОПОРНЫХ ТОЧЕК**А.П.Слепченко¹**

Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3.

Рассмотрен способ выполнения посадки на аэродром при взаимодействии воздушных судов и наземных пунктов, оборудованных синхронной системой обмена данными. Исследованы точностные характеристики определения координат воздушного судна при посадке, обосновано оптимальное размещение взаимодействующих объектов. Ил.9. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: бортовые и наземные системы навигации и управления воздушным движением, средства обеспечения информацией систем навигации и УВД, системы управления и организации процессов навигации и УВД.

PRECISING OF AIRCRAFT COORDINATES DETERMINATION UNDER THE OPTIMIZATION OF POSITIONING OF LANDING NAVIGATION SUPPORT POINTS**A.P.Slepchenko**

Irkutsk branch of Moscow state technical university of civil aviation
3 Kommunary St., Irkutsk, 664047

The author considers the method of landing on an aerodrome under the interaction of aircrafts and ground points equipped with the synchronous system of data exchange. He studies accuracy characteristics of determination of aircraft coordinates when landing. He proves optimal positioning of interacting objects.

9 figures. 4 sources.

Key words: board and land-based systems of navigation and control of air movement; information support for navigation systems and ATC transponder; systems to control and organize navigation processes and ATC transponder.

Посадка воздушного судна (ВС) на аэродром требует точного, надежного и непрерывного определения координат ВС относительно взлетно-посадочной полосы (ВПП), что обеспечивается применением инструментальных систем посадки. Однако большинство аэродромов, в частности, аэродромы местных воздушных линий, такими системами не оборудованы. Это ограничивает возможности их использования в сложных метеоусловиях, а также при высокой интенсивности воздушного движения. Решение указанной проблемы возможно путем оснащения аэродрома посадки посадочными навигационными опорными точ-

ками (НОТ), оборудованными терминалами синхронной системы обмена данными (ССОД) [1].

Исследования показывают, что комплексирование ССОД с автономными средствами навигации (системой счисления пути и барометрическим высотомером) позволяет решать задачу посадки с достаточно высоким качеством. При этом точность навигационного обеспечения в горизонтальной плоскости близка к системе посадки I категории. Однако точность определения высоты при этом является сравнительно низкой вследствие плохой наблюдаемости данной координаты при использовании только наземных НОТ.

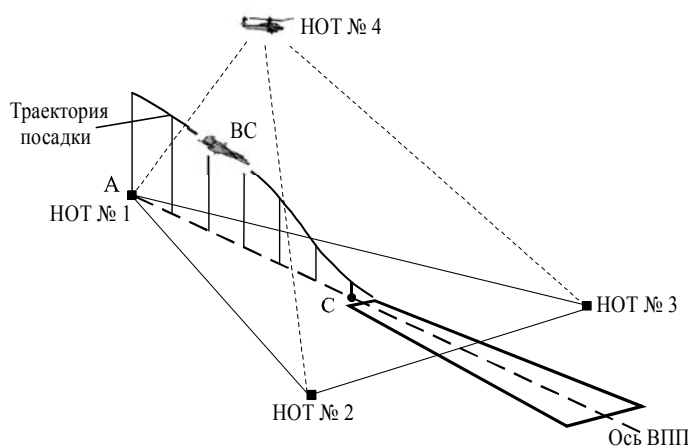


Рис. 1. Размещение НОТ относительно ВПП

¹Слепченко Алексей Петрович, ведущий инженер кафедры авиационного радиоэлектронного оборудования, тел.: (3952)794543, e-mail: skripnikon@yandex.ru

Slepchenko Alexey Petrovich, a leading engineer of the Chair of Aviation Radio Electronic Equipment, tel.: (3952)794543, e-mail: skripnikon@yandex.ru



Для повышения точности оценки высоты при выполнении посадки предлагается использовать в качестве НОТ ВС, выполняющее полет в зоне аэродрома, с одновременным решением задачи нахождения его оптимального размещения.

Путем имитационного моделирования проведем исследование точности определения координат ВС при решении задачи посадки для ситуации, представленной на рис. 1.

ВС находится в створе ВПП на посадочной траектории. Посадка осуществляется по посадочным стационарным НОТ №1, № 2, № 3 и НОТ № 4, функция которой возложена на маломаневренное ВС, оборудованное терминалом ССОД.

Размещение стационарных НОТ обеспечивает наилучшие (по критериям минимального геометрического фактора или максимальной «меры наблюдаемости») условия навигационного сеанса в фиксированной точке траектории (точка С – точка принятия решения) [2,3]. В точку А (НОТ №1) ВС выводится по завершении этапа предпосадочного маневрирования и захода на посадку. НОТ № 4 находится в фиксированной точке над траекторией снижения ВС. На рис. 2, 3, 4 и 5 соответственно представлено изменение ошибок определения горизонтальной координаты x , высоты z , горизонтального геометрического фактора $K_{ГГ}$ и «меры наблюдаемости» Γ при перемещении ВС по посадочной траектории.

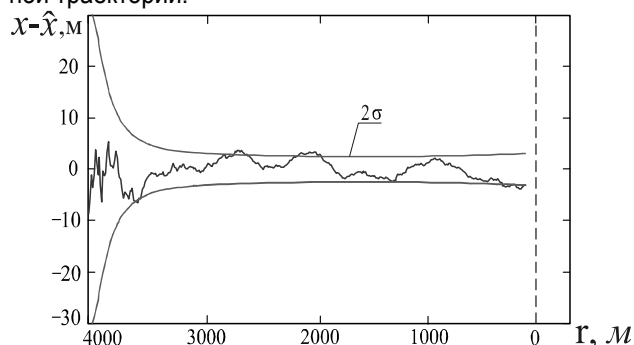


Рис. 2. Ошибка оценки координаты x

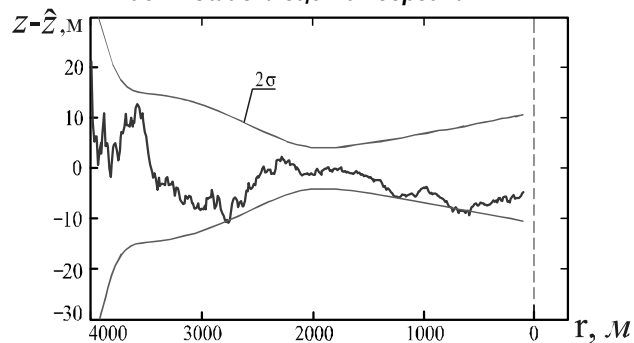


Рис. 3. Ошибка оценки высоты

Из анализа полученных результатов следует, что наблюдаемость координаты высоты увеличилась. Максимальная точность измерения высоты наблюдается, когда НОТ находится в зените относительно ВС. Однако точность определения высоты недостаточна для решения задачи категорированной посадки (среднеквадратическая погрешность определения высоты составляет около 5 м в точке касания ВПП).

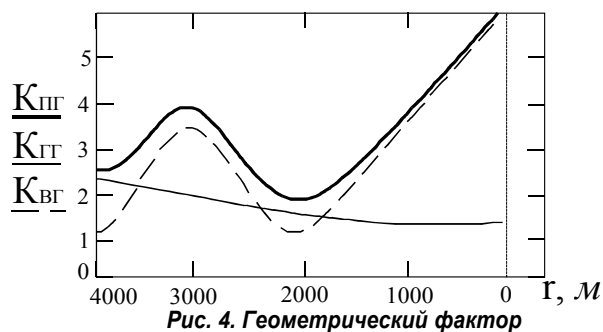


Рис. 4. Геометрический фактор

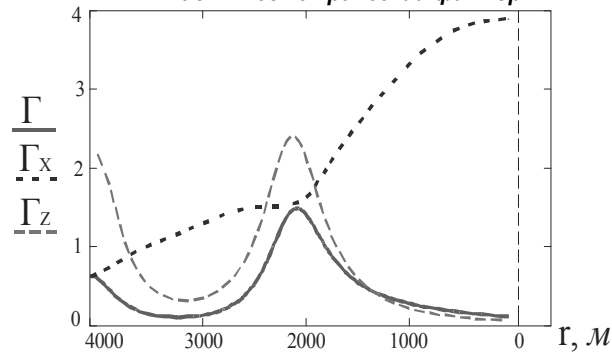


Рис. 5. Мера наблюдаемости

Рассмотрим случай, когда ВС НОТ № 4 совершает маневр на фиксированной высоте с оптимально изменяемой скоростью [4] по траектории, лежащей в плоскости снижения ВС, совершающего посадку. В начальный момент времени ВС-НОТ № 4 расположена над точкой А. Исходные данные моделирования остались прежними.

На рис. 6 – 9 представлены результаты исследований, характеризующие соответственно ошибки определения высоты z , плановой координаты x , горизонтального геометрического фактора и «меры наблюдаемости» при перемещении ВС по задаваемой посадочной траектории.

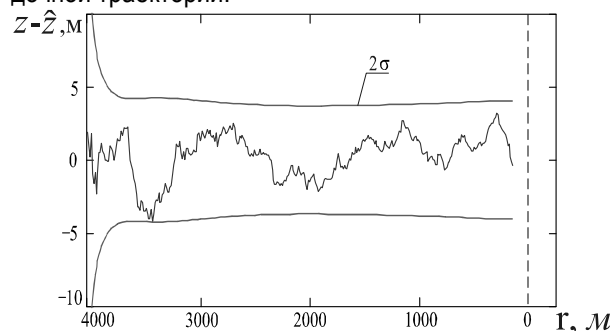


Рис. 6. Ошибка оценки высоты

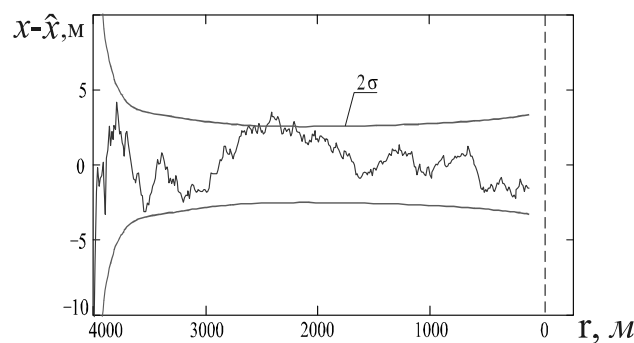


Рис. 7. Ошибка оценки координаты x

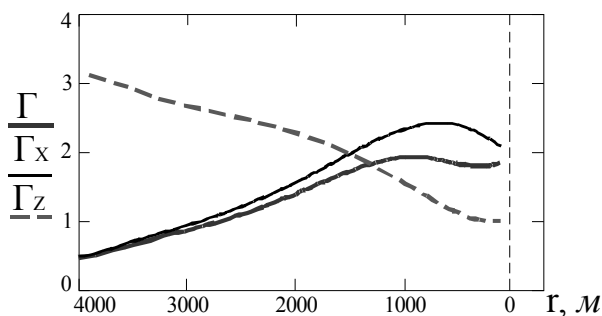


Рис. 8. Мера наблюдаемости

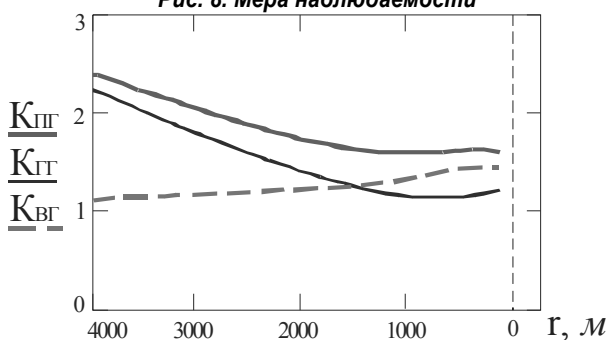


Рис. 9. Геометрический фактор

Из представленных результатов следует, что рассмотренный вариант применения системы ССОД (оп-

тимальное перемещение ВС-НОТ№4) позволяет достичь наилучшей точности определения координат ВС относительно ВПП. Среднеквадратическая ошибка определения высоты в данном случае сопоставима с точностью определения плановых координат и составляет около 2,5 м. При этом наблюдаемость данной координаты и вертикальный геометрический фактор имеют хорошие показатели на протяжении всей траектории снижения ВС, вплоть до точки касания ВПП.

Библиографический список

1. Скрыпник О.Н., Ерохин В.В. Возможности использования воздушных судов как источников навигационной информации в локальном навигационно-временном поле // Научный вестник МГТУ ГА, серия Навигация и УВД. 2008. №136.
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова; изд. 3-е перераб. М.: Радиотехника, 2005.
3. Карапетян Р.М. Алгоритмы оценки качества и синтеза линейных систем управления. Рига, 1989.
4. Сейдж Э.П., Уайт Ч.С. Оптимальное управление системами. М.: Радио и связь, 1982.

УДК 528.8.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СЕТИ ДВУХЧАСТОТНЫХ GPS-ПРИЕМНИКОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ

К.В.Черкашин¹

Иркутский государственный университет путей сообщения, 664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Рассмотрены основные этапы обработки спутниковых данных формата RINEX. В качестве примера приведены результаты анализа сигналов навигационных ИСЗ во время подземного ядерного взрыва в Северной Корее 25 мая 2009 г. и сейсмических событий в Японии 13 июня 2008 г.

Ил.1. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: RINEX; GPS; TEC; обработка больших массивов данных; автоматизация действий; ионосфера; диагностика.

APPLICATION OF DATA OF DOUBLE-FREQUENCY GPS-RECEIVER NETWORK FOR THE IONOSPHERE CONDITION DIAGNOSTICS

K.V.Cherkashin

Irkutsk State University of Railway Engineering 15 Chernyshevskii St., Irkutsk, 664074

The author considers the main stages of satellite data processing of RINEX format. As an example he presents the results of artificial Earth satellites navigation signal analysis during the underground nuclear explosion in the North Korea in May,25 2009 and seismic events in Japan in June,13 2008.

1 figure. 5 sources.

Key words: RINEX; GPS; TEC; processing of big data arrays; automation of operations; ionosphere; diagnostics.

Для анализа сигналов системы GPS необходимо прежде получить данные от какой-либо региональной или международной сети GPS-приемников. Данные суточных наблюдений GPS-приемников за всеми видимыми спутниками записываются с общепринятым интервалом 30 с в файлы стандартного формата

RINEX [1], которые содержат измерения псевдодальности P1 и P2 на частотах f_1 и f_2 , фазы сигналов L1, L2 и некоторые другие параметры.

Первичная обработка подразумевает извлечение (вычисление) необходимых параметров из исходных RINEX-файлов. Для этого используется программа

¹Черкашин Константин Валерьевич, аспирант, тел.: 89027667711, e-mail: c33c@mail.ru
Cherkashin Konstantin Valerjevich, a postgraduate, tel.: 89027667711, e-mail: c33c@mail.ru



TEQC (Translate / Edit / Quality Check) [2], которая «умеет» работать как с RINEX-файлами, так и со специальными форматами GPS-приемников (т.н. «сырые» данные).

Основными задачами вторичной обработки являются: анализ данных в формате COMPACT для восстановления геометрии эксперимента и пространственно-временных параметров полного электронного содержания (ПЭС) при различных геофизических условиях, определение статистических характеристик погрешностей определения координат (σ), сглаживание временных рядов, снятие нелинейного тренда и др. В качестве платформы для вторичной обработки данных выбрана среда MatLab, которая является мощным инструментом научно-технических расчетов.

Диагностика состояния трансionoсферного радиоканала на примере подземного ядерного взрыва. По сообщениям СМИ, 25 мая 2009 г. в 04:45 МСК на полигоне в районе города Кильчжу на северо-востоке КНДР было испытано ядерное взрывное устройство. Согласно информации службы Специального контроля Министерства обороны РФ, сила подземного взрыва составила от 10 до 20 Кт. По данным геологической службы США U.S. Geological Survey (USGS) взрыв породил землетрясение магнитудой 4,7 балла по шкале Рихтера, при этом сейсмическая волна распространялась на глубине 10 км и на поверхности Земли практически не ощущалась.

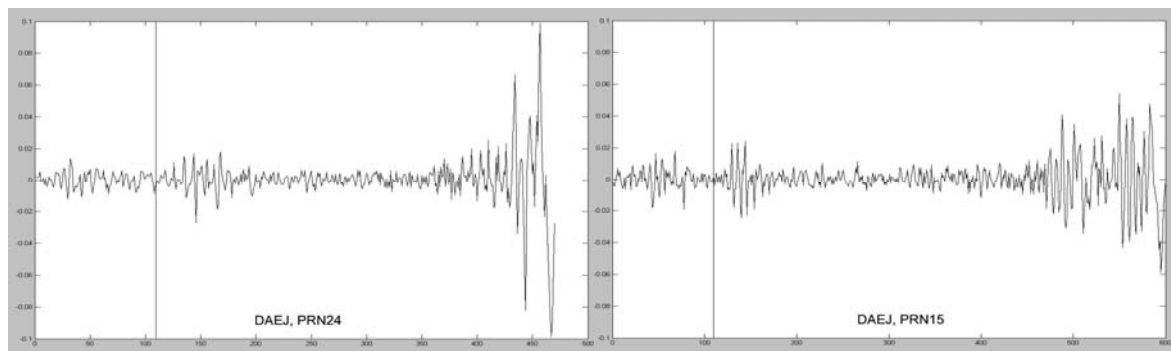
Для анализа ионосферных откликов события было выбрано пять рабочих GPS-станций, находящихся в Южной Корее и Китае. По понятным причинам получить какую-либо информацию непосредственно с территории КНДР не представляется возможным. Согласно информации USGS землетрясение произошло в 00:54:43 UTC, с координатами эпицентра 41.306° северной широты и 129.029° восточной долготы. Для

следованиях отмечается, что ионосферные эффекты, возникающие при взрывах, визуально схожи с возмущениями, генерируемыми землетрясениями. Выяснено, что скорость распространения возмущений на среднеширотных трассах составляет в среднем 600-800 м/с. Наиболее сильные эффекты взрывов наблюдаются при слабой геомагнитной активности. Акустические сигналы, зарегистрированные на земной поверхности на расстояниях больше 50 км, превращаются в волновой пакет с изменяющейся амплитудой [3]. На графиках производной ПЭС наблюдаются возмущения длительностью 25 мин и амплитудой 0.025-0.03 TECU через 20-30 мин после взрыва, при этом колебания хорошо заметны и превышают обычный фоновый уровень.

Таким образом, проведенное исследование выявило отклик ионосферы на ядерный взрыв и последующее землетрясение. Полученные результаты хорошо согласуются с данными других исследований.

Диагностика состояния трансionoсферного радиоканала на примере сейсмического события M>6.0. Согласно информации USGS, землетрясение магнитудой M=6.3 произошло в 23:43:46 UTC на глубине около 10 км, с координатами эпицентра 39.122° северной широты и 140.678° восточной долготы в северной части острова Хонсю. Информация о землетрясении взята из каталога геологической службы USGS, доступного в Интернет по адресу: http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/Quakes/quakes_all.html. Результаты измерений ПЭС получены от сети двухчастотных GPS-приемников, расположенных в районе землетрясения.

Наилучшие углы возвышения над станциями в момент землетрясения имеют спутники PRN 10 и PRN 26. PRN 10 в момент землетрясения находился на угле возвышения 60°, а PRN 26 – 40°. Для анализа



Значения производной ПЭС по данным PRN24 и PRN15 станции DAEJ

восстановления пространственно-временной картины мы вычисляли проекции подионосферных точек SIP (Sub-Ionospheric Point) для спутников с наилучшими углами возвышения PRN 15, PRN 18, PRN 24, PRN 27.

Далее, получив необходимые данные с выбранного созвездия спутников, мы построили и проанализировали графики производной ПЭС по каждой из рабочих GPS-станций. На рисунке показаны графики значений производной ПЭС по данным PRN24 и PRN15, наблюдаемых на станции DAEJ. В предыдущих ис-

следованиях достаточно использовать результаты наблюдений за пять суток [4]. Необходимо отметить, что имеющиеся в Интернет данные имеют достаточно низкое временное разрешение. GPS-приемники рабочих станций принимают сигналы со спутников с общепринятым временным интервалом в 30 с, поэтому выявление быстроизменяющихся процессов в ионосфере затруднено.

Производная ПЭС в день события при наблюдении как на PRN10, так и на PRN26 имеет своеобраз-



ный характер. Определенная неоднородность проявляется в промежутке между 200-300 отсчетами, она обладает большой амплитудой, W-образной формой и наблюдается в течение 100 отсчетов (50 мин). Во время землетрясения PRN26 находился прямо над неоднородностью, а на PRN10 она проявилась еще раньше. По этим данным можно сказать, что область к юго-западу от эпицентра землетрясения характеризуется W-аномалией. Рассматриваемая неоднородность надежно детектируется на PRN26 за сутки до сейсмического события, однако по PRN10 трудно сделать какие-то определенные выводы. Проанализировав данные этих же спутников за предыдущие дни, можно сказать, что подобных неоднородностей не наблюдалось [5].

Таким образом, определено формирование возмущенной зоны в ионосфере в течение 2-х дней до сейсмического события, окончательное оформление аномалии в день события и последующее ее исчезновение. Выявленные аномалии определены как изолированные ионосферные неоднородности (ИИН). Результаты предыдущих исследований говорят о том, что в эпицентральных районах на стадии подготовки землетрясений наблюдаются вариации ПЭС, по форме и амплитуде аналогичные отклику на главный толчок. Для всех случаев характерен слабый или средний уровень геомагнитной возмущенности [3]. По исследуемому землетрясению можно надежно детектировать ИИН за сутки до события. Важно заметить, что ИИН наблюдается в темное время суток, когда вариации ПЭС, как правило, ниже. Считаем возможным предположить, что наблюдаемые явления в ионосфере, скорее всего, связаны с последующим землетрясением. Стоит отметить, что наблюдаемые после землетрясений, ударно-акустические волны в ходе исследования обнаружить не удалось.

Выводы. Получаемые из сети Интернет файлы RINEX не всегда поддаются обработке стандартными

средствами. Ряд файлов наблюдений содержит данные, получаемые как от системы GPS, так и от ГЛОНАСС. Упомянутая ранее программа TEQC является универсальной по своим функциям, но не "умеет" обрабатывать подобные смешанные файлы. Аналоги программы TEQC имеют ограниченный инструментарий и зачастую предназначены для работы с GPS-приемниками конкретной фирмы (напр. Trimble).

Также отмечается отсутствие или недостаточная функциональность программного обеспечения для вторичной обработки больших массивов данных. Наиболее серьезные по функциональности программы и модули MatLab представлены только в коммерческих версиях, при этом их стоимость доходит до \$7000 и выше.

В целом темпы изменений в сфере обработки данных и совершенствование программного инструментария позволяют надеяться, что методика диагностики состояния ионосферы по данным сети двухчастотных GPS-приемников будет востребована в научной среде.

Библиографический список

1. Werner Gurtner, RINEX: The Receiver Independent Exchange Format// Печурск Internet: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/data/format/rinex2.txt>
2. TEQC: The toolkit for GPS/GLONASS Data// Печурск Internet: <http://www.unavco.org/facility/software/teqc/teqc.html>
3. Афраймович Э.Л. Перевалова Н.П. GPS мониторинг верхней атмосферы Земли. Иркутск, 2006.
4. Смирнов В.М., Смирнова Е.В. Детектирование сейсмоионосферных вариаций в период геомагнитных возмущений по данным навигационных систем / Институт радиотехники и электроники РАН. М., 2005.
5. Современные проблемы радиоэлектроники и связи: материалы VIII Всерос. науч-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Иркутск, 19 мая, 2009 г.) / под. ред. А.И. Агарышева, Е.М. Фискина. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. С. 275-281.

УДК 669.713.7

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ ОА-300 5-ОЙ СЕРИИ ИРКУТСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА**Е.Ю.Радионо́в¹, В.А.Ершов²**¹ОАО Сибирский научно-исследовательский, конструкторский и проектный институт алюминиевой и электродной промышленности,

г. Иркутск, ул. Советская, 55.

²Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

На электролизерах с обожженными анодами на силу тока 300 кА проведены натурные измерения МГД-полей, в том числе параметров магнитного поля в металле, и запаса МГД-стабильности по напряжению. Выполнен анализ магнитного поля, определены особенности, связанные с формированием горизонтальных токов, установлено значение, характеризующее запас МГД-стабильности. Проведенные исследования выявили некоторые особенности в формировании магнитной гидродинамики на данном типе электролизера.

Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: электролизер с обожженными анодами; магнито-газо-гидродинамическая стабильность; магнитное поле; магнитная индукция; горизонтальные токи.

THE FEATURES OF MAGNETIC HYDRODYNAMICS OF ELECTROLYZERS OF OA – 300 5 SERIES OF IRKUTSK ALUMINUM PLANT**E.Y.Radionov, V.A.Ershov**

Public Corporation Siberian scientific- research designed institute of aluminum and electrode industry

55 Soviet St., Irkutsk

Irkutsk State Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The authors performed natural measurements of magnetic hydrodynamical fields including the parameters of a magnetic field in metal, and the resource of magnetic hydrodynamical stability according to voltage on the electrolyzers with roasted anodes with the current force 300kA. They carried out the analysis of the magnetic field, determined features connected with the formation of horizontal currents, specified the value characteristic of the resource of magnetic hydrodynamical stability. Carried out researches revealed some peculiarities in the generation of magnetic hydrodynamics on the given type of the electrolyzer.

5 figures. 1 table. 7 sources.

Key words: electrolyzer with roasted anodes; magnet-, gas-, hydrodynamical-stability; magnetic field; magnetic induction; horizontal currents.

Развитие алюминиевой промышленности России идет по пути интенсификации действующих производств и строительства новых мощностей с установкой сверхмощных электролизеров на силу тока 300 кА и выше с целью снижения удельных капитальных затрат на строительство. Решение данной проблемы возможно двумя способами: модернизацией существующих электролизёров либо размещением на месте устаревших ванн электролизёров нового поколения на силу тока 300 кА и выше.

Электролизёр для получения алюминия представляет собой сложную инерционную систему, эффективность работы которой зависит от электрических, тепловых, магнито-, газо- гидродинамических (МГД) и физико-химических факторов и явлений. При этом для мощных электролизёров проблема МГД-стабильности является наиболее сложной и важной.

Достижение высоких технико-экономических показателей на сверхмощных электролизёрах без правильно сконструированной ошиновки, обеспечивающей высокую МГД-стабильность электролизёра при оптимальных магнито-гидродинамических характеристиках, невозможно. Магнито-гидродинамически сбалансированная конструкция ошиновки в наибольшей мере определяет эффективность конструкции электролизёра в целом и возможность достижения высоких технико-экономических показателей.

Известно, что при взаимодействии магнитного поля, создаваемого токоведущими элементами ванны, с токами находящимися в расплаве металла, образуются электромагнитные силы Лоренца. В электролизёре силы Лоренца вызывают различные виды колебательного движения металла, ведущего в конечном итоге к его потерям. В зависимости от конструктивных

¹Радионо́в Евгений Юрьевич, научный сотрудник лаборатории производства алюминия, тел.: (3952)405519, e-mail: Radionov@bk.ru

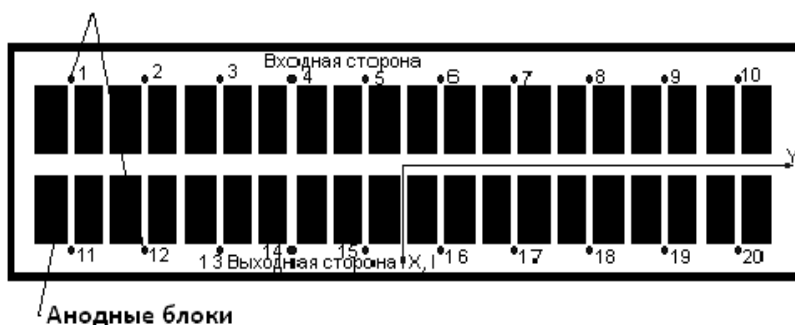
Radionov Evgenii Yurjevich, a research worker of the laboratory on aluminum production, tel.: (3952)405519, e-mail: Radionov@bk.ru

²Ершов Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации производственных процессов, тел.: 89041180044.

Ershov Vladimir Alexandrovich, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Automation of Industrial Processes, tel.: 89041180044.

особенностей электролизёра, а также специфики его работы поверхность металла может принимать разно-

одинаковыми технологическими показателями работы, согласно следующей схеме замеров (рис.1).



Анодные блоки

Рис. 1. Точки замеров напряженности магнитного поля

образные формы движения. В том случае, когда колебательные движения металла достигают критических значений (частота колебаний 0,07 – 0,02 Гц и амплитуда 70÷100 мВ [1, 2]), возникает крайне негативное явление, называемое магнитогидродинамической (МГД) нестабильностью, сопровождающееся ухудшением основных технико – экономических показателей.

Электролизёр типа ОА-300 является высокомоушным агрегатом нового поколения, эксплуатируемым в масштабах серии Иркутского алюминиевого завода. Проведенные исследования выявили некоторые особенности в формировании магнитной гидродинамики на данном типе ванн:

Магнитное поле. Для высокомоушных электролизёров уровень скомпенсированности магнитного поля в расплаве металла играет важную роль в формировании перекоса, а также контуров и скоростей циркуляции катодного металла.

В общем виде основные требования к структуре магнитного поля мощных электролизеров с поперечным расположением формулируются следующим образом:

- минимизация поперечной составляющей магнитной индукции V_x для уменьшения Лоренцовых сил, действующих вдоль длинной стороны электролизера;
- симметризация планарных составляющих магнитной индукции относительно продольной (V_y) и поперечной (V_x) осей электролизера с переменной знака максимально близко к ним;
- знакопеременность вертикальной составляющей магнитной индукции (V_z) по сторонам для снижения скорости циркуляции металла в контурах расплава;
- минимизация абсолютного значения (модуля) вертикальной составляющей магнитной индукции (V_z) и ее градиента по длинной стороне электролизера для снижения пороговых значений МГД – нестабильности.

Выполнение указанных требований позволяет обеспечить приемлемые показатели по созданию многоконтурной схемы циркуляции расплава с максимальной скоростью до 10см/с, перекосом не более 2см и достаточным запасом по МГД – устойчивости [3].

Измерение напряженности магнитного поля на исследуемых ваннах проводилось в середине слоя металла при помощи магнитометра МАЛ – 3.1 на группе, состоящей из 10 электролизёров с приблизительно

Средние результаты измерений напряженности магнитного поля на исследуемых электролизерах представлены в таблице.

Средние значения напряженности магнитной индукции электролизёров ОА-300

Входная сторона			
Точки замеров	V_x	V_y	V_z
1	-2	9,6	-4
2	-2,3	11,2	-3,5
3	-1	12	-2,6
4	-0,8	12,7	-1,6
5	0,2	13	-0,9
6	0,6	13,7	0
7	1,1	13,5	1,1
8	1,4	13,1	2
9	2	11	2,9
10	2,5	10	3,8
Выходная сторона			
Точки замеров	V_x	V_y	V_z
11	2,3	-9,3	-2,1
12	1,5	-8,4	-2
13	1,6	-7,9	-1,8
14	0,5	-6,7	-1,7
15	0	-6,9	-0,8
16	-0,9	-6,4	-0,7
17	-1	-6,7	0
18	-1,9	-7	0,1
19	-1,7	-7,8	0,6
20	-2,5	-8,8	1,1

Из таблицы видно, что средние модульные значения поперечной (V_x) составляющей магнитной индукции имеют относительно небольшую величину – 1,4 мТл. Данный факт свидетельствует о незначительном влиянии Лоренцовых сил, действующих вдоль длинной стороны электролизера.

Значения продольной (V_y) и поперечной (V_x) составляющих магнитной индукции указывают на их симметризацию относительно осей электролизера с переменной знака максимально близким к ним.

Вертикальная (V_z) составляющая является минимальной ($\overline{|V_z|} = 1,7 \text{ мТл}$) и отвечает условию знакопеременности (табл. 1). Такое поведение данной составляющей магнитной индукции показывает на скомпенсированность магнитных полей, действующих от рядом стоящих ванн соседних корпусов, что в конеч-

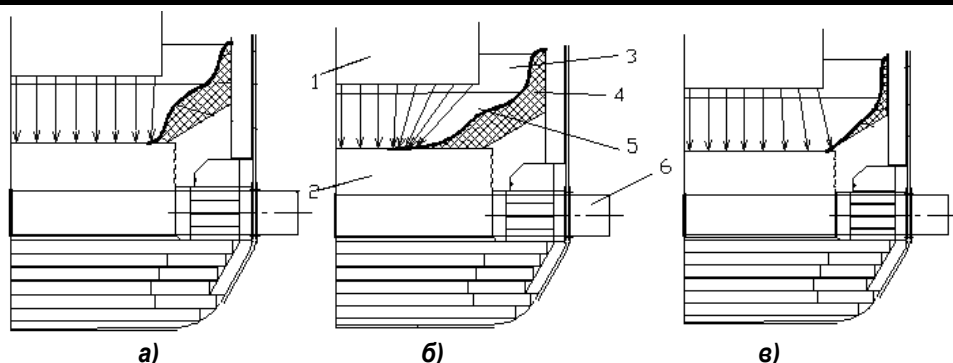


Рис. 2. Характер распределения тока по сторонам электролизёра:
а – форма настыли, близкая к идеальной; б – длинная настыль; в - отсутствие настыли

ном итоге является одной из причин наилучшей циркуляции металла в этих условиях.

Горизонтальные токи. Горизонтальные токи в расплаве металла так же, как и нескомпенсированные магнитные поля, служат одним из основных источников МГД – неустойчивости электролизёра. По своей природе горизонтальные токи могут действовать как постоянно, в случае несоответствия анодов катодным блокам, некорректно подобранной схемы перестановки анодов, так и временно в зависимости от подбора технологических параметров. Очень высока частота образования горизонтальных токов на электролизёрах, имеющих такие технологические отклонения, как закоржованность, наличие постоянных нерастворимых осадков, не соответствующая проекции анода подовая настыль [4]. Как показано на рис. 2, с изменением формы настыли на ванне изменяются величины горизонтальных токов, влияющих на вертикальную составляющую магнитной индукции (B_z). С изменением B_z характер горизонтальных составляющих (B_y и B_x) также может меняться, т.к. возникновение горизонтального тока ведёт к изменениям в направлении течения вертикального тока, сказывающегося на этих величинах напряженности магнитного поля.

На рис. 2 цифрами обозначены: 1 – анод; 2 – катодный блок; 3 – электролит; 4 – подовая настыль; 5 – расплавленный металл; 6 – катодный стержень (блюдс).

Для электролизёра типа ОА-300 характерны следующие особенности, связанные с формированием горизонтальных токов:

1. Исследуемые ванны работают на относительно невысоком уровне металла (17,5 см), что приводит к увеличению плотности горизонтальных токов в нём.

2. Для ФРП данных электролизёров характерен небольшой гарнисаж (4-7 см), а также незначительные размеры подовой настыли по высоте и длине. Вышеуказанное обстоятельство не является столь критичным с точки зрения негативного влияния горизонтальных токов, поскольку существующая форма настыли ограничивает движение тока в районе периферийного шва с относительно более высоким сопротивлением, чем у катодного блока. Однако это провоцирует более интенсивное разрушение данного участка в условиях постоянного воздействия агрессивной среды расплава электролита, находящегося ниже катодного металла по условиям смачивания.

3. Ещё одним не менее важным фактором, влияющим на формирование горизонтальных токов, является схема замены анодов. Как показали испытания, проводимые на опытном участке Уральского алюминиевого завода «Электролиз - 300», действующая на электролизёрах ОА – 300 схема замены анодов обеспечивает снижение частоты образования «шеек» на аноде, а также способствует относительно устойчивой работе электролизёров с точки зрения его МГД – стабильности при силе тока 300 - 330 кА. С повышением же силы тока до 350 кА и выше возникает необходимость в изменении существующей схемы замены анодов на ту, которая бы обеспечивала более равномерное токораспределение по анодному массиву, тем самым уменьшая вероятность возникновения горизонтальных токов.

МГД – стабильность. С точки зрения критерия, характеризующего работу электролизёра, МГД – стабильность является неким совокупным параметром, объединяющим как прямые (скомпенсированность магнитного поля, наличие или отсутствие горизонтальных токов), так и косвенные (колебания тока серии, частота возникновения АЭ, циклы работы АПГ и др.) факторы, влияющие на его величину.

Определение уровня МГД – стабильности на электролизёрах ОА – 300 проводилось методом «зажатия» снижения рабочего напряжения путем опускания анодного массива. «Зажатие» производили ступенчато, опусканием анода примерно по 40 секунд, что соответствовало изменению межполюсного расстояния (МГР) на ~ 19 мм или 100-150 мВ напряжения [5].

Обычно запас МГД – устойчивости определяется по «критическому» напряжению, при котором возникают гармонические колебания напряжения на электролизере с частотой ~ 0,07 – 0,02 Гц и амплитудой ~ 70÷100 мВ.

Для проведения измерений колебания напряжения применялся цифровой многоканальный самописец Flash-recorder (производство ADClab, г. Москва), который позволяет снимать данные в цифровом виде с частотой 10 Гц и записывать их на жесткий диск компьютера (прибор использовался совместно с ноутбуком) (рис. 3).

Зажатие проводилось на 10 электролизерах, работающих без технологических и конструктивных особенностей.

Результат измерений показал, что искомые гар-

монические колебания напряжения с амплитудой $\sim 70 \div 100$ мВ на электролизерах не отслеживаются вплоть до напряжения в 3,14 В (рис. 4).



Рис. 3. Внешний вид многоканального самописца Flash-recorder

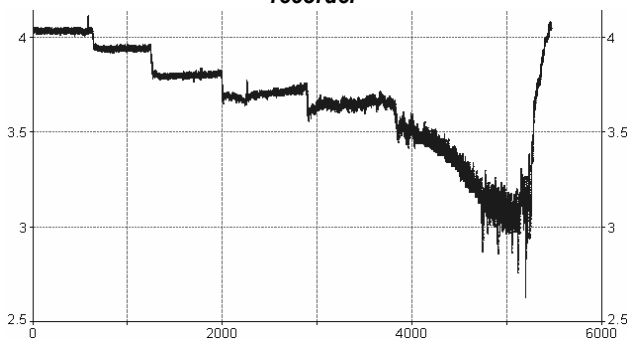


Рис. 4. Динамика изменения напряжения при определении критического напряжения

Из рис. 4 видно, что при достижении напряжения в 3,14 В возникли колебания напряжения с частотой 0,008 Гц (период 125 с) и амплитудой 35 мВ, которые наблюдались в течение 5 минут, а далее напряжение на электролизере стало плавно самопроизвольно снижаться вплоть до 3.1 В. Причина этого явления, возможно, лежит в процессе поднятия растворенного в электролите металла в область МГП вследствие возникших колебаний поверхности металла, в результате чего сопротивление расплава уменьшилось и напряжение на электролизере соответственно также снизилось. Явление самопроизвольного падения напряжения на электролизере можно отнести к возникновению МГД нестабильности, поскольку при этом стабильная работа ванны невозможна.

В результате эксперимента было установлено, что порог возникновения, а также характер возникновения волнения практически на всех электролизёрах одинаковый и имеет средние значения, характеризующие запас МГД-стабильности в пределах 850 мВ на 300 кА.

Отслеживание возникающих во время «зажатия» колебаний металла производилось путем разложения исследуемого сигнала в ряд Фурье вида

$$y(t) = \sum A_i \sin(2\pi\nu_i t + \theta_i),$$

где A_i – амплитуда i -го колебания; ν_i – частота i -го колебания.

После преобразования «критического» напряжения в ряд Фурье для дальнейшего анализа были отобраны колебания напряжения на электролизере с частотой, входящей в интервал $\sim 0,01 \div 0,05$ Гц [6]. Общий вид полученных после Фурье преобразований колебаний представлен на рис. 5.

Исследования авторов [7] показывают, что основной вид колебательных движений на электролизёрах с пятистоячной ошиновкой имеет сложный и труднопро-

гнозируемый характер, основной причиной которого является, как правило, дисбаланс электромагнитных полей, создаваемых ошиновкой.

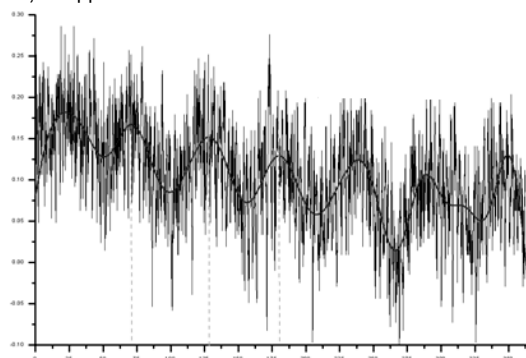


Рис. 5. Динамика изменения напряжения на электролизёре во время МГД-нестабильности

Проведенные исследования состояния МГД – стабильности на электролизёрах, находящихся рядом с ваннами, на которых проводился эксперимент по установлению уровня МГД – стабильности, не выявило каких-либо изменений. Отсюда следует, что для данного типа ванн, работающих на силе тока 300 кА, нехарактерно получившее распространение на подобных конструкциях электролизёров явление сцепленно-го волнения.

Выводы:

1. Исследования показали, что для электролизёров ОА – 300 характерны оптимально подобранные как технологические параметры, так и конструктивные решения, что в конечном итоге обуславливает стабильность его работы на силе тока 300 кА.

2. Порог возникновения, а также характер возникновения волнения практически на всех электролизёрах одинаковый и имеет средние значения, характеризующие запас МГД-стабильности в пределах 850 мВ на 300 кА.

3. Проведенный эксперимент по установлению запаса МГД – стабильности показал, что для данного типа ванн существует резерв в повышении силы тока до 330 кА и выше.

Библиографический список

1. Larry Banta, Congxia Dai, Philip Biedler. NOISE CLASSIFICATION IN THE ALUMINUM REDUCTION PROCESS. // Light Metals 2003, p.431-435.
2. Jeffrey T Keniry, Graeme C Barber et all. DIGITAL PROCESSING OF ANODE CURRENT SIGNALS: AN OPPORTUNITY FOR IMPROVED CELL DIAGNOSIS AND CONTROL // Light Metals 2001, p.1225-1233.
3. Металл как подсистема алюминиевого электролизера. Слученков О.В. [и др.] // Алюминий Сибири –2005 г.: сборник. Иркутск, 2005.
4. Kai Grjotheim and Halvor Kvande Understanding the Hall-Heroult Process for Production of Aluminium. Dusseldorf: - Aluminium-Verlag, 1986.
5. Таблица физических величин: справочник / под ред. акад. И.К.Кикоина. М.: Атомиздат, 1976. 1008 с.
6. Larry Banta, Congxia Dai, Philip Biedler. NOISE CLASSIFICATION IN THE ALUMINUM REDUCTION PROCESS. // Light Metals 2003, p.431-435.
7. Nobuo Urata. WAVE MODE COUPLING AND INSTABILITY IN THE INTERNAL WAVE IN ALUMINUM REDUCTION CELLS. // Light Metals 2005, p.455-460.



УДК 517.926

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КАЛМАНА-МЕСАРОВИЧА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АПОСТЕРИОРНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ СЛОЖНОГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА I¹

А.В.Бойков², В.А.Русанов³, Г.М.Шишкин⁴

¹Восточно-Сибирский институт МВД,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110.

²Институт динамики систем и теории управления СО РАН,

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134.

³Иркутская государственная сельскохозяйственная академия,

664038, г. Иркутск, пос. Молодежный.

Проведено исследование алгебраических и топологических свойств фазовых траекторий динамических сложных физико-механических процессов, допускающих модельную дифференциальную реализацию Калмана-Месаровича в классе линейных и инвариантных во времени многосвязных дифференциальных уравнений состояния конечного динамического порядка со стационарным оператором многомерного выходного сигнала.

Библиогр. 11 назв.

Ключевые слова: сложный физико-механический процесс; задача дифференциальной реализации; механизм дифференциальной реализации; динамические системы; задача реализации с автономной системой.

APPLICATION OF THE MULTIVARIATE KALMAN-MESAROVICH REALIZATION FOR THE CONSTRUCTION OF THE POSTERIORI MODEL OF THE DYNAMICS OF THE COMPLEX PHYSICAL AND MECHANICAL PROCESS I

A.V.Boikov, V.A. Rusanov, G.M. Shishkin

East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia

110 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The Institute of System Dynamics and the Control Theory of Siberian Department of Russian Academy of Sciences

134 Lermontov St., Irkutsk, 664033

Irkutsk State agricultural Academy

Molodezhniy settlement, Irkutsk, 664038

The authors carried out the research of algebraic and topological properties of phase trajectories of complex dynamical physical and mechanical processes allowing model differential realization of Kalman-Mesarovich in the class of linear and time invariant multilinked differential equations of terminal dynamic order status with the stationary operator of the multivariate output signal.

11 sources.

Key words: complex physical and mechanical process; the task of differential realization; differential realization mechanism; dynamic systems; the task of realization with an autonomous system.

В работе определены и обсуждаются необходимые и достаточные условия разрешимости задачи многомерной дифференциальной реализации [1, с. 21], [2, с. 54] для апостериорной математической модели динамики сложного физико-механического процесса (СФМП) в классе линейных дифференциальных уравнений состояния с программным управлением и стационарным оператором выходного сигнала – система «вход-состояние-выход». При этом исходная модель сложного физико-механического процесса, подлежащая дифференциальной реализации конеч-

ного динамического порядка, рассматривается (см. определение 1.2 [2, с. 21]) в теоретико-системной концепции «черного ящика», т.е. как многосвязный управляемый динамический процесс «вход-выход», полученный экспериментально.

Постановка данной работы обозначена в [4] и является идейным развитием теоретических результатов из публикации, в которой показан переход от задачи СФМП к системе линейных обыкновенных дифференциальных уравнений [3]; заметим, что в исследованиях [3] не делалось попытки построить теорию

¹ Работа поддержана грант-контрактами: Программа фундаментальных исследований №22 Президиума РАН (проект №2.5), Российский фонд фундаментальных исследований (№05-01-00623), Грант Президента РФ по государственной поддержке научных школ РФ (№НШ-1676.2008.1).

²Бойков Алексей Валентинович, старший преподаватель кафедры управления и надзора в системе обеспечения пожарной безопасности, тел.: (3952)410830, e-mail: alexb308@yandex.ru

Boikov Alexey Valentinovich, a senior lecturer of the Chair of Control and Supervision in the System of Provision of Fire Safety. Tel.: (3952)410830, e-mail: alexb308@yandex.ru

³Русанов Вячеслав Анатольевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник.

Rusanov Vyacheslav Anatoljevich, a doctor of physical and mathematical sciences, a chief research worker.

⁴Шишкин Геннадий Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры ремонта машин и технологии металлов.

Shishkin Gennadiy Mihailovich, a candidate of technical sciences, a professor of the Chair of Machinery repair and Technology of Metals.



дифференциальной реализации уравнений динамики СФМП с многомерным оператором выходного сигнала (в частности, динамический порядок апостериорной модели реализации определялся эмпирически), поскольку для этого нужна теория, требующая другого (более высокого) уровня сложности, чем это возможно обеспечить в рамках классических линейных структур динамических систем типа «вход-состояние».

1. Математические предпосылки и постановка задачи реализации. Прежде чем переходить к описанию апостериорного моделирования дифференциальных уравнений динамики СФМП, введем обозначения и терминологию.

Далее R – поле вещественных чисел, R^q – q -мерное евклидово пространство над R (со скалярным произведением, обозначаемым через $\langle \cdot, \cdot \rangle_{R^q}$); $M_{n,m}(R)$ – пространство всех $n \times m$ -матриц (матриц размера $n \times m$) с элементами из R ; $T:=[t_0, t_1]$ – отрезок числовой прямой R . Как обычно, $C^\infty(T, R^q)$ – пространство всех бесконечно дифференцируемых на T функций со значениями в R^q , при этом считаем, что $C^\infty(T, R^q)$ наделено структурой бесконечномерного евклидова пространства со скалярным произведением $\langle \phi, \varphi \rangle_{C^\infty} := \int_T \langle \phi(\tau), \varphi(\tau) \rangle_{R^q} d\tau$ для любых $\phi, \varphi \in C^\infty(T, R^q)$.

Выделим класс динамических систем, движение которых в пространстве состояний R^n описывается векторно-матричным дифференциальным уравнением

$$\begin{aligned} dx(t)/dt &= Ax(t) + Bu(t), \quad x(t_0) = x_0 \in R^n, \quad t \in T, \\ y(t) &= Cx(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где $x(\cdot) \in C^\infty(T, R^n)$ – траектория системы; $u(\cdot) \in C^\infty(T, R^m)$ – управление («вход» системы), $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$ – «выход» системы; $A \in M_{n,n}(R)$, $B \in M_{n,m}(R)$, $C \in M_{p,n}(R)$, $p \leq n$.

П о с т а н о в к а задачи реализации: пусть $(y(\cdot), u(\cdot)) \in C^\infty(T, R^p) \times C^\infty(T, R^m)$ – наблюдаемый (экспериментально) СФМП типа «вход-выход» с переменными p -вектор-функции $y(\cdot)$ и m -вектора управляющих воздействий $u(\cdot)$, линейно независимыми (у каждой вектор-функции) в пространстве $C^\infty(T, R)$. Определить необходимые и достаточные условия, при которых апостериорный динамический процесс $(y(\cdot), u(\cdot))$ удовлетворяет некоторой системе «вход-состояние-выход» (1) с минимальной размерностью n пространства состояний R^n .

В прикладном аспекте центральная проблема задачи реализации заключается в том, чтобы для заданного многосвязного отображения «вход-выход», определенного в форме апостериорного процесса $(y(\cdot), u(\cdot)) \in C^\infty(T, R^p) \times C^\infty(T, R^m)$, построить конечномерное многообразие R^n минимального динамического порядка n (называемое минимальным пространством состояний), начальное состояние $x_0 \in R^n$ и дифференциальную (с программным управлением $u(\cdot)$) систему (1) (с некоторыми матрицами A, B, C), эволюционирующую на фазовом многообразии R^n и имеющую такое же (идентичное) отображение «вход-выход» – $(y(\cdot), u(\cdot))$.

З а м е ч а н и е 1. Если задача дифференциаль-

ной реализации разрешима, то, как показано в [5], матрицы системы (1) не имеют в этой реализации единственное параметрическое представление. Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что ниже нас в основном интересует проблема «синтеза», а не «расчета» систем. При этом употребляем эти термины в том смысле, что решение задачи «синтеза» системы должно определять ее структуру, в то время как «расчет» предполагает манипулирование (в идеале оптимизацию) численными значениями свободных параметров в рамках структуры, которая зафиксирована решением задачи синтеза.

В следующем разделе решаем задачу реализации, понимаемую как построение уравнений «свободной» динамики исследуемого объекта на его *собственном движении*; именно в этой методологии в [5] было предложено идентифицировать минимальный динамический порядок структуры моделируемой системы.

2. Реализация с нулевым «входом» (вариант однородной системы). Прежде чем излагать решение задачи дифференциальной реализации моделей уравнений динамики в классе «вход-состояние-выход», обсудим ее для однородных систем; соответствующий моделируемый процесс $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$, с переменными линейно независимыми в $C^\infty(T, R)$, назовем *интервальным* (от лат. *internus* – внутренний).

Однородность модели реализации предполагает $u(t) = 0 \in R^m$, $t \in T$ и $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$; разумеется, о таких системах можно сказать намного больше (см., например [6, с. 103]). Несмотря на некоторую ограниченность данной постановки, все необходимые определения и основные утверждения, существенные для дальнейшего исследования разрешимости задачи реализации собраны в этом разделе; изложение в достаточной мере замкнуто, но многие детали опускаются, – особенно это относится к обсуждению геометрической структуры евклидова пространства $C^\infty(T, R^p)$ и исчисления рациональных канонических матричных представлений.⁴ На первый взгляд чрезмерное различие топологических структур евклидовых пространств, а именно – векторного вещественного конечномерного R^p и линейного функционального бесконечномерного $C^\infty(T, R^p)$ оказываются не столь существенными для алгебраических структур в контексте следующего определения.

О п р е д е л е н и е 1 [7, с. 213]. Пусть z_1, z_2, \dots, z_q – вектор-функции пространства $C^\infty(T, R^p)$, тогда определитель $\Gamma(z_1, z_2, \dots, z_q)$ матрицы

$$\begin{bmatrix} \langle z_1, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_1, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_1, z_q \rangle_{C^\infty} \\ \langle z_2, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_2, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_2, z_q \rangle_{C^\infty} \\ \langle z_q, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_q, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_q, z_q \rangle_{C^\infty} \end{bmatrix}$$

⁴ Символ «0», обозначающий в этом абзаце нулевой вектор в R^n , будет использоваться далее для обозначения нуля любой природы (числа, вектора, отображения или подпространства), которая должна быть ясна из контекста.



образует определитель Грама, составленный для векторов z_1, z_2, \dots, z_q .

З а м е ч а н и е 2 [7, с. 213]. Если какой-либо главный минор определителя Грама, составленного для векторов функционального пространства $C^\infty(T, R^p)$, равен нулю, то равен нулю и сам определитель Грама; данное замечание весьма полезно для вычислительных целей при анализе свойства линейной зависимости конечных наборов, составленных из вектор-функций пространства $C^\infty(T, R^p)$.

Л е м м а 1. Если $y(\cdot)$ – j -ая переменная вектор-функции наблюдений

$y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$ за (СФМП) и $\Gamma(y_1, \dots, y_p)$ составлен для $y_1(\cdot), \dots, y_p(\cdot) \in C^\infty(T, R)$, то для того чтобы процесс $y(\cdot)$ был интернальным необходимо и достаточно

$$\Gamma(y_1, y_2, \dots, y_p) \neq 0; \quad (2)$$

интернальность процесса $y(\cdot)$ исключает избыточность его измерений (любая переменная $y(\cdot)$ не может быть выражена через линейную комбинацию других $y(\cdot)$).

Основа следующего определения – математическая идея использовать конструкцию максимального элемента в семействе линейно независимых множеств.

О п р е д е л е н и е 2. Конечную последовательность $\langle L_j \rangle_{j=0, \dots, k}$ множеств $L_j \subset C^\infty(T, R^p)$ назовем $\langle L_j \rangle_k$ -кортежем, если $L_j, j=0, \dots, k$ удовлетворяют условию

$$L_0 \subset L_1 \subset \dots \subset L_{k-1} \subset L_k \text{ \& } L_0 \neq L_1 \neq \dots \neq L_{k-1} \neq L_k.$$

Скажем, что $\langle L_j \rangle_k$ -кортеж обладает индексом n , если справедливы равенства

$$\text{Span } L_k = \text{Span } L_{k-1}, \\ \dim \text{Span } L_{k-1} = n.$$

Здесь и далее $\text{Span}\{\dots\}$ – линейная оболочка векторов из $\{\dots\}$ над R , свойство – « $\langle L_j \rangle_k$ -кортеж обладает индексом n », можно выявить процедурой леммы 2.

Л е м м а 2. $\langle L_j \rangle_k$ -кортеж имеет индекс n в том и только том случае, если отыщется n вектор-функций $z_1, z_2, \dots, z_n \in L_k$ таких, что $\Gamma(z_1, z_2, \dots, z_n) \neq 0$, тогда как для любых $n+1$ вектор-функций из L_k определитель Грама равен нулю.

Доказательство леммы 2 прозрачно в силу теоремы 1 [7, с. 213].

Дальнейшее изложение основывается на понятии кортежа, что ставит задачу построения его элементов; структуру одного из них формализует определение 3.

О п р е д е л е н и е 3. Пусть $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$, тогда множество

$$S_k := \{y(\cdot), dy(\cdot)/dt, \dots, d^k y(\cdot)/dt^k\} \subset C^\infty(T, R^p), \quad (k \geq 0)$$

назовем k -струей вектор-функции $y(\cdot)$ на интервале времени T .

Для уточнения основных понятий развиваемой ниже теории и согласованности ее с матричной терминологией введем еще две конструкции линейной алгебры.

О п р е д е л е н и е 4 [7, с. 160]. Минимальным полиномом матрицы $A \in M_{n,n}(R)$ называется полином $\pi(\lambda)$ наименьшей степени, для которого $\pi(A) = 0$.

Нормированный минимальный полином (т.е. с ко-

эффициентом при его старшем члене равном 1) всегда единственен и делит без остатка любой отличный от нулевого полином $\eta(\lambda)$, для которого $\eta(A) = 0$; например, таковым является $\chi(\lambda)$ – характеристический полином матрицы A (теорема Гамильтона-Кэли [7, с. 87]).

О п р е д е л е н и е 5 [8, с. 262]. Если для матрицы $A \in M_{n,n}(R)$ найдется такой вектор $b \in R^n$, что $\text{Span}\{b, Ab, A^2b, \dots, A^n b\} = R^n$, то A называется циклической матрицей, а вектор b – ее циклическим генератором.

З а м е ч а н и е 3 [9, с. 37]. Матрица $A \in M_{n,n}(R)$ циклична в том и только том случае, если ее характеристический полином $\chi(\lambda)$ равен $\pi(\lambda)$, при этом пара (A, b) является полностью управляемой (теорема 3.4 [1, с. 47]); эквивалентно, когда каждому собственному значению A соответствует ровно один жорданов блок.

Л е м м а 3. Пусть $A \in M_{n,n}(R)$ – некоторая циклическая матрица, $b \in R^n$ – ее циклический генератор и $c \neq 0 \in R^n$. Тогда существует (единственная) матрица $X \in M_{n,n}(R)$, такая, что X коммутирует с A (т.е. $XA = AX$) и при этом $Xb = c$.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Система векторов $\{b, Ab, A^2b, \dots, A^n b\}$ образует базис в R^n . Следовательно, вектор c имеет единственное представление вида

$$\beta_0 b + \beta_1 Ab + \beta_2 A^2 b + \dots + \beta_n A^n b = c.$$

Теперь (с учетом введенного в условиях леммы алгебраического условия $Xb = c$) конструкция (представление) матрицы X вполне очевидна:

$$X = \beta_0 E_n + \beta_1 A + \beta_2 A^2 + \dots + \beta_n A^n,$$

где E_n – единичная $n \times n$ -матрица, а коэффициенты β_i являются (что очевидно) решением следующей линейной системы алгебраических уравнений:

$$\begin{bmatrix} \langle z_0, z_0 \rangle_{R^n} & \langle z_0, z_1 \rangle_{R^n} & \langle z_0, z_n \rangle_{R^n} \\ \langle z_1, z_0 \rangle_{R^n} & \langle z_1, z_1 \rangle_{R^n} & \langle z_1, z_n \rangle_{R^n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \langle z_n, z_0 \rangle_{R^n} & \langle z_n, z_1 \rangle_{R^n} & \langle z_n, z_n \rangle_{R^n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi_0 \\ \xi_1 \\ \dots \\ \xi_n \end{bmatrix}.$$

Здесь $z_i := A^i b$ (считаем, что $A^0 := E_n$) и $\xi_i := \langle c, A^i b \rangle_{R^n}$, где $i = 0, \dots, n$.

Далее, поскольку матрица A циклична и b – ее циклический генератор, то определитель $\Gamma(z_0, z_1, \dots, z_n)$, составленный для векторов $z_i \in R^n$, будет ненулевой и, следовательно, данная алгебраическая система является совместной, более того, она имеет единственное решение относительно неизвестных коэффициентов β_i .

Наконец, приняв во внимание тот аналитический факт (см. [1, с. 55]), что для любой циклической матрицы $A \in M_{n,n}(R)$ семейство всех коммутирующих с ней матриц D имеет описание $\{D \in M_{n,n}(R): D = \eta(A), \eta(\lambda) \in \Xi\}$, где Ξ – класс всех полиномов переменной λ степени, не превышающей значения n , заключаем, что данная матрица X – единственная; что завершает доказательство леммы.

Обозначим, как обычно, для матрицы $A \in M_{n,n}(R)$ через $t \mapsto e^{A(t-t_0)}: T \rightarrow M_{n,n}(R)$ матричную экспоненциаль-



ную функцию на интервале времени T , т.е. матричный ряд $e^{A(t_0-t)} = E_n + A(t_0-t) + \dots + A^n(t_0-t)^n/n! + \dots$ (эквивалентно-фундаментальная матрица решений системы (1) [6, с. 131]);⁵ согласно теореме 2 [10, с. 194] данный ряд сходится (при любом фиксированном $t \in T$) в топологии, индуцированной матричной нормой в $M_{n,n}(R)$, при этом в силу этой же теоремы для любой матрицы $D \in M_{n,n}(R)$, коммутирующей с A , справедливо функциональное равенство $De^{A(t_0-t)} = e^{A(t_0-t)}D$; в контексте данного равенства следующее простое предложение весьма важно:

Л е м м а 4. Пусть $D \in M_{n,n}(R)$ коммутирует с $A \in M_{n,n}(R)$. Тогда для любого вектора $x_0 \in R^n$ и соответствующего ему $z_0 = Dx_0$ имеет место $z(t) = Dx(t)$, $t \in T$, если $t \rightarrow z(t)$ и $t \rightarrow x(t)$ – решения следующих дифференциальных уравнений

$$dz(t)/dt = Az(t), \quad z(t_0) = z_0 \in R^n, \quad (t \in T)$$

$$dx(t)/dt = Ax(t), \quad x(t_0) = x_0 \in R^n$$

(лемма верна в силу решений данных уравнений $z(t) = e^{A(t_0-t)}z_0$, $x(t) = e^{A(t_0-t)}x_0$ [8, с. 17]).

Теперь обладаем достаточным математическим инструментом, чтобы сформулировать основной аналитический результат – необходимые и достаточные условия разрешимости задачи дифференциальной реализации апостериорного интернального СФМП $y(\cdot)$ в классе автономных систем (1).

Т е о р е м а 1. Интернальный процесс $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$ удовлетворяет решению задачи реализации с автономной системой (1) минимального динамического порядка n , если и только если $\langle S_j \rangle_n$ -кортеж j -струй от $y(\cdot)$ на T имеет индекс n .

Д о к а з а т е л ь с т в о. (Необходимость). Пусть $y(\cdot)$ допускает автономную реализацию (1) минимального динамического порядка n . С учетом принятого выше положения $u(\cdot) = 0$ продифференцируем n раз второе уравнение системы (1) (подставляя $dx(t)/dt$ из первого уравнения). В результате получим $y(t) = Cx(t)$, $dy(t)/dt = CAx(t)$, $d^2y(t)/dt^2 = CA^2x(t)$, ..., $d^ny(t)/dt^n = CA^nx(t)$.

Сложим данные уравнения, предварительно умножив первое на a_0 , второе – на a_1 , и т.д., последнее – на единицу, где a_i – коэффициенты нормированного характеристического полинома $\chi(\lambda) = \lambda^n + a_{n-1}\lambda^{n-1} + \dots + a_1\lambda + a_0$ матрицы A модели автономной реализации. По теореме Гамильтона-Кэли A удовлетворяет своему характеристическому уравнению, поэтому члены с вектором состояний $x(t)$ в правой части этой системы исчезнут. В результате приходим к обыкновенному линейному дифференциальному уравнению n -го порядка относительно вектора выходного сигнала:

$$d^ny(t)/dt^n + a_n d^{n-1}y(t)/dt^{n-1} + \dots + a_1 dy(t)/dt + a_0 y(t) = 0, \quad (3)$$

где a_i являются (см. определение 1) решением системы алгебраических уравнений

$$\begin{bmatrix} \langle z_1, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_1, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_1, z_n \rangle_{C^\infty} \\ \langle z_2, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_2, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_2, z_n \rangle_{C^\infty} \\ \dots & \dots & \dots \\ \langle z_n, z_1 \rangle_{C^\infty} & \langle z_n, z_2 \rangle_{C^\infty} & \langle z_n, z_n \rangle_{C^\infty} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{n-1} \\ a_{n-2} \\ \dots \\ a_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \dots \\ \xi_n \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Здесь $z_i = d^{n-i}y(\cdot)/dt^{n-i}$ и $\xi_i = \langle d^ny(\cdot)/dt^n, d^{n-i}y(\cdot)/dt^{n-i} \rangle_{C^\infty}$ для $i=1, \dots, n$.

Согласно дифференциальному уравнению (3) функциональное множество S_n линейно зависимо в пространстве $C^\infty(T, R^p)$. Покажем, что размерность линейной оболочки $\text{Span } S_n$ равна n , при этом «попутно» установим, что алгебраический базис линейного множества $\text{Span } S_n$ – суть $(n-1)$ -струя процесса $y(\cdot)$.

Будем рассуждать от обратного предположения. Пусть найдутся n вещественных чисел \hat{a}_i , не все из которых равны нулю, и такие, что имеет место

$$\hat{a}_n d^ny(t)/dt^n + \dots + \hat{a}_1 dy(t)/dt + \hat{a}_0 y(t) = 0, \quad (5)$$

при этом, не теряя общности, можно считать, что имеет место нормировка $\hat{a}_n = 1$; в противном случае порядок последнего дифференциального уравнения, очевидно, будет ниже n , что не влияет на дальнейший ход доказательства.

Нетрудно убедиться, что дифференциальное уравнение (5) приводит к противоречию (относительно динамического порядка уравнений состояния в апостериорном математическом описании дифференциальной динамики многомерной реализации СФМП), а именно – в этом случае для вектор-функции $y(\cdot)$ существует автономная дифференциальная реализация с минимальной размерностью пространства состояний, равной $n-1$; например (см. замечание 1), в такой постановке имеет место следующая система автономной реализации:

$$dz(t)/dt = \hat{A}z(t), \quad y(t) = \hat{C}z(t), \quad t \in T,$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -\hat{a}_0 & -\hat{a}_1 & -\hat{a}_2 & \dots & -\hat{a}_{n-2} \end{bmatrix};$$

конструкция $p \times (n-1)$ -матрицы \hat{C} рассмотрена ниже (вторая часть доказательства). Ограничимся общим замечанием, что в такой постановке элементы матрицы \hat{C} зависят (в общем случае неявно) от начальных условий $z(t_0)$, элементов фробениусовой матрицы \hat{A} и фиксированного выбора (лемма П.8 [8]) ее циклического генератора (см. ниже систему (8) и параметры ее оператора C выходного сигнала).

(Достаточность). Пусть $\langle S_j \rangle_n$ -кортеж струй от интернального процесса $y(\cdot)$ на интервале времени T имеет структурный индекс n . Тогда, поскольку множество S_n линейно зависимо в пространстве $C^\infty(T, R^p)$, найдется, причем единственный (поскольку $\dim \text{Span } S_{n-1} = n$), набор вещественных чисел a_i , ($i=0, 1, \dots, n-1$) такой, что имеет место дифференциальное равенство

$$d^ny(t)/dt^n + a_n d^{n-1}y(t)/dt^{n-1} + \dots + a_1 dy(t)/dt + a_0 y(t) = 0.$$

⁵ Иногда [11] семейство $\{e^{A(t_0-t)}, t \in R^n\}$ отображений $R^n \rightarrow R^n$ называют однопараметрической группой преобразований, действующей в фазовом пространстве R^n , при этом пара $(R^n, \{e^{A(t_0-t)}, t \in R^n\})$ образует фазовый поток.



Теперь, обозначив через $y_j(\cdot)$ – j -ую координату ($j \in \{1, \dots, p\}$) вектор-функции $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$, введем вспомогательный вектор состояния $\hat{y}_j(\cdot) \in C^\infty(T, R^1)$ с координатными переменными $\hat{y}_{ji}(\cdot)$, задаваемыми определяющими выражениями

$$\hat{y}_{j1}(t) = y_j(t), \quad \hat{y}_{j2}(t) = dy_j(t)/dt, \quad \hat{y}_{ji}(t) = d^{i-1}y_j(t)/dt^{i-1}, \quad (i=3, \dots, n).$$

В результате приходим к дифференциальной векторно-матричной системе вида

$$d\hat{y}_j(t)/dt = A\hat{y}_j(t), \quad y_j(t) = \hat{C}\hat{y}_j(t), \quad t \in T, \quad (6)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_0 & -a_1 & -a_2 & \dots & -a_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$\hat{C} = [1, 0, \dots, 0].$$

Обозначим через b некоторый (лемма П.8 [8]) циклический генератор матрицы A и пусть $D_j \in M_{n,n}(R)$ – матрица, удовлетворяющая алгебраическому условию

$$D_j A = A D_j, \quad D_j b = \hat{y}_j(t_0); \quad (7)$$

ясно, что такая матрица существует в силу леммы 3.

Далее, введем в рассмотрение вектор состояния $x(t)$ системы $dx(t)/dt = Ax(t)$, определяемый уравнением $\hat{y}_j(t) = D_j x(t)$, $x(t_0) = b$, что справедливо согласно утверждению леммы 4. Тогда, после умножения (слева) системы уравнений (6) на матрицу D_j , с учетом соотношений (7) приходим к системе уравнений

$$dx(t)/dt = Ax(t), \quad y_j(t) = \hat{C} D_j x(t), \quad x(t_0) = b, \quad t \in T;$$

ясно, что подобную дифференциальную систему (с теми же A, b, \hat{C}) можно аналогичным образом построить для любого означенного выше индекса $j=1, \dots, p$.

Таким образом, имеем окончательный вид автономной реализации (1) для $y(\cdot)$

$$dx(t)/dt = Ax(t), \quad y(t) = Cx(t), \quad x_0 = b, \quad t \in T, \quad (8)$$

$$C = \begin{bmatrix} \hat{C} D_1 \\ \dots \\ \hat{C} D_p \end{bmatrix},$$

что завершает доказательство теоремы.

С л е д с т в и е 1. Процесс $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$ удовлетворяет решению задачи реализации с автономной системой (8) минимального динамического порядка n , если и только если для элементов s_1, \dots, s_n струи S_{n-1} процесса $y(\cdot)$ будет $\Gamma(s_1, \dots, s_n) \neq 0$, тогда как для $n+1$ вектор-функций $\hat{s}_1, \dots, \hat{s}_{n+1} \in S_n$ имеет место $\Gamma(\hat{s}_1, \dots, \hat{s}_{n+1}) = 0$.

Справедливость этого утверждения устанавливается очевидным комбинированием теоремы 1 и леммы 2; понятно, что следствие 1 позволяет «программно» построить конструктивную алгоритмическую процедуру для анализа разрешимости задачи дифференциальной реализации уравнений состояния динамики СФМП (в варианте без «выходного воздействия») в классе автономных систем (1).

С л е д с т в и е 2. Пара (C, A) системы (8) – полностью наблюдаема.

Д о к а з а т е л с т в о. Пусть пара матриц (C, A) не является наблюдаемой. Тогда, как известно (см. теорему 3.1 [9, с. 88]), существует нетривиальное (т.е.

ненулевое) A -инвариантное подпространство $N \subset R^n$, геометрически определяемое как

$$N = \bigcap \{ \text{Ker}(CA^{i-1}) : i=1, \dots, n \} \neq 0 \in R^n,$$

которое представляет наибольшее A -инвариантное подпространство, содержащееся в $\text{Ker } C$ – ядро оператора (матрицы) C выходного сигнала $y(t)$. Обозначим через \mathfrak{N} фактор-пространство R^n/N , через $\hat{A}: \mathfrak{N} \rightarrow \mathfrak{N}$ – линейное отображение, индуцированное в фактор-пространстве \mathfrak{N} оператором A и, поскольку $\text{Ker } C \supset N$, то существует и такое линейное отображение $\hat{C}: \mathfrak{N} \rightarrow R^p$, что $\hat{C}P = C$, где $P: R^n \rightarrow \mathfrak{N}$ – каноническое фактор-отображение. Таким образом, для процесса $y(\cdot) \in C^\infty(T, R^p)$ имеем возможность построить «фактор-систему» дифференциальной реализации вида

$$dz(t)/dt = \hat{A}z(t), \quad y(t) = \hat{C}z(t), \quad z(t_0) = Pb, \quad t \in T;$$

иными словами, всегда можно построить (не единственным образом) некоторую автономную дифференциальную систему минимальной реализации по модулю максимального ненаблюдаемого подпространства моделируемой системы (1).

Поскольку $\dim \mathfrak{N} < \dim R^n$, то динамический порядок данной реализации для интернального апостериорного процесса $y(\cdot)$ меньше n (что, очевидно, противоречит исходному условию: минимальная размерность пространства состояний модели реализации для $y(\cdot)$ равна n). Доказательство завершено.

С л е д с т в и е 3. Для матрицы A системы (8) имеет место $\chi(\lambda) = \pi(\lambda)$.

(Это следует из замечания 3 и леммы П.8 [8, с. 263]).

Заключение. Сделаем несколько общих заключительных замечаний по поводу прикладного значения полученных выше теоретических результатов.

Информационную избыточность комплекса подготовительных апостериорных измерений исключает (устраняет) характеристический признак «интернальности» наблюдаемого (в эксперименте) СФМП, что математически описывает лемма 1, при этом условии (2) обеспечивает проверку этого признака.

Хотя выше рассмотрена лишь проблема существования алгоритма дифференциальной реализации, отметим, что вопрос о его помехозащищенности (существенный с практической стороны апостериорного моделирования уравнений динамики СФМП) решается положительно на основе минимизации (в отличие от подхода, «культивированного» в [5]) параметров системы, подлежащих оценке, а именно, идентификации согласно следствия 3 минимального полинома для матрицы A (см. ниже «шаг 2») и элементов матрицы C («шаг 3»).

Проблему существования прямого вычислительного алгоритма дифференциальной реализации линейных автономных объектов конечного динамического порядка, по существу сводящаяся к задаче о возможности алгоритмизации процесса построения минимального базиса пространства состояний, решает следствие 1 о цикличности линейной оболочки фазовой траектории (в структуре фазового потока с фундаментальной матрицей системы (1) – $e^{A(t-t_0)}$) моделируемого объекта.



Теорема 1 позволяет утверждать, что время прямого вычислительного алгоритма реализации уравнений динамики исследуемой автономной системы в принципе ограничено снизу лишь техническими возможностями измерительной и вычислительной аппаратуры, поскольку структура n -струи (в «струйном» corteже с индексом n) определяется траекторией системы реализации, которую можно рассматривать как орбиту циклического генератора b матрицы системы A относительно однопараметрической группы преобразований R , действующей в R^n .

Следствие 1 определяет последовательную вычислительную схему процедуры математического моделирования уравнений динамики интернального СФМП, сводящуюся к дифференциальной реализации автономной системы минимального динамического порядка n . При этом данную схему условно можно разделить на три операционных шага:

шаг 1 – определение минимального динамического порядка n автономной системы дифференциальной реализации через вычисление соответствующего индекса corteжа струй интернального СФМП (согласно лемме 2);

шаг 2 – вычисление элементов $\{-a_0, -a_1, \dots, -a_{n-1}\}$ фробениусовой матрицы A моделируемой автономной системы дифференциальных уравнений (на базе построенного на шаге 1 минимального порядка n и решения системы (4));

шаг 3 – фиксация некоторого начального вектора состояния x_0 в форме циклического генератора матрицы A и расчет матриц D_j ($j=1, \dots, p$) оператора C выходного сигнала (согласно лемме 3, формулам (6), (7) и положению n -струи в момент t_0).

Следствие 2 констатирует: любая автономная дифференциальная реализация минимального динамического порядка по существу является «наблюдаемой фактор-системой» по модулю максимального не-

наблюдаемого подпространства пространства состояний полной системы дифференциальных уравнений моделируемой динамики СФМП.

Решению задачи нахождения условий дифференциальной реализации линейного стационарного объекта типа «вход-состояние-выход» и разработке алгоритма ее параметрической идентификации посвящена вторая часть работы.

Библиографический список

1. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М.: УРСС, 2004. 400 с.
2. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978. 312 с.
3. Оптимизация процесса гальваностегии на базе апостериорной модели ее динамики / В.А.Русанов [и др.] // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». 2007. № 4. С. 98-109.
4. Данеев А.В., Русанов В.А., Русанов М.В. От реализации Калмана-Месаровича к линейной модели нормально-гиперболического типа // Кибернетика и системный анализ. 2005. № 6. С. 137-157.
5. Дмитриев А.В., Дружинин Э.И. Идентификация динамических характеристик непрерывных линейных моделей в условиях полной параметрической неопределенности // Известия РАН. Теория и системы управления. 1999. № 3. С. 44-52.
6. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974. 332 с.
7. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1988. 552 с.
8. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002. 304 с.
9. Уонэм М. Линейные многомерные системы управления: Геометрический подход. М.: Наука, 1980. 376 с.
10. Беллман Р. Введение в теорию матриц. М.: Наука, 1976. 352 с.
11. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1975. 240 с.

УДК 62-523.2

МЕТОДИКА ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНО-МОДУЛИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С КОМБИНИРОВАНИЕМ ДВУХ- И ТРЕХУРОВНЕВОГО ИНВЕРТОРОВ

И.А.Сычева¹, С.Г.Самохвалова²

Амурский государственный университет,
675027, г.Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21.

Предлагается методика широтно-импульсно-модулированного управления асинхронным двигателем на основе комбинирования двух- и трехуровневого инверторов, описывается математическая модель трехуровневого инвертора.

Ил. 6. Библиогр. 10 назв.

Ключевые слова: асинхронный двигатель; управление; математическое моделирование; имитационное моделирование; двухуровневый инвертор; трехуровневый инвертор.

¹Сычева Ирина Александровна, аспирант, ассистент кафедры информационных и управляющих систем, тел.: 89246701811, e-mail: irina.sycheva@gmx.de

Sycheva Irina Alexandrovna, a postgraduate, an assistant of the Chair of Informational and Controlling Systems, tel.: 89246701811, e-mail: irina.sycheva@gmx.de

²Самохвалова Светлана Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и управляющих систем, зам. декана по учебной работе, e-mail: sgs@amursu.ru

Samohvalova Svetlana Gennadjevna, a candidate of technical sciences, an associate professor of the Chair of Informational and Controlling Systems, the deputy dean on educational work. e-mail: sgs@amursu.ru

THE PROCEDURE OF LATITUDINAL-PULSED-MODULATED CONTROL OF THE ASYNCHRONOUS ENGINE WITH THE COMBINATION OF TWO- AND THREE-LEVEL INVERTERS

I.A.Sycheva, S.G.Samohvalova

Amurskii State University

21 Ignatjevskoye shosse, Blagoveshchensk, 675027

The authors propose a procedure of latitudinal-pulsed-modulated control of an asynchronous engine based on the combination of two- and three-level inverters. They also describe the mathematical model of the three-level inverter. 6 figures. 10 sources.

Key words: asynchronous engine; control; mathematical modeling; imitation modeling; two-level inverter; three-level inverter.

Введение. Существует ряд случаев, когда функционирование асинхронного двигателя происходит под постоянным действием нагрузки, значительно меняющейся во времени, при этом скорость двигателя должна меняться плавно, без резких скачков и спадов. В качестве примера можно привести двигатель тягового электровоза [1].

В результате анализа существующих исследований [2]-[5] было выявлено, что модели широтно-импульсно модулированного (ШИМ) управления с современным трехуровневым инвертором не описаны в рассмотренной литературе, тем не менее, данный инвертор значительно влияет на работу асинхронного двигателя [6]. Основные принципы функционирования трехуровневого инвертора раскрыты в [7],[8].

Основной целью нашего исследования является разработка новой методики ШИМ управления асинхронным двигателем с комбинированием двух типов инверторов. В рамках исследования решались следующие задачи: разработка математической модели ШИМ управления с трехуровневым инвертором, выявление особенностей работы асинхронного двигателя с данным управлением, создание системы управления частотой вращения двигателя с комбинированием двух- и трехуровневых инверторов, выявление основных принципов и закономерностей функционирования данной системы.

1. Математическое моделирование двух- и трехуровневого инверторов. Принцип ШИМ управления состоит в одновременном управлении всеми ключами инвертора таким образом, что формируются выходные сигналы прямоугольной формы (пульсы) одинаковой амплитуды, но разной длительности, полезная составляющая имеет форму синусоиды заданной частоты и амплитуды. Двух- и трехуровневые питающие инверторы при ШИМ управлении асинхронным двигателем формируют сигналы различного вида (рис. 1).

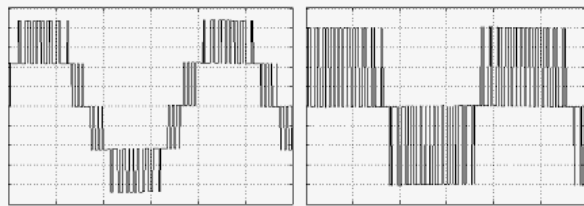


Рис. 1. Форма ШИМ сигналов управления с трех- и двухуровневыми инверторами соответственно

Для управления трехфазным двигателем необходимы три синусоиды (соответствующие токам), сме-

щенные друг относительно друга на треть периода. Вычтем из полученных сигналов пилообразную функцию. Данная функция формируется как остаток от деления аргумента синусоиды на константу, представляющую собой несущую частоту ШИМ сигнала. Таким образом получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} S_1 = \sin(K \cdot t) - F(\text{rem}(\frac{t}{K_1})), \\ S_2 = \sin(K \cdot t + \frac{2 \cdot \pi}{3}) - F(\text{rem}(\frac{t}{K_1})), \\ S_3 = \sin(K \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{3}) - F(\text{rem}(\frac{t}{K_1})), \end{cases} \quad (1)$$

где K – установленная частота ШИМ; K_1 – несущая частота; rem – остаток от деления; F – нелинейная функция вида

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x = 0, x = 1, \\ 1, & x = 0.25, \\ -1, & x = 0.75. \end{cases} \quad (2)$$

На данном этапе возможно непосредственно получить ШИМ сигнал, соответствующий управлению с двухуровневым инвертором. Для этого используем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} V_{a2} = R(S_1(t)) - R(S_2(t)), \\ V_{b2} = R(S_2(t)) - R(S_3(t)), \\ V_{c2} = R(S_3(t)) - R(S_1(t)), \end{cases} \quad (3)$$

где $R(t)$ – нелинейная функция, соответствующая реле с гистерезисом; может быть описана как

$$R(t) = \begin{cases} -c, & t \in (-\infty, b), \Delta t > 0; \\ c, & t \in (-b, \infty), \Delta t < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Для случая управления с трехуровневым инвертором математическая модель реализуется путем сложения функций V_{a2}, V_{b2}, V_{c2} из уравнения с такими же функциями, но смещенными на треть периода. Таким образом, сигнал на выходе трехуровневого инвертора может быть представлен следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} V_{a3} = V_{a2} - [R(S_4(t)) - R(S_5(t))], \\ V_{b3} = V_{b2} - [R(S_5(t)) - R(S_6(t))], \\ V_{c3} = V_{c2} - [R(S_6(t)) - R(S_4(t))], \end{cases} \quad (5)$$

где $S_4(t), S_5(t), S_6(t)$ – функции, идентичные



функциям $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$ с синусоидами, смещенными относительно $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$ на треть периода соответственно.

Для проверки адекватности данной модели было проведено имитационное моделирование в среде Simulink, результаты полностью совпали с работой существующей модели технического блока «трехуровневый инвертор» библиотеки SimPowerSystems [9]. В свою очередь, модель, реализованная на основе математического описания (1)–(5), показала большее быстродействие и гибкость модификации.

В результате сравнения управления асинхронным двигателем с ШИМ управлением с двух- и трехуровневыми инверторами были выявлены особенности работы двигателя с трехуровневым инвертором. На рис. 2 представлены результаты моделирования: при подаче нагрузки в момент времени 0,1 секунды и управлении с трехуровневым инвертором двигатель продолжает стабильную работу и ошибка рассогласования уменьшается. Подача нагрузки при управлении с двухуровневым инвертором приводит к колебаниям скорости, двигатель не может «разогнаться» до необходимого значения.

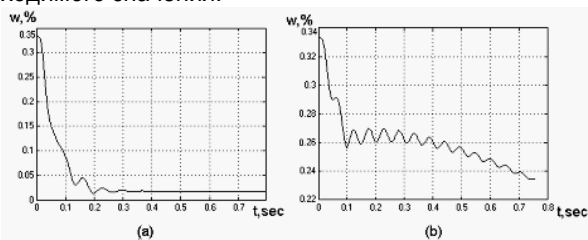


Рис. 2. Ошибка рассогласования для случаев управления с трех- (а) и двухуровневым (б) инверторами

Результаты моделирования показали, что при использовании трехуровневого инвертора диапазон рабочих частот смещается вверх. Двигатель может работать на больших частотах под нагрузкой, в то время как низкие частоты становятся недоступными. Например, в случае номинальной частоты двигателя 60 Гц, частотный диапазон стабильной работы двигателя с двухуровневым инвертором составляет от 5 до 35 Гц, а для трехуровневого инвертора – от 20 до 50 Гц при одинаковой нагрузке. Таким образом, управление частотой вращения асинхронного двигателя с комбинированием различных типов инверторов позволит расширить диапазон рабочих частот в два раза.

2. Управление частотой вращения с комбинированием различных типов инверторов. Методика управления с комбинированием двух- и трехуровневых инверторов подразумевает одновременное использование только одного инвертора и автоматическое переключение на другой инвертор. Переключение происходит в соответствии с тремя критериями: стабильностью частоты двигателя, необходимой частотой вращения, текущим используемым инвертором. Рассмотрим данные критерии подробнее.

Критерий 1. Асинхронный двигатель представляет собой объект с запаздыванием нейтрального типа [10], то есть при подаче сигнал управления в силу

своей массивности и инерционности не сразу переходит в заданное состояние, а через некоторое время, пока не закончится переходный процесс (ротор разгоняется или тормозит). Очевидно, что управление должно поступать на двигатель с учетом запаздывания, после завершения переходного процесса. Таким образом, переключение инверторов и подачу управляющего сигнала целесообразно осуществлять в соответствии со стабильностью частоты: если частота стабилизировалась или же, наоборот, не может стабилизироваться и колеблется относительно долго. Алгоритм определения стабильности частоты состоит из следующих шагов: сначала необходимо дифференцировать частоту вращения и подать полученное значение на переключатель (реле); если производная находится в допустимом диапазоне (т.е. скорость относительно стабильна), то переключатель устанавливается в положение «1» иначе – «-1». Далее «накапливаем» значение с помощью интегратора: если поступает «1» – значение на выходе прибавляется, «-1» – соответственно убывает. Следовательно, когда значение на выходе интегратора превысит определенный порог (скорость стабильна достаточно длительное время) или если скорость не превышает его довольно долго (скорость колеблется), система переключается в режим подачи следующего сигнала управления.

Критерий 2. Необходимая частота вращения также влияет на выбор инвертора: на частотах в верхней трети диапазона частот, на которых может работать двигатель, следует использовать трехуровневый инвертор и соответственно на частотах нижней трети диапазона – двухуровневый.

Критерий 3. При средних значениях скорости вращения выбор инвертора при переключении управляющего воздействия зависит от того, какой из инверторов используется в данный момент. В результате экспериментов с имитационной моделью (описанных в следующем разделе) было установлено, что переход на инвертор другого типа при переключении управления положительно влияет на работу двигателя и позволяет сгладить переходный процесс.

3. Имитационное моделирование в среде matlab/Simulink. Проверка разработанной методики и проведение эксперимента осуществлялось с использованием имитационной модели, созданной в среде Matlab/Simulink с использованием стандартных блоков набора инструментов SimPowerSystems.

Упрощенный вариант модели представлен на рис. 3. В качестве двигателя выбран блок «асинхронный двигатель» с типом ротора «беличья клетка», номинальной частотой вращения 60 Гц, номинальным напряжением 380 В. Инверторы реализованы в соответствии с математическим описанием (1)–(5), управление инверторами происходит с помощью изменения входящей частоты.

Блоки хранения данных А и В содержат информацию о текущем значении частоты и текущем инверторе соответственно. Перезапись значений данных блоков происходит в случае подачи значения 1 с блока определения стабильности частоты вращения. Работа

данного блока описана в п. 2, схема представлена на рис. 4.

Дискретность общей модели делает невозможным использовать непрерывное дифференцирование в данном блоке, таким образом, оно производится с использованием дискретных блоков «память», выдающих значение сигнала на предыдущем шаге. Такой способ обуславливает установку фиксированного шага для численных методов решения дифференциальных уравнений в процессе моделирования.

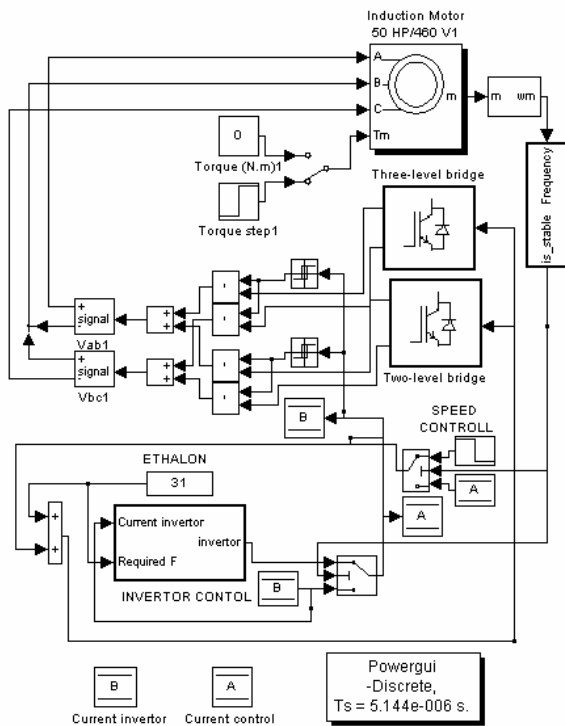


Рис. 3. Имитационная модель системы управления с двумя инверторами

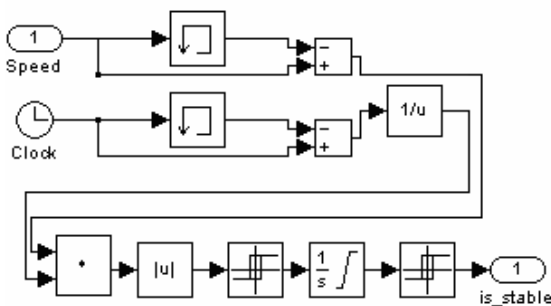


Рис. 4. Схема блока определения стабильности скорости

Формирование сигнала управления скоростью представлено на схеме упрощенно в виде блока «единичная ступенька». Сигнал управления инверторами формируется в отдельном блоке в соответствии с критериями, представленными выше. На вход данного блока поступает необходимая частота вращения и значение текущего инвертора, выход имеет значение 1 – включается питание для трехуровневого инвертора, или 0 – включается питание для двухуровне-

вого инвертора. Диапазон рабочих частот двигателя задается как параметр блока управления инверторами и остается неизменным в процессе работы модели.

В результате при стабилизации скорости вращения двигателя в модели переключается управление на более высокую скорость вращения с переходом на управление другим типом инвертора. Графики, полученные при моделировании, представлены на рис. 5. Как видно из данных графиков, при переключении скорость изменяется плавно, нет скачков, характерных для переключения скорости на одном инверторе (рис. 6), токи переходного процесса не превышают полутора раз, то есть меньше, чем обычные переходные токи, равные двум-трем значениям тока стабильной работы.

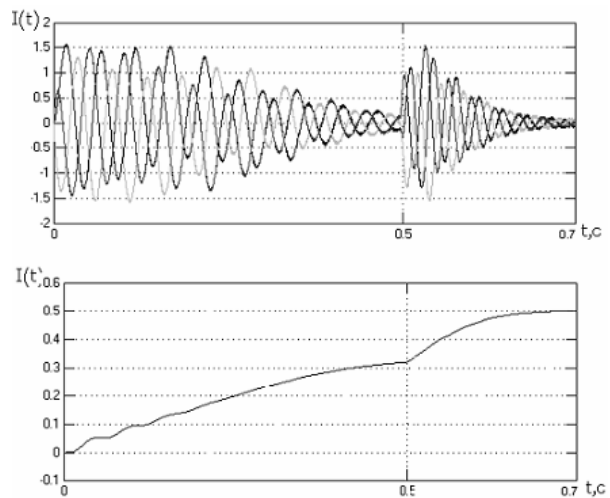


Рис. 5. Изменение токов в обмотках статора и скорости вращения с переключением инверторов

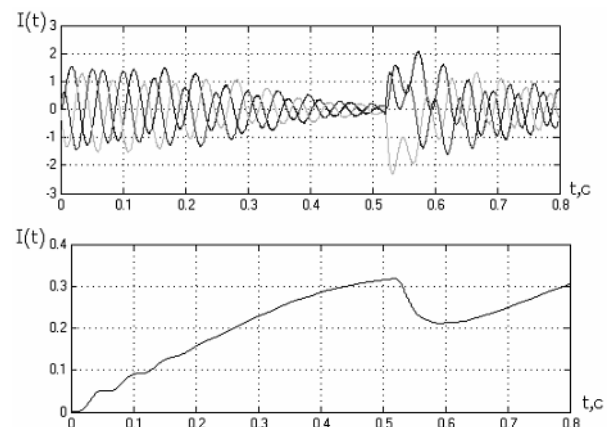


Рис. 6. Изменение токов в обмотках статора и скорости вращения без переключения инверторов

При переключении скорости на одном инверторе переходные токи возрастают до двух раз, скорость резко падает перед увеличением, возникает «яма». Использование разработанной нами новой методики позволяет избежать всех негативных явлений при переключении скоростей.

Заключение. В результате проведенного исследования были получены следующие результаты:



предложена математическая модель ШИМ управления с использованием трехуровневого инвертора, выявлены особенности работы двигателя при питании от трехуровневого инвертора – в этом случае двигатель работает в более высоком диапазоне частот, созданы имитационные модели. Так же предложена методика управления асинхронным двигателем с комбинированием двух типов инверторов, результаты имитированного моделирования показывают, что данная методика позволит улучшить характеристики переходного процесса при переключении скоростей: избежать скачков скорости, сгладить выходные токи, ускорить переходной процесс и расширить диапазон доступных частот в два раза.

Следует заметить, что полученные экспериментальные и теоретические результаты требуют практической проверки и расчета экономической эффективности. Техническая реализация предложенных алгоритмов позволит более точно определить эффективность управления асинхронным двигателем на основе комбинирования двух- и трехуровневых инверторов.

Библиографический список

1. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда. М.: Транспорт, 1991. 480 с.
2. Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением: монография. М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. W. Leonhard. Control of electrical drives, 2nd Ed. Springer. 1996.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MatLab. М.: Корона-Принт, 2007. 320 с.
5. Затрубщиков Н.Б., Комков В.А. Повышение равномерности вращения частотно-регулируемого электропривода на базе инвертора тока с дискретным контуром стабилизации скорости // Динамика и функционирование электромеханических систем: сб. науч. тр. Тула, 1989. 5-11 с.
6. Y.Y. Tzou, H.J. Hsu. FPGA realization of space-vector PWM control IC for three-phase PWM inverters // IEEE Transactions on Power Electronics, Vol 12, No 6. 1997, 953-963 p.
7. Разработка трехфазного мостового инвертора для питания тяговых асинхронных электродвигателей электровазов постоянного тока В.Чибиркин [и др.] // Силовая электроника. 2005. № 2.
8. Баховцев И.А. Сравнительный анализ выходного напряжения АИН с синусоидальной ШИМ // Техническая электродинамика, тематический выпуск "Силовая электроника и энергоэффективность". 2008. Ч. 3. 63-66 с.
9. Сычева И.А., Самохвалова С.Г. Имитационное моделирование ШИМ управления асинхронным двигателем // Молодежь XXI век: шаг в будущее. Результаты X региональной конференции. 2009. 200-201 с.
10. Сычева И.А. Синтез адаптивных систем управления динамическими объектами с сигнальной составляющей и запаздыванием нейтрального типа // Вестник АмГУ. 2009. № 45. 38 с.



УДК 51 ББК 22.1

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Л.С.Сергиенко¹, И.В.Грицких², К.В.Варфоломеева³Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Построен алгоритм исследования сходимости числовых рядов.

Ил. 3. Библиогр. 2 назв.

Ключевые слова: числовые ряды; необходимые и достаточные признаки сходимости рядов; сходимость числовых рядов с положительными членами; сходимость знакопеременных рядов.

ON THE APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

L.S.Sergienko, I.V.Gritskih, K.V.Varfolomeeva

Irkutsk State Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074

The algorithm to study the convergence of numerical series is built.

3 figures. 2 sources.

Key words: numerical series; required and sufficient criteria of series convergence; convergence of numerical series with positive members; convergence of alternating series.

Изобретение ЭВМ не только вооружило человеческое общество новыми научными технологиями, но и существенным образом изменило качество самой науки: стали эффективнее функционировать постоянно эволюционирующие процессы реорганизации и саморегуляции структурных связей между различными научными направлениями, активизировались процессы их гибридизации (например, появилась экономическая физика – эконофизика), возникли совершенно новые научные направления (например, математическое моделирование), изменились темпы и внутренние законы развития отдельных научных дисциплин, более чётко обозначились их цели и принципы и др.

Как следствие произошла коренная перестройка в сфере образования. Возможность манипулировать огромными объёмами информации, в считанные минуты решать сложные задачи с большим количеством компонентов и многие другие виртуальные возможности вычислительной техники естественным образом изменили систему образования, повысили её потенциальные возможности.

В настоящее время проходят стадию эксперимента многие новые компьютерные технологии образования – например, дистанционная (заочная) форма обучения. При этом одной из первоочередных задач становится развитие у пользователей способностей быстро усваивать и эффективно оперировать полученными знаниями, умение их идентифицировать и оптимальным образом систематизировать в блоки, устанавливать внутренние и внешние структурно-

логические связи.

Приведём пример определения функциональной зависимости между различными блоками учебного материала по теории рядов.

Структурно-логическая схема исследования числовых рядов

Рассмотрим один из вариантов представления некоторых основных положений теории числовых рядов в виде последовательности применения признаков сходимости. Алгоритмическая схема содержит три взаимосвязанных блока:

Р1- предельные признаки сходимости;

Р2- теоремы сравнения;

Р3 – признаки сходимости знакопеременных рядов.

1. Предельные признаки сходимости. Первая блок-схема (рис.1) охватывает необходимые и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, радикальный и интегральный признаки Коши, теоремы сравнения.

Сразу после введения исследуемого ряда по виду его общего члена определяется, является ли данный ряд геометрическим или гармоническим рядом. При положительном ответе по соответствующим значениям определённых параметров легко устанавливается сходимость или расходимость ряда и процесс исследования заканчивается. В противном случае проверяется, все ли члены ряда положительны – если нет, то необходимо перейти к третьему блоку Р3 схемы исследования знакопеременных рядов.

¹Сергиенко Людмила Семеновна, доктор технических наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин, тел.: (3952) 405520, e-mail: Lusia_SS@mail.ru

Sergienko Lyudmila Semenovna, a doctor of technical sciences, a professor of the Chair of Disciplines of General Education, tel.: (3952) 405520, e-mail: Lusia_SS@mail.ru

²Грицких Ирина Владимировна, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин, тел.: (3952) 405520, e-mail: Simka1424@yandex.ru

Gritskih Irina Vladimirovna, a senior lecturer of the Chair of Disciplines of General Education, tel.: (3952) 405520, e-mail: Simka1424@yandex.ru

³Варфоломеева Ксения Валерьевна, ассистент кафедры общеобразовательных дисциплин, тел.: (3952) 405520. Varfolomeeva Kseniya Valerjevna, an assistant of the Chair of Disciplines of General Education, tel.: (3952) 405520.

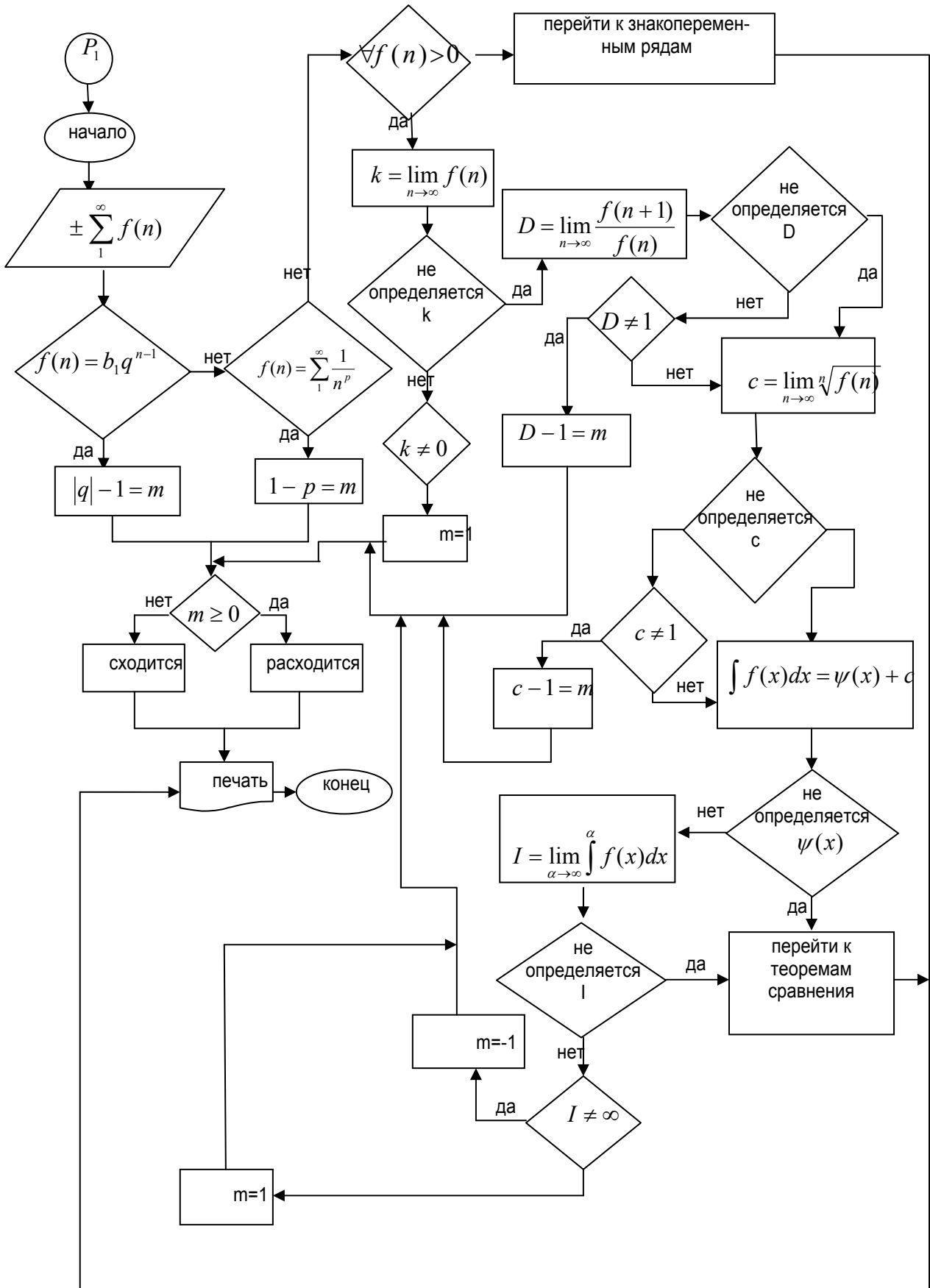


Рис.1. Схема P1 алгоритма исследования рядов с помощью предельных признаков сходимости

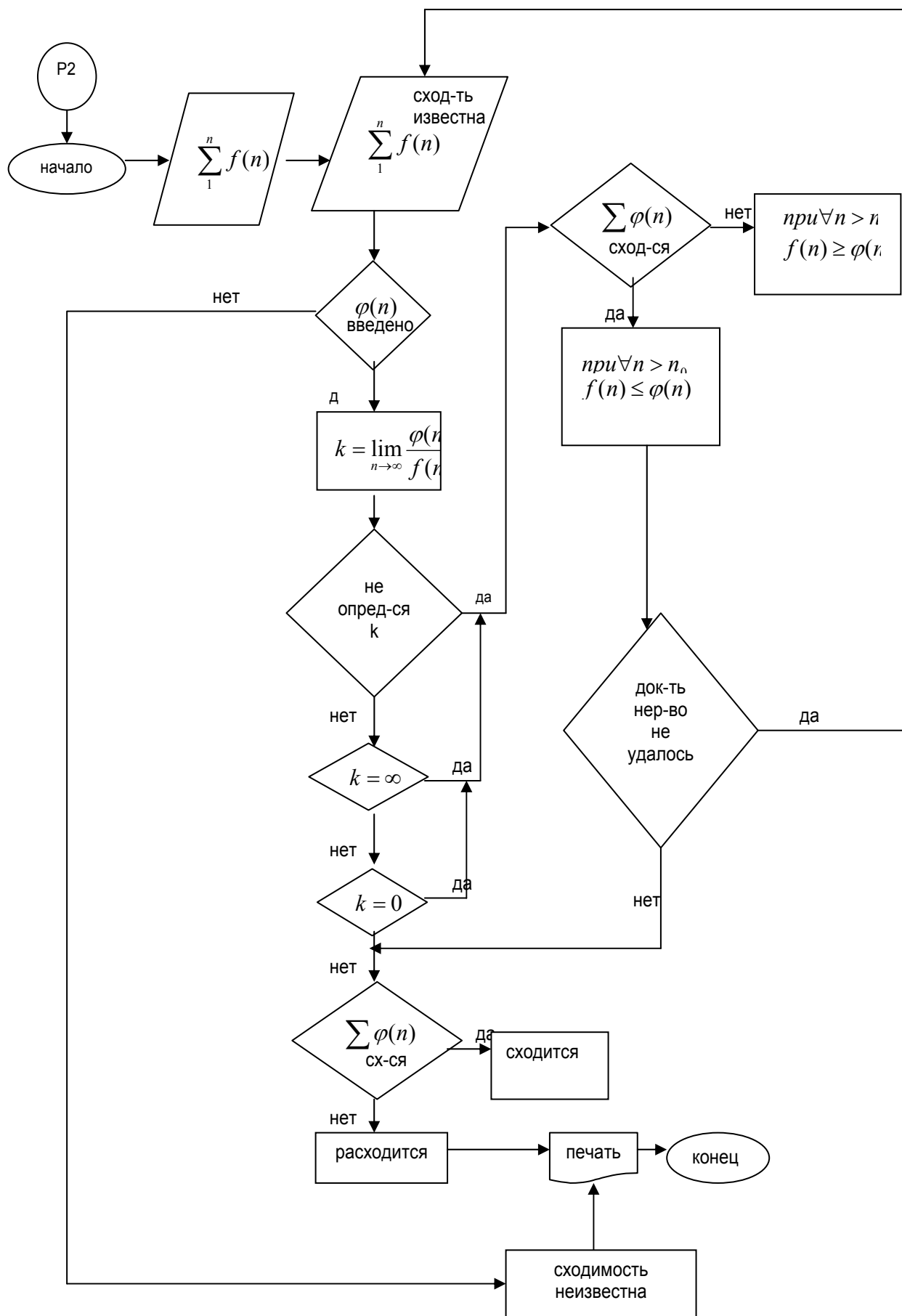


Рис.2. Схема P2 алгоритма исследования сходимости рядов по теоремам сравнения



Признаки сходимости знакопеременных рядов

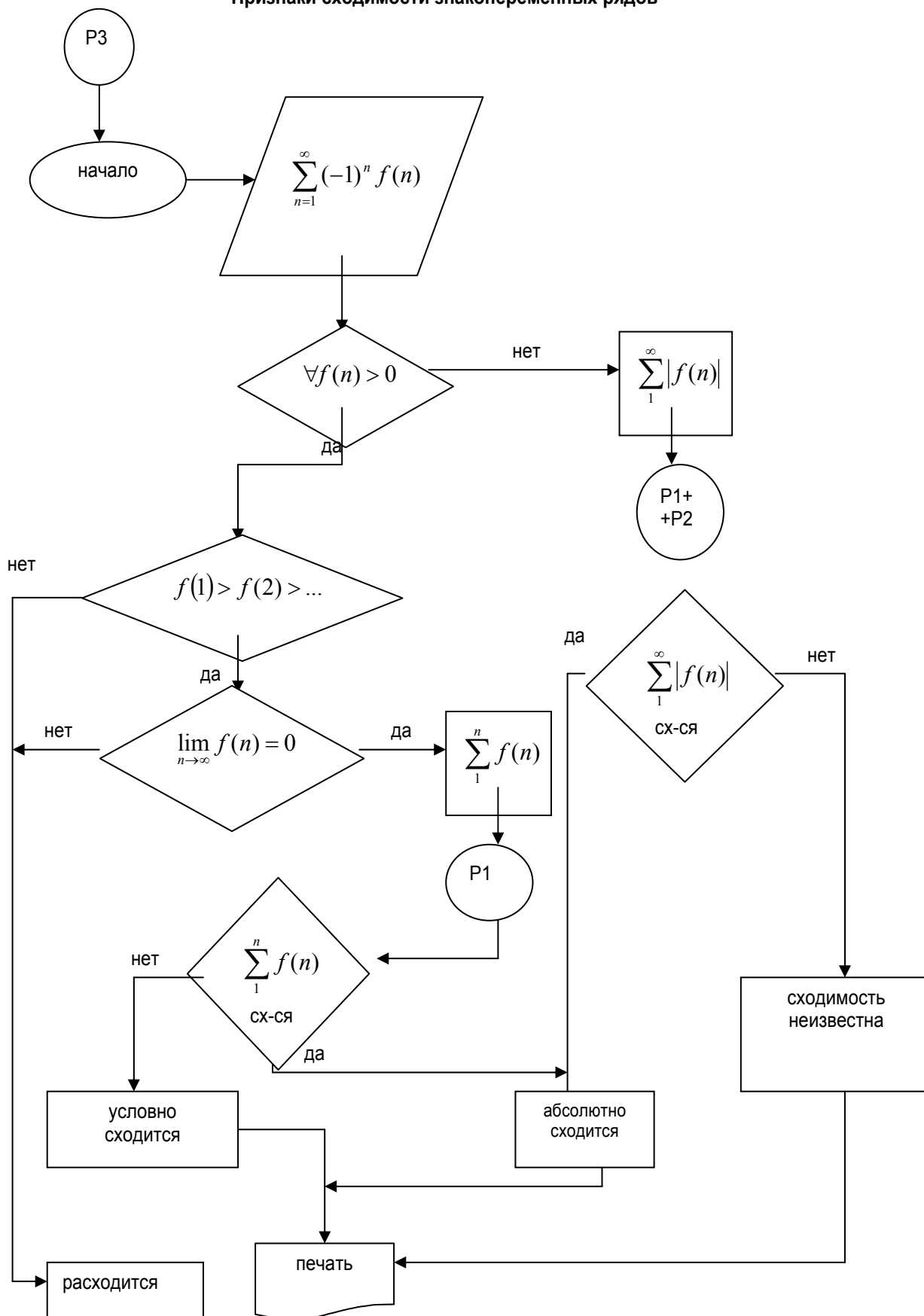


Рис.3. Схема P3 алгоритма исследования знакопеременных рядов



Если же исследуемый ряд знакопостоянный, то проверяется соблюдение необходимого признака сходимости. При его нарушении ряд расходится, а при выполнении процесс исследования продолжается дальше. Если по признаку Даламбера или радикальному признаку Коши не удаётся решить вопрос о сходимости или расходимости данного ряда, то применяется интегральный признак Коши. В случае, когда первообразную или предел при вычислении несобственного интеграла первого рода определить не удаётся, необходимо перейти ко второму блоку схемы исследования рядов с положительными членами по теоремам сравнения.

2. Теоремы сравнения. Во втором блоке – схеме P2 (рис.2) обозначен алгоритм исследования сходимости числовых рядов с положительными членами с помощью признаков сравнения. Вместе с исследуемым рядом вводится по возможности близкий к нему ряд, сходимость или расходимость которого установлена заранее. В качестве такого ряда, как правило, выбирают, если это приводит к положительному результату, геометрический или гармонический ряд. Если ряд с известной сходимостью или расходимостью для данного ряда удаётся подобрать, то в схеме сначала используется первый предельный признак сравнения. В случае, когда предел отношения сравниваемых на бесконечности общих членов рядов равен отличной от нуля постоянной величине, оба ряда одновременно сходятся или расходятся. Если же этот предел не существует (не определяется или равен бесконечности), то обращаются ко второй теореме сравнения с помощью неравенств.

При выполнении для всех членов ряда, начиная с некоторого фиксированного номера, неравенств одинакового смысла в случае расходимости минорантного ряда исследуемый ряд тоже разойдётся, а при сходимости мажорантного ряда – сойдётся. Если же выполнение обозначенных неравенств не доказано, необходимо вернуться к началу алгоритма 2, ввести какой-либо другой ряд с известной сходимостью и по-

вторить процесс сравнения. В случае, когда такой ряд найти не удаётся, исследование сходимости данного ряда рассмотренными в построенной схеме методами не удаётся.

Третья блок-схема (рис. 3) включает два признака сходимости: признак Лейбница для знакочередующихся рядов и достаточный признак сходимости для знакочередующихся и нарушается первое условие теоремы Лейбница о монотонном убывании абсолютных величин его членов, то ряд может как сходиться, так и расходиться. При выполнении обозначенного требования и невыполнении второго условия признака Лейбница – равенства нулю предела модуля общего члена ряда на бесконечности – поведение ряда также неизвестно.

Если оба условия признака Лейбница выполнены, то устанавливается характер сходимости ряда: сходится ряд условно или абсолютно. Для этого определяется поведение ряда из абсолютных величин членов знакочередующегося ряда – если ряд из модулей сходится, то исследуемый ряд абсолютно сходится, если нет – исследуемый ряд сходится условно. Если исследуемый знакочередующийся ряд не является знакочередующимся рядом, то в случае сходимости ряда из его модулей он сходится абсолютно.

Вывод. Наличие блок – схемы алгоритма позволяет представить процедуры усвоения необходимой информации и определения правильного решения в виде конечной последовательности функционально – логических операций. Формализация системы образования существенно упрощает процесс обучения и способствует более глубокому и быстрому усвоению изучаемого материала.

Библиографический список

1. Воробьев Н.Н. Теория рядов. М.: Наука, 2006. 408 с.
2. Сергиенко Л.С. Основы теории числовых рядов. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. 65 с.

Уважаемые коллеги!

Сообщаем Вам об открытии подписки на "Вестник ИрГТУ" на 2-е полугодие 2009 года.
Наш подписной индекс в каталоге «Издание органов научно-технической информации»
(Роспечать) – 66012

Мы приглашаем Вас к участию в нашем журнале в качестве авторов, рекламодателей и читателей и сообщаем требования к статьям, принимаемым к публикации

I. Статья представляется **на CD-диске и в распечатанном виде**. Рекомендуемый объем статьи – 8 стр., для аспирантов – 4 стр. Количество авторов должно быть не более четырех.

К статье прилагаются:

- 1) акт экспертизы;
- 2) сведения об авторах: **название учреждения, его адрес; фамилия, имя, отчество (полностью); ученая степень, направление исследований, звание и должность, контактный телефон и E-mail;**
- 3) ключевые слова (5-6);
- 4) УДК;
- 5) реферат (аннотация) по образцу (количество знаков в реферате – не более 400):

УДК 622.271

Дмитриева Л.Ю. Разработка программы «Интерференция плотности антропогенного воздействия»
Обоснована необходимость комплексной оценки экологической емкости территорий. Предложено разработать программный комплекс, основной функцией которого будет нанесение областей антропогенного воздействия на карты различных территорий, а также выявление и количественный учет зон наложения (интерференции) разных видов воздействия на природную среду.
Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. 2 назв.

II. **Текст статьи, сведения об авторах, реферат, ключевые слова, адрес учреждения, контактный телефон и E-mail** должны быть также представлены на CD-диске, проверенном на отсутствие вирусов, **в виде файла с расширением *.DOC** – документа, построенного средствами Microsoft Word 97 или последующих версий, и распечаткой на стандартных листах формата А4.

При наборе статьи в Microsoft Word рекомендуются следующие установки:

- 1) параметры **страницы** и абзаца: отступы сверху и снизу – **2.5 см**; слева и справа – **2 см**; **табуляция – 2 см**; ориентация – книжная;
- 2) шрифт – **Times New Roman**, размер – **12**, межстрочный интервал – одинарный, перенос слов – автоматический;
- 3) при вставке формул использовать **Microsoft Equation 3** при установках: элементы формулы выполняются **курсивом**; для греческих букв и символов назначать шрифт **Symbol**, для остальных элементов – **Times New Roman**. Размер символов: обычный – 12 пт, крупный индекс – 7 пт, мелкий индекс – 5 пт, крупный символ – 18 пт, мелкий символ – 12 пт. Все экспликации элементов формул необходимо также выполнять в виде формул;
- 4) **рисунки**, вставленные в текст, должны быть выполнены с разрешением 300 dpi, B&W – для черно-белых иллюстраций, Grayscale – для полутонов, максимальный размер рисунка с надписью: ширина 150 мм, высота 245 мм, представлены на **CD-диске** в виде файла с расширением *.BMP, *.TIFF, *.JPG и **распечаткой** на стандартных листах формата А4, должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. **Схемы, графики** выполняются во встроенной программе **MS Word** или в **MS Excel**, с **приложением файлов**.

Внимание! Публикация статей является платной (для аспирантов – бесплатно). Стоимость одной публикации – 1000 руб., включая один авторский экземпляр. Стоимость одного экземпляра – 500 руб. (без стоимости почтовых расходов).

Статьи, опубликованные в журнале «Вестник ИрГТУ», реферируются и рецензируются.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие указанным требованиям.

По вопросам публикации статей обращаться: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83. Иркутский государственный технический университет. РИО периодической научной печати, Д-215.

Телефон: **(3952)40-57-56** – Привалова Галина Петровна, ответственный за выпуск,

– Родионова Нина Викторовна, редактор.

Факс: **(3952)405-100**, e-mail: pqp@istu.edu

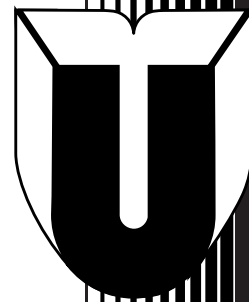
Реквизиты:

ГОУ ВПО Иркутский государственный технический университет. Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 40-50-33.

ИНН 3812014066 КПП 381201001 УФК по Иркутской области (ГОУ ВПО ИрГТУ л/сч 03341438180)

Р/с 40503810300001000001 ГРКЦ ГУ Банка России по Иркутской области г. Иркутск БИК 042520001

Код 073 3 02 01010 01 0000 130 Доходы от реализации рекламной, редакционной, издательской деятельности (Вестник)



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

Научный журнал
Выпуск 4 (40) 2009

Редакторы Н.В.Родионова, Т.С.Неизвестных
Художественный редактор Е.В.Хохрин
Ответственный за выпуск Г.П.Привалова
Компьютерный набор и верстка Н.П.Дзюндзя

Подписано в печать 01.12.09. Формат 60x84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 28.
Уч.-изд. л. 29. Тираж 500 экз. Заказ

ИД №06506 от 26.12.01
Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Журнал издается с 1997 г.

Журнал зарегистрирован Министерством Российской
Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ №77-13046 от 15 июля 2002 г.
Учредитель Иркутский государственный технический
университет

ИЗДАТЕЛЬСТВО

