

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

**ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ  
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник научных трудов  
международной заочной научно-практической конференции

Под общей редакцией В.С. Мхитаряна

Магнитогорск  
2015

УДК 51:330.4:62:378(06)

Редакционная коллегия:

*Мхитарян В.С.*, д.э.н., профессор, зав. отделением статистики, анализа данных и демографии, ВШЭ, г. Москва (главный редактор); *Дуброва Т.А.*, д.э.н., зав. каф. математической статистики и эконометрики МЭСИ, г. Москва; *Федотов С.П.*, д. ф.-м.н., директор программ «Математика в бизнесе и менеджменте», «Финансовая математика», профессор Манчестерского университета, г. Манчестер, Великобритания; *Зубарев А.Ю.*, д.ф.-м.н., профессор каф. математической физики УрФУ, г. Екатеринбург; *Вдовин К.Н.*, д.т.н., профессор, зав. каф. литейного производства и материаловедения, МГТУ, г. Магнитогорск; *Парсункин Б.Н.*, д.т.н., профессор каф. автоматизированных систем управления, МГТУ, г. Магнитогорск; *Иванова Т.А.*, к.э.н., доцент, доц. каф. экономики и маркетинга, МГТУ, г. Магнитогорск (технический редактор); *Булычева С.В.*, к.ф.-м.н., доцент каф. высшей математики-2, МГТУ, г. Магнитогорск (научный редактор); *Трофимова В.Ш.*, к.э.н., доцент каф. экономики и маркетинга, МГТУ, г. Магнитогорск.  
ISBN 978-5-9967-0694-5

**Приложение математики в экономических и технических исследованиях:** сб. науч. тр. междунар. заоч. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В.С. Мхитаряна. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 148 с.

УДК 51:330.4:62:378(06)

ISBN 978-5-9967-0694-5

© Магнитогорский государственный  
технический университет  
им. Г.И.Носова, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b>	5
<b><u>ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</u></b>	
<b>Т.В. Абрамова</b> АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА ДО 2020 ГОДА В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	6
<b>Г.Г. Валяева, О.А. Рябова, А.В. Мельникова</b> ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ ОАО «ЧЕЛЯБИНВЕСТБАНК»	10
<b>Т.А. Васильева, А.А. Рыжков</b> ЧИСЛЕННОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ОПЦИОНОВ ТРИНОМИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ	16
<b>А.В. Гончаренко</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ВАЛЮТНОЙ ПАРЫ ЕВРО- РУБЛЬ	22
<b>К.В. Ефимова, В.А. Хейнонен, Н.А. Реент</b> ВЫЯВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ РФ	28
<b>К.В. Ефимова, В.А. Хейнонен</b> ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА РАСПОЛАГАЕМЫХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИК ВЫДЕЛЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ	35
<b>К.В. Ефимова, В.А. Хейнонен</b> ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РЕГИОНОВ РФ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕДНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	40
<b>Т.А. Иванова, В.Ш. Трофимова</b> ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА МЕТАЛЛОЛОМА РФ: ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ	48
<b>М.Г. Карелина, Н.Н. Ильшева</b> МЕТОДИЧЕСКИЙ ВОПРОС УЧЕТА ИНТЕГРАЦИОННЫХ СДЕЛОК ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУР ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В СУБЪЕКТАХ РФ	53
<b>А.Ю. Киндаев, А.В. Моисеев</b> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НЕУРОЖАЯ МЕТОДАМИ СТРАХОВАНИЯ	59
<b>А.В. Липатников, А.Е. Степанова</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКУПА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ММК»	65
<b>В.М. Мочалов, Ю.Н. Плотникова</b> ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ФИНАНСОВОМ АНАЛИЗЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	68
<b>В.С. Мхитарян, М.Г. Карелина</b> СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СУБЪЕКТАХ РФ	77

<b>И.Ю. Павлова</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ В ДИНАМИКЕ СЕБЕСТОИМОСТИ МОЛОКА	84
<b>И.А. Савченко, М.Г. Карелина</b> СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ	92
<b>Е.С. Фомина, Т.А. Иванова</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ПОМОЩЬЮ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	96
<b>Е.С. Фомина, В.Ш. Трофимова</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ АРЕНДОДАТЕЛЯ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ В КРУПНОМ ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ	101
<b>Е.С. Фомина, В.Ш. Трофимова</b> ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКОВ: КОЛЛЕКТОРСКИЙ СКОРИНГ	106
<b>О.А. Шихова, Т.Ю. Ключева</b> СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ПРОИЗВЕДЕННОГО ВРП В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	110
<b><u>ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</u></b>	
<b>Д.В. Богомолов</b> ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ИНЖЕНЕРНО- АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ АВИАЦИИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ	117
<b>А.Ю. Зубарев, А.Ф. Абу-Бакр</b> МАГНИТНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ В УПРУГИХ СРЕДАХ	126
<b>А.А. Цымбалов</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОЛЬМАТИРОВАННЫХ ВОДОПРОНИЦАЕМЫХ ГРУНТОВЫХ СРЕД: ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ	133
<b>И.А. Чижов, Н.П. Заец</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ	139
<b>Информация об авторах</b>	146

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

### **Уважаемые коллеги!**

Вашему вниманию предлагается сборник работ по использованию математических методов в экономике, естественных и технических науках. Нет необходимости лишней раз обосновывать важность математического моделирования и прогнозирования в этих областях исследований. Предлагаемый сборник объединяет работы, различающиеся по своему направлению и по используемым математическим подходам. В нем представлен весьма широкий спектр методов, используемых при анализе экономических, естественно-научных и инженерных задач. Это, бесспорно, делает материалы конференции особенно интересными и полезными для специалистов разного профиля, интересующихся различными направлениями современной прикладной науки – многие из них могут найти здесь задачи, близкие и интересные им, почерпнут идеи использования математических методов в своей работе.

Сборник может быть рекомендован не только сложившимся специалистам, но и студентам, аспирантам и молодым исследователям.

**Зубарев Андрей Юрьевич**

д.ф.-м.н., профессор кафедры ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УДК 332(47+57)

**Т.В. Абрамова**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск*

## **АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА ДО 2020 ГОДА В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены три основных варианта развития России, которые были представлены на XI Петербургском экономическом форуме Минэкономразвития РФ. Сценарии отличаются уровнем социальных расходов и инвестиций в инфраструктуру. Все сценарии предполагают проведение институциональных преобразований, направленных на развитие конкуренции, защиту прав собственности и экономических свобод, улучшение инвестиционного климата. В целях выстраивания сбалансированной государственной политики, направленной на технологическую модернизацию российской экономики, в Минэкономразвития РФ регулярно проходит обсуждение разработанной Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, включая корректировку Перечня критических технологий. Для каждой критической технологии были описаны ее важнейшие составляющие, даны оценки ее инновационного и рыночного потенциала, необходимых мер поддержки высокого технологического уровня со стороны государства.*

***Ключевые слова:** критические технологии, развитие государства, сценарии, отрасли, конкурентоспособность, технологическая модернизация.*

В последние два десятилетия в мире наблюдается бурное развитие прогнозных исследований, нацеленных на выявление перспективных направлений научно-технологического и инновационного развития, а также оценку последствий принятия управленческих решений в сфере науки и технологий. Такого рода исследования сегодня стали неотъемлемой частью как государственной, так и корпоративной инновационной политики.

На XI Петербургском экономическом форуме Минэкономразвития РФ представило 3 варианта развития России до 2020 г.

*Инерционный:*

- консервация экспортно-сырьевой модели при замедлении добычи и экспорта углеводородов;

- снижение конкурентоспособности обрабатывающих производств и рост зависимости от импорта товаров и технологий;

- темп роста ВВП снижается до 3,2% в год в 2011-2020 годах.

*Энерго-сырьевой:*

- ускоренное развитие и модернизация энерго-сырьевых отраслей и транспорта;

- фрагментарная модернизация высокотехнологичных секторов при отсутствии масштабного экспорта продукции и услуг с высокой добавленной стоимостью;

- темп роста ВВП – 5,3% в 2011-2020 годах.

*Инновационный:*

- создание эффективной национальной инновационной системы и реализация проектов в высокотехнологичных отраслях;

- конкурентоспособный человеческий капитал и экономика знаний;

- создание новых региональных центров развития;

- динамичный рост экономики с темпом 6,4% в год.

Самый благоприятный сценарий - инновационный: основу экономики составляет высокотехнологичный сектор, ВВП растет на 6,6% в год, а импорт превышает экспорт на \$72 млрд. (импорт - \$578 млрд.). Доллар стоит 31-32 руб.

Сценарии отличаются уровнем социальных расходов и инвестиций в инфраструктуру. В первом - инвестиции в транспорт составляют 2,1% ВВП, новых дорог появляется только 3000-5000 км в год, расходы на НИОКР не превышают 1% ВВП, на образование - 3,8% ВВП, на здравоохранение - 4,2% ВВП. В третьем сценарии вложения в транспорт выше вдвое, расходов на образование и здравоохранение больше на 70%, на НИОКР - вчетверо. Россия по размерам ВВП к 2020 г. может и должна войти в пятерку крупнейших экономик мира - за счет того, что по 4-6 позициям в высокотехнологичных секторах займет лидирующие места, выпуская по 10% мирового производства. Выделены такие отрасли как ядерная энергетика (атомные реакторы и технологии), авиа- и судостроение (ледоколы, научные суда, газозовы и т. д.), космические аппараты, услуги космических запусков, программное обеспечение, нанотехнологии. Инновационный прорыв произойдет во многом благодаря созданию крупных холдингов с государственным участием. Создавая подобные холдинги, государство выкупает часть активов у частного бизнеса по рыночной цене.

Все сценарии предполагают проведение институциональных преобразований, направленных на развитие конкуренции, защиту прав собственности и экономических свобод, улучшение инвестиционного климата. В то же время в рамках второго и особенно третьего сценария предполагается проведение активной политики повышения

конкурентоспособности, более интенсивное развитие экономических и социальных институтов, снижение административных барьеров в экономике, что найдет отражение в улучшении инвестиционного климата, диверсификации экономики, повышении темпов и качества экономического роста.

Отметим, что в целях выстраивания сбалансированной государственной политики, направленной на технологическую модернизацию российской экономики, в Минэкономразвития РФ регулярно проходит обсуждение разработанной Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, включая корректировку Перечня критических технологий.

Для каждой критической технологии экспертами были описаны ее важнейшие составляющие, даны оценки ее инновационного и рыночного потенциала, необходимых мер поддержки высокого технологического уровня со стороны государства. Работа по формированию приоритетов научно-технологического развития в России с каждым этапом приобретает новые черты, становится все в большей степени ориентированной на практические потребности российской экономики.

Развитие научно-технологического рынка во все времена подвержено огромному количеству рисков. Для того, чтобы их минимизировать, инвестору необходимо произвести оценку технологического проекта еще до принятия решения о его инвестировании. Подобная оценка значительно затруднена наличием большого количества показателей, которые определяют эффективность проекта и выражены не только количественными, но и качественными величинами. Такие задачи относятся к задачам оценки и выбора решений в условиях неопределенности.

Некоторое количество работ посвящено макроэкономическому анализу фондового рынка на основе нечетких представлений. Также нечеткие представления лежат в основе нейронных сетей для прогнозирования фондовых индексов

Оценка эффективности научно-технологических направлений и технологий представляет собой один из наиболее ответственных этапов в решении целого ряда стратегических задач, характерных для стадии реализации инвестиционной стратегии. Обоснованность принимаемого решения напрямую зависит от того, насколько объективно и всесторонне проведена эта оценка.

Целью работы автора является разработка эволюционных алгоритмов для получения научно-обоснованных оценок анализа и формирования научно-технологических направлений Российской Федерации.

## Библиографический список

1. Историческое развитие научно-технологических ориентиров в России /Т.В. Абрамова, В.И. Сыряжкин. Приложение математики в Экономических и технических исследованиях. 2014. С.209-213.

2. Обоснование выбора эволюционных алгоритмов и теории нечетких множеств для многокритериального выбора приоритетных научно-технологических направлений и технологий /Т.В. Абрамова. Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. С.213-219.

### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**T.V. Abramova**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **THE ANALYSIS OF THE SCENARIOS OF THE DEVELOPMENT OF THE STATE UP TO 2020 YEAR IN STATE OF RISK AND VAGUENESS**

***Abstract.** The article is about 3 main variants of the development of Russia which were discussed in XI Economic Forum of the Ministry of Economic Development in St.Petersburg (Russia). The difference between the scenarios consist in high level of the social expenses and investments in infrastructure. There are the institutional transformations in all scenarios assisting the development of competition, the protection of the law of possessions and economic freedom, the improvement of investment climate. In the aim of the balanced politics intended for technical modernization of the economy in Russia, the working Conception of the long-standing social and economic development of the Russia Federation including the corrections of the list of the critical technologies is discussed regularly in the Ministry of Economic Development. For each critical technology the most important components were described, innovative and market potential were rated, including necessary measures of the support of the high technological level of the State.*

***Key words:** critical technologies, development of the State, scenarios, branches, competition, technological modernization.*

УДК 519.863

**Г.Г. Валяева, О.А. Рябова**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск*

**А.В. Мельникова**

*ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ ОАО «ЧЕЛЯБИНВЕСТБАНК»**

*Аннотация. Рассматривается возможность использования модели Марковица для оптимизации кредитного портфеля коммерческого банка на основании соотношения риск-доходность*

*Ключевые слова: кредитный портфель, диверсификация, оптимизация.*

Кредитная политика, является составной частью стратегии кредитной организации, она определяет направления ее деятельности в области кредитно-инвестиционных операций и разработку процедур, обеспечивающих максимально возможную доходность по кредитным операциям при допустимом уровне рисков. Проблемы разработки и реализации эффективной кредитной политики каждым коммерческим банком имеют актуальное значение в связи с существенным расширением кредитных источников финансирования реальной экономики в обеспечении воспроизводственных процессов.

Основным функциональным назначением кредитной политики является оптимизация кредитного процесса и формирование диверсифицированного и сбалансированного кредитного портфеля, обеспечивающего доходность кредитных операций, адекватную уровню принимаемого банком кредитного риска.

При решении задачи оптимизации кредитного портфеля коммерческий банк решает задачу поиска оптимального соотношения между риском и доходностью. В общем виде задача оптимизации кредитного портфеля коммерческого банка сводится к выбору такой структуры кредитного портфеля, при которой будут достигнуты цели кредитной политики банка.

Оптимизация кредитного портфеля банка предполагает выбор оптимального соотношения элементов кредитного портфеля по уровню доходности, риска и ликвидности для достижения целей кредитной политики банка.

Одним из основных способов достижения оптимального соответствия ожидаемого уровня доходности, риска и ликвидности по элементам структуры кредитного портфеля является диверсификация кредитного портфеля коммерческого банка, которая осуществляется путем

структурирования кредитов по различным критериям сегментирования портфеля.

Диверсификация кредитного портфеля может быть осуществлена в следующих направлениях по: географическому признаку; размеру кредитов; срокам предоставления кредитов; отраслевому признаку; видам валют; принимаемому обеспечению.

Помимо диверсификации кредитного портфеля банка оптимизация кредитного портфеля предусматривает также необходимость применения современных методов математического моделирования.

В общем виде задача оптимизации сводится к нахождению экстремума (максимума, минимума) функции одной или нескольких переменных:

$$\text{extr } f(x),$$

где  $f(x)$  – целевая функция.

Оптимальное соотношение дохода и риска предполагает достижение максимума комбинации «доходность – риск» или минимума комбинации «риск – доходность». В этом случае задачами для менеджеров банка выступают либо максимизация прибыли, либо минимизация риска.

В своих теоретических исследованиях Марковиц (1951г.) полагал, что значения доходности являются случайными величинами, распределенными по нормальному (Гауссовскому) закону. В этой связи Марковиц считал, что инвестор формируя свой портфель, оценивает лишь два показателя: ожидаемую доходность и стандартное отклонение, как меру риска (только эти два показателя определяют плотность вероятности случайных чисел при нормальном распределении). Следовательно, инвестор должен оценить доходность и стандартное отклонение каждого портфеля и выбрать наилучший портфель, который больше всего удовлетворяет его желания – обеспечивает максимальную доходность при допустимом значении риска. Какой при этом конкретный портфель предпочтет инвестор, зависит от его оценки соотношения "доходность-риск".

Риск, характеризует вероятность недополучения дохода, и рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 * w_i}{\sum w_i}},$$

где  $r_i$  – доходность  $i$ -го кредитного вложения;

$w$  – объем кредитов по данной процентной ставке

$\bar{r}$  – средняя доходность кредитных вложений по группе кредитов,

которая вычисляется по следующей формуле:  $\bar{r} = \frac{\sum r_i * w_i}{\sum w_i}$ ;

$n$  – количество кредитов в кредитном портфеле.

Риск всего кредитного портфеля определяется по следующей формуле:

$$\sigma_p = \sum_{i=1}^n d_i \sigma_i$$

где  $d_i$  – доля  $i$ -й группы кредитов в кредитном портфеле;

$\sigma_i$  – риск  $i$ -й группы кредитов в кредитном портфеле.

Доходность всего кредитного портфеля определяется по формуле:

$$r_p = \sum_{i=1}^n d_i r_i$$

где  $r_p$  – доходность кредитного портфеля;

$d_i$  – доля  $i$ -й группы кредитов в кредитном портфеле;

$r_i$  – доходность  $i$ -й группы кредитов в кредитном портфеле.

В общем виде модель оптимизации кредитного портфеля банка выглядит следующим образом:

$$r_p - t \cdot \sigma_p \rightarrow \max$$

Максимально возможная доходность портфеля при определенном уровне риска

При следующих условиях:

$$\begin{cases} t = t^* \\ r_p = \sum_{i=1}^n d_i r_i \\ \sum_{i=1}^n d_i = 1 \\ 1 \geq d_i \geq 0 \\ \sigma_p = \sum_{i=1}^n d_i \sigma_i \end{cases}$$

где  $r_p$  – доходность кредитного портфеля;

$\sigma_p$  – риск кредитного портфеля,

$t$  – коэффициент доверия, характеризующий определенную политику банка.

Для получения более точных результатов (вероятностью 95,5%) в модели применено правило «трех сигм» при учете риска кредитного портфеля.

Исследуем кредитный портфель ОАО «Челябинвестбанк». Общее количество кредитов юридическим лицам более 100, которые,

сгруппированы по степени срочности : долгосрочные, краткосрочные и среднесрочные.

Таблица 1 – Характеристика базового кредитного портфеля ОАО «Челябинвестбанк» по юридическим лицам на 01.01.2015г.

Показатели	Кредиты по степени срочности		
	Краткосрочные кредиты	Среднесрочные кредиты	Долгосрочные кредиты
Доля в кредитном портфеле,	0,38	0,36	0,18
Средняя доходность, %	11,86	14,98	15,5
Максимальная доходность, %	14,5	20,0	21,5
Минимальная доходность, %	10,95	12,38	13,38
Стандартное отклонение ( $\sigma$ ), %	1,32	2,47	2,92

Сумма долей в кредитном портфеле по определению должна быть равной 1, однако, на 8% кредитного портфеля приходится сумма по овердрафтам. Данный элемент портфеля не рассматривается в процессе оптимизации, поэтому его вес признается неизменным, а ставка по овердрафту неопределенной, поэтому пересчитаем веса в портфеле без учета овердрафта. Веса будут следующие: краткосрочные кредиты 41,3%, среднесрочные 39,13% и долгосрочные 19,56%.

Как показывают расчетные данные ОАО «Челябинвестбанк» по долгосрочным кредитам уровень доходности и риска больше, чем у краткосрочных и среднесрочных кредитов.

С учетом вероятности 95,4% общий риск кредитного портфеля ОАО «Челябинвестбанк» равен:

$$2\sigma_p = 2 \cdot (1,32d_1 + 2,47d_2 + 2,92d_3) = 4,17,$$

а средняя доходность  $r_p = 13,79\%$

Иначе говоря, с вероятностью 95,4% можно утверждать, что максимальный процент недополученного дохода в портфеле составляет 4,17%. Является ли этот портфель оптимальным?

Для агрессивной кредитной политики характерно получение максимальной доходности с учетом высокого уровня риска, поэтому значение коэффициента доверия и принимается равный двум. Процентная ставка по высокорисковым кредитам, как известно, всегда выше средних процентных ставок. В соответствии с выбранной кредитной политикой устанавливается предельный уровень кредитного

риска по кредитному портфелю. Максимальное значение риска при агрессивной политике равно ранее найденной величине 4,17%

Учитывая данное значение риска, определим доли элементов кредитного портфеля ( $d_i$ ), произведем оптимизацию с использованием ранее указанных ограничений. Решением будут следующие веса:

$$\begin{cases} d_1 = 0,38 \\ d_2 = 0,62 \\ d_3 = 0 \end{cases}$$

При значении риска по кредитному портфелю не более 4,17% и средней процентной 13,79 предлагается отказаться от долгосрочных кредитов, делая главный акцент на среднесрочные.

Ключевая ставка Центробанка в настоящее время 12,5%, а минимальная ставка для получения дохода, с учетом вероятности потерь составит 13,55%, что хорошо для банка, потому что, является гарантированной прибылью. Однако, если данная величина была бы меньше ключевой ставки

$r_p - t \cdot \sigma_p < 12,5$  %, то в параметры для оптимизации необходимо было бы добавить еще одно ограничение:

$$r_p - t \cdot \sigma_p \geq 12,5\%$$

Возможно ли банком использовать политику выдачи только среднесрочных и долгосрочных кредитов, вероятно, что нет. Для чего в модель можно ввести еще ограничение на обязательную долю долгосрочных кредитов.

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время базовый кредитный портфель ОАО «Челябинвестбанк» по юридическим лицам на 01.01.2015г не является оптимальным с точки зрения получения гарантированной доходности при минимальном риске и его следует пересмотреть, если это не будет идти вразрез с политикой банка.

### Библиографический список

1. Зайцева М.В. Оптимизация кредитного портфеля коммерческого банка.// ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет». - Москва - 2014

2. Клюев И.В. Оптимизация кредитного портфеля как основа эффективной реализации кредитной политики / И.В. Клюев // Инновационное развитие экономики. Серия «Учет и анализ в управлении бизнесом». - 2012. - №5 (11). - С.70-73.

3. Валяева Г.Г., Ивлева А.В., Липатников А.В. Оптимизация портфеля автострахования физических лиц с использованием статистических методов.// Экономика и политика. – 2013. - № 6(6). – С. 38-41

4. Методы принятия оптимальных управленческих решений в экономике: уч. пособие/ Трофимова В.Ш., Реент Н.А., Иванова Т.А., Андросенко О.С., Валяева Г.Г. - Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И.Носова. - 2015. -191 с.

5. Смирнова А.А, Дубовских А.А, Валяева Г.Г. Построение оптимального портфеля по Марковицу для акций Российских компаний. //Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. №4(4). С.157-160

6. Экономико-математическое моделирование инвестиционной деятельности. уч. пособие/ Г.Г. Валяева, Т.А.Иванова В.Ш.Трофимова. - Магнитогорск. - 2011.

7. Официальный сайт ОАО «Челябинвестбанк» - <http://www.chelinvest.ru/>

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**G. G. Valyaeva, O.A. Ryabova**

*NMSTU, Magnitogorsk*

**A.V. Melnikova**

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin*

#### **OPTIMIZATION OF THE LOAN PORTFOLIO OF "CHELYABINVESTBANK"**

**Abstract** . *The possibility of using the Markowitz model to optimize the loan portfolio of commercial bank based on the ratio of risk-return.*

**Key words:** *loan portfolio diversification, optimization.*

## ЧИСЛЕННОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ОПЦИОНОВ ТРИНОМИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

**Аннотация.** *Оценивание опционов в настоящее время является одной из наиболее важных и актуальных задач финансовых рынков. В работах авторов, О.Е. Васильевой и Д.Д. Зеленого[1-5] рассматривались численные методы Кранка-Никольсона и интегральных преобразований Меллина для оценивания Азиатских и Американских колл и пут опционов. Настоящая статья посвящена численному исследованию задачи вычисления стоимости опционов триномиальным методом. Триномиальный метод является аналогом биномиального, и состоит в построении триномиального дерева при прямом ходе метода. На втором этапе происходит обратный обход построенного дерева, в процессе которого и вычисляется стоимость опциона.*

**Ключевые слова:** *финансовая математика, опционы, колл, пут, биномиальный метод, триномиальный метод.*

1. Алгоритм оценивания Европейских опционов триномиальным методом.

Триномиальный метод состоит в построении триномиального дерева, отражающего разные варианты изменения цены акции  $S$  в течение срока действия опциона, и в последующем вычислении стоимости опциона с помощью обратного обхода дерева. Вероятность изменения цены опциона в данном методе непосредственно закладывается на этапе построения триномиального дерева. Этот этап называется *прямым ходом* (Рис. 1.).

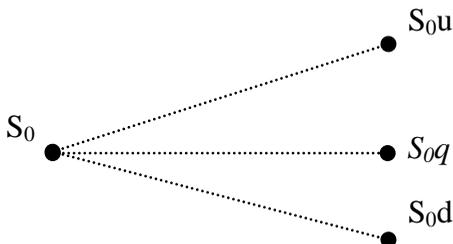


Рисунок 1 - Одноступенчатое триномиальное дерево.

Здесь  $S=S_0$  - первоначальная цена акции ( $S_0$  является корнем дерева). В дальнейшем цена может либо увеличиваться -  $Su$ , оставаться неизменной -  $Sq$  ( $q=1$ ), либо уменьшаться -  $Sd$ . Здесь  $u$  – коэффициент увеличения,  $d$  – коэффициент уменьшения цены акции, вычисляемые по формулам

$$u = \beta + \sqrt{\beta^2 - 1}, \quad d = \frac{1}{u} = \beta - \sqrt{\beta^2 - 1}, \quad (1)$$

где  $\beta = \frac{1}{2} * (\frac{1}{\alpha} + \alpha * e^{\sigma^2 \Delta t})$ ,  $\alpha = e^{r \Delta t}$

Поступая далее аналогично, получим триномиальное дерево, полученное в результате расчетов (Рис.2.). При программной реализации данного процесса количество шагов по времени равнялось  $M$ , а временной интервал  $T$  разбивался на промежутки  $\Delta t = \frac{T}{M}$ ,  $i = \overline{0, M}$ . Для каждого разбиения по времени  $t_i = i * \Delta t$  от 0 до  $M$  вычисляются значения цены акции  $S$  в узлах триномиального дерева по формуле

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j}, \quad \text{где } 0 \leq j \leq i, 0 \leq i \leq M. \quad (2)$$

На втором этапе происходит обратный обход построенного дерева, в ходе которого и вычисляется стоимость опциона. В зависимости от типа и стиля опциона используются различные формулы для нахождения его стоимости.

Для Европейских опционов в момент времени  $t_M$  цена опциона  $V_{Eur}(S(t_M), t_M)$  вычисляется по формулам

$$V_{EurC}(S(t_M), t_M) = \max \{S(t_M) - K, 0\} \quad (3)$$

$$V_{EurP}(S(t_M), t_M) = \max \{K - S(t_M), 0\} \quad (4)$$

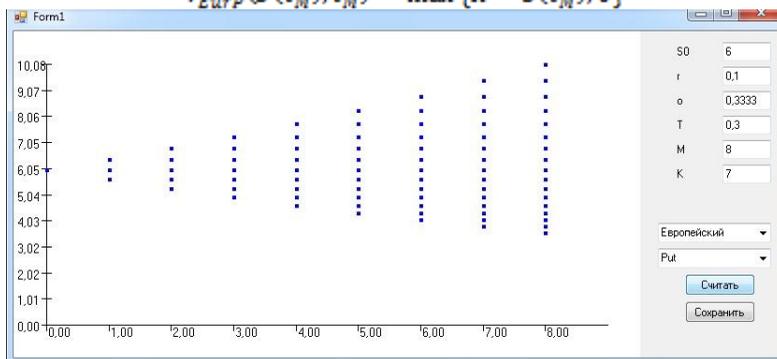


Рисунок 2 - Программа расчета опционов Visual Studio 2010 C#.

Здесь  $V_{EurC}$  – Европейский Колл опцион,  $V_{EurP}$  – Европейский Пут опцион,  $S(t_M)$  – цена акции в момент исполнения, а  $K$  – цена исполнения. Из (3) и (4) получаем для Колл и Пут опционов

$$V_c^{Eur}{}_{jM} = \max \{S_{jM} - K, 0\} \quad \text{или} \quad V_c^{Eur}{}_{jM} = \max \{S_0 d^{M-j} u^j - K, 0\} \quad (5)$$

$$V_p^{Eur}{}_{jM} = \max \{K - S_{jM}, 0\} \quad \text{или} \\ V_p^{Eur}{}_{jM} = \max \{K - S_0 d^{M-j} u^j, 0\}. \quad (6)$$

Таким образом, для Европейских опционов при  $\forall t_i$  их стоимость вычисляется рекурсивно при

$$i = M - 1, \dots, 0 \text{ по формуле} \\ V_{ji}^{Eur} = \\ e^{-r\Delta t} \left[ \frac{pV_{j+1,i+1}^{Eur} + (1-p)V_{j+1,i+2}^{Eur}}{3} + \frac{pV_{j+1,i}^{Eur} + (1-p)V_{j+1,i+2}^{Eur}}{3} + \right. \\ \left. \frac{pV_{j+1,i}^{Eur} + (1-p)V_{j+1,i+1}^{Eur}}{3} \right] \\ 0 \leq i \leq M \text{ и } 0 \leq j \leq i. \quad (7)$$

Переменная  $p$  – есть вероятность роста цены акции,  $(1-p)$  – вероятность снижения цены, а  $r$  – безрисковая процентная ставка. Значение  $V_{jM}^{Eur}$  вычисляется по формулам (5) или (6) в зависимости от вида опциона.

## 2. Результаты численных расчетов.

По описанному алгоритму была написана программа оценивания стоимости европейских и американских пут и колл опционов в среде Visual Studio 2010 C# (меню программы представлено на рис. 2.). Входными параметрами в меню программы являются параметры  $r, \sigma$  (волатильность),  $S_0, T, K, M$ . Пользователь имеет возможность выбора типа опциона: американский или европейский, пут или колл.

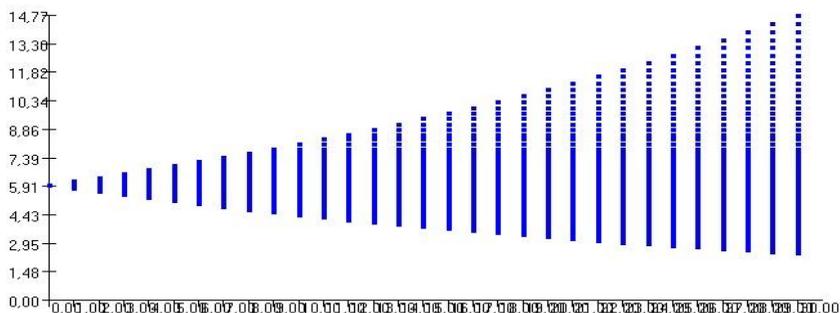


Рисунок 3 - Тринომальное дерево. Результат работы программы при параметрах  $r = 0.1$ ;  $\sigma = 0.3$ ;  $S_0 = 6$ ;  $T = \frac{3}{10}$ ;  $K = 7$ ;  $M=30$ .

Приведем один из вариантов расчета программы для следующих входных параметров  $r = 0.1$ ;  $\sigma = 0.3$ ;  $S_0 = 6$ ;  $T = \frac{3}{10}$ ;  $K = 7$ ,  $M=30$ .

Полученная трехмерная поверхность представлена на Рис. 4.

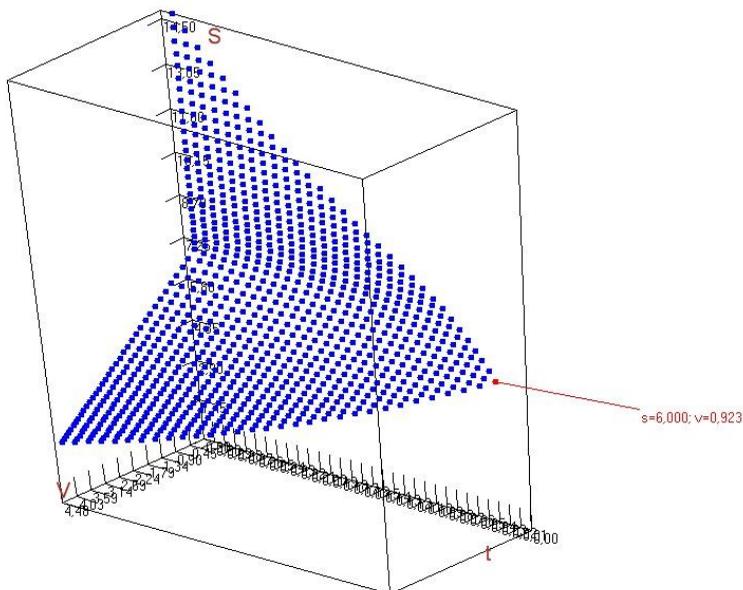


Рисунок 4 -Результат работы программы при параметрах  $r = 0.1$ ;  $\sigma = 0.3$ ;  $S_0 = 6$ ;  $T = \frac{3}{10}$ ;  $K = 7$ ;  $M=30$ .  $V_{EurP} = V_{EurP}(S_0, 0) = 0.923$

Как видно на рисунке стоимость опциона в данном случае равна  $V_{EurP} = V_{EurP}(S_0, 0) = 0.923$  (на Рис. 4 это значение показано красной точкой).

Теперь исследуем и сравним точность триномиальной модели с биномиальной моделью при различных количествах точек  $M$ .

В Таблице 1 представлены результаты работы программы по определению цены пут опциона для следующих значений количества сечений в триномиальном дереве:  $M=16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024$ . Здесь цена пут опциона рассчитана биномиальным методом (данные взяты из дипломной работы Мохнаткиной А.О [6])

Из сравнительной Таблицы 1 видно, что не обязательно вводить большое количество сечений по времени  $M$ . Оптимальным является значение  $M$  в интервале  $[10;50]$  для триномиального метода и  $[100;300]$  для биномиального метода, при которых он дает достаточно точные результаты.

Таблица 1 - Исследование и сравнение зависимости стоимости европейского пут опциона от количества сечений триномиального дерева

Цена пут опциона $V_P^{Eur}$ (биномиальный метод)	Цена пут опциона $V_P^{Eur}$ (триномиальный метод)	Количество точек $m$
0.9275	0.9239	16
0.9306	0.9238	32
0.9294	0.9239	64
0.9294	0.9238	128
0.9294	0.9236	256
0.9292	0.9237	512
0.9290	0.9237	1024

Аналогичная таблица получена и для расчетов цен европейских колл опционов.

Таблица 2 - Исследование и сравнение зависимости стоимости европейского колл опциона от количества точек  $M$

Цена колл опциона $V_C^{Eur}$ (биномиальный метод)	Цена колл опциона $V_C^{Eur}$ (триномиальный метод)	Количество точек $m$
0.1344	0.1369	16
0.1374	0.1358	32
0.1363	0.1356	64
0.1362	0.1355	128
0.1362	0.1353	256
0.1361	0.1352	512
0.1359	0.1353	1024

Как и в случае пут опциона, для европейских колл опционов оптимальное значение для количества сечений триномиального дерева -  $M$  находится в интервале  $[10;50]$  для триномиального метода и в интервале  $[100;300]$  для биномиального метода.

Таким образом, в данной работе для оценивания стоимости стандартных (ванильных) опционов был апробирован триномиальный метод. Он показал близкие с биномиальным методом результаты численных расчетов. В работе проведено численное исследование оптимального количества сечений триномиального дерева.

### Библиографический список

1. Васильева Т.А., Васильева О.Е. Application Mellin transforms to the Black – Scholes equations // Вестник ВолГУ, Математика. Физика.: Волгоград, Изд-во Вестник Волгогр. уни-та, 2009. N 12. С. 55-63.
2. Васильева Т.А., Рыжков А.А. Численная реализация триномиальной модели оценивания опционов В сборнике: Математическое

моделирование в экономике и управлении рисками материалы III Международной молодежной научно-практической конференции. Саратовский государственный университет. Саратов, 2014. С. 172-176.

3. Васильева Т.А., Зеленый Д.Д. Опционный калькулятор для расчета стоимости азиатских опционов неявной разностной схемой // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1: Математика. Физика. 2014. № 2. С. 51-56.

4. Зеленый Д.Д., Васильева Т.А. Создание опционного калькулятора для оценивания азиатского опциона // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. № 4 (4). С. 71-77.

5. Зеленый Д.Д., Васильева Т.А. Оценивание стоимости азиатских опционов неявной разностной схемой // Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: сб. материалов между. молодеж. науч.-практ. конф. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 5-8 ноября 2013 г, с.67-72.

6. Вайн Саймон Опционы. Полный курс для профессионалов. - М.: Альпина Паблишер, 2003. 416 С.

7. Desmond J. Higham M. An introduction to Financial Option valuation. Mathematics, Stochastic and Computation. Cambridge Univ. Press, 2005

8. R. Seydel . Tools for Computational Finance, Springer, Berlin, 2009.

9. Мохнаткина А. О. Оценивание опционов биномиальными методами. Дипломная работа, ФМИТ ВолГУ, июнь 2012 г, 40с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**T.A. Vasileva, A.A. Ryzhkov**

*Volgograd State University*

## **NUMERICAL EVALUATION OF FINANCIAL OPTIONS TRINOMIAL METHOD**

**Abstract.** *Evaluation of options is one of the most important and actual tasks of the financial markets now. Crank-Nicolson method and Mellin integral transformations for estimation Asian and American a Call and Put options were considered in authors works [1-5]. The present article is devoted to numerical research of a problem of calculation of cost of options by a trinomial method. Trinomial is an analog of the binomial method, and is building a trinomial tree, called the direct path method. At the second stage there is the inverse path in the course of which option cost is calculated.*

**Key words:** *financial mathematics, options, call, put, binomial method, trinomial method.*

УДК 338.27

**А.В. Гончаренко**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ВАЛЮТНОЙ ПАРЫ ЕВРО-РУБЛЬ**

***Аннотация.** Рассмотрен фрактальный анализ обменного курса евро-рубль с помощью R/S-анализа. Изучены эффекты долгосрочной и краткосрочной памяти валютной пары. Рассмотрен метод расчета фрактальных структур с помощью дискретного преобразования Фурье. Смоделированы фрактальные структуры для валютной пары евро-рубль. Методом Монте-Карло рассчитаны прогнозные распределения значений обменного курса.*

***Ключевые слова:** валютный рынок, фрактальная статистика, стохастика, фрактальный анализ, R/S-анализ, фрактальное броуновское движение, преобразование Фурье, показатель Херста.*

Значительное снижение курса рубля относительно иностранных валют во втором полугодии 2014 года было вызвано сочетанием различных факторов: снижение мировых цен на энергоресурсы; введение экономических санкций в отношении России; усугубление имеющегося структурного кризиса в российской экономике. Анализ валютной пары евро-рубль позволит более точно оценить риски и рассчитать прогнозные значения валютного курса.

Дан исходный ряд: значения обменного курса евро-рубль за период: 01.01.2005-08.05.2015. Рассчитаем логарифмические отношения значений исходного ряда. С помощью критерия Колмогорова-Смирнова [1] проверим гипотезу о принадлежности распределения доходностей исходного ряда к нормальному закону распределения. Наблюдаемое значение статистики  $d = 0.101$ , на уровне значимости 0.05 гипотезу о подчинении выборки нормальному закону распределения отвергаем. События неоднородны и взаимозависимы. Таким образом, использовать стандартный статистический анализ нецелесообразно. Далее будем использовать альтернативную гипотезу фрактального рынка, которая подразумевает наличие краткосрочной и долгосрочной памяти.

Для выделения краткосрочной памяти используем стандартную авторегрессионную модель. Значения автокорреляционной функции экспоненциально затухают. Значение частной автокорреляционной функции первого порядка значимо ( $r = 0.90$ ), для более высоких порядков равна нулю. Таким образом, построим модель авторегрессионного процесса первого порядка (AR(1)). Модель значима,

коэффициент авторегрессии равен **0.99**, константа равна **-0.07**. Рассчитаем ошибки модели, для этого ряда с помощью R/S-анализа [2] рассчитаем показатель Хёрста и значения V-статистики [3].

Рассчитаем с помощью МНК значение показатель Хёрста: коэффициент линейной регрессии зависимости логарифма RS значений валютной пары от логарифма числа наблюдений. Рассчитываем ожидаемые значения показателя Хёрста [4]. Значение показателя Хёрста  **$H = 0.63$**  отстоит от среднего значений  **$E(H) = 0.52$**  на **5.65** стандартных отклонений. Величина  **$H$**  – значима. Ряд персистентный, т.к.  **$H > 0.5$** , нормированный размах изменяет масштаб быстрее, чем квадратный корень по времени.

На рис. 1 представлен график значений V-статистики в логарифмическом масштабе.

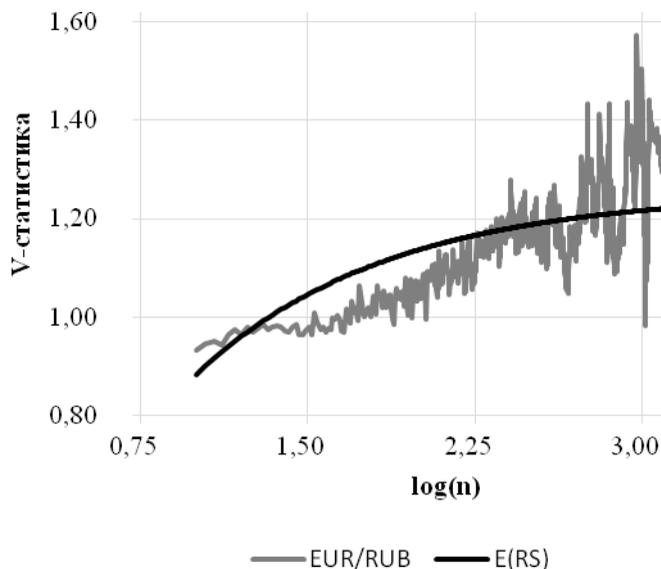


Рисунок 1 – Значения V-статистики обменного курса евро-рубли и ожидаемых значений

В точках, где график V-статистики выравнивается, процесс с долговременной памятью рассеивается. Для валютной пары евро-рубли разрыв в графике отсутствует, что подразумевает отсутствие цикла или наличие бесконечно-большого периода цикла. Обменный курс евро-

рубль является процессом с «бесконечной памятью», или процессом Хёрста.

Отсутствие цикла позволяет смоделировать фрактальное броуновское движение, используя параметр Хёрста  $H = 0.63$ .

Фрактальное броуновское движение (ФБД) относится к классу рассматриваемых функций, заданные на конечном интервале и равные нулю вне его, которые включают кусочно-непрерывные функции, удовлетворяющие условию роста:

$$|X(t)| = F \left( \frac{1}{|t|^p} \right), p > 1, t \rightarrow \pm\infty,$$

где функция  $X(t)$ ,  $-\infty < t < +\infty$ , удовлетворяет условию:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |X(t)| dt < \infty.$$

Существует частотная область, в которой функция – сумма составляющих, имеющих определенную частоту. Функция  $X(t)$  может быть разложена как:

$$e^{2\pi ift} = \cos(2\pi ft) + i \cdot \sin(2\pi ft).$$

Составляющая  $X(t)$  с частотой  $f$  имеет вид:

$$\hat{X}(f) e^{2\pi ift}, \text{ где } \hat{X}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(t) e^{-2\pi ift} dt.$$

Функция  $\hat{X}(f)$  – преобразование Фурье [5].

Если выполняется условие:

$$\hat{X}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(t) e^{-2\pi ift} dt = \overline{\int_{-\infty}^{+\infty} X(t) e^{+2\pi ift} dt} = \overline{\hat{X}(-f)},$$

где  $\overline{a + ib} = a - ib$ , то  $X(t)$  – вещественнозначная.

Полная энергия исходного процесса по теореме Планшереля [6] равна:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |X(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{+\infty} |\hat{X}(f)|^2 df.$$

Средняя мощность функции  $X(t)$  на отрезке  $[0, T]$  определяется как:

$$\frac{1}{T} \int_0^T |X(t, T)|^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T |\hat{X}(f, T)|^2 df.$$

Тогда спектральная плотность мощности равна:

$$S_x(f, T) = \frac{1}{T} |\hat{X}(f, T)|^2.$$

Если длина отрезка стремиться к бесконечности, то:

$$S_X(f) = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1}{T} |\hat{X}(f, T)|^2.$$

Т.к. функция  $X(t)$  описывает ФБД с параметром Хёрста, то:

$$S(f) \propto \frac{1}{f^{2H+1}}.$$

Процесс моделирования ФБД можно упростить через аппроксимацию преобразования Фурье с помощью рядов Фурье с учетом сохранения свойств спектральной плотности. После этого, используя обратное преобразование Фурье, получим ФБД.

Алгоритм построения кривой ФБД:

$g$  – нормально-распределенная случайная величина с нулевым мат ожиданием и единичным стандартным отклонением.

$u$  – равномерно-распределенная случайная величина на единичном отрезке.

$N$  – количество значений ФБД.

$H$  – показатель Хёрста.

$$i = \sqrt{-1}.$$

1.  $\hat{X}(0) = g.$

2. Для  $j = 1, N/2$  значения преобразования Фурье равны:

$$\hat{X}(j) = g \cdot \frac{e^{2\pi i u}}{j^{H+0.5}}.$$

3. Для  $j = \frac{N}{2}, N-1$  значения преобразования Фурье:

$$\hat{X}(j) = \hat{X}(N-j).$$

4. Для каждого  $j$  рассчитываем:

4.1. Амплитуда – абсолютная величина комплексного числа  $\hat{X}(j)$ .

4.2. Фаза – значение аргумента комплексного числа  $\hat{X}(j)$ , т.е. угол, выраженный в радианах.

5. Рассчитываем значения ФБД:

$$X(t) = \sum_{j=0}^1 [A(j) \cdot \cos(2\pi f t + \Phi(j))].$$

Используя данный алгоритм, рассчитаем 10 000 вариаций фрактального шума с показателем Хёрста  $H = 0.63$ . Длина прогноза – 3 месяца. Рассчитаем среднее значение и стандартное отклонение за период: 13.07.2014 – 08.04.2015. Используя данные параметры, рассчитаем прогнозные значения для каждой вариации, учитывая наличие AR(1)-процесса. Рассчитаем 5%-квантили распределения прогнозных значений для каждого прогнозного интервала. Таким образом, получим квантили временные ряды квантилей распределений прогнозных значений обменного курса евро-рубли (рис. 2).

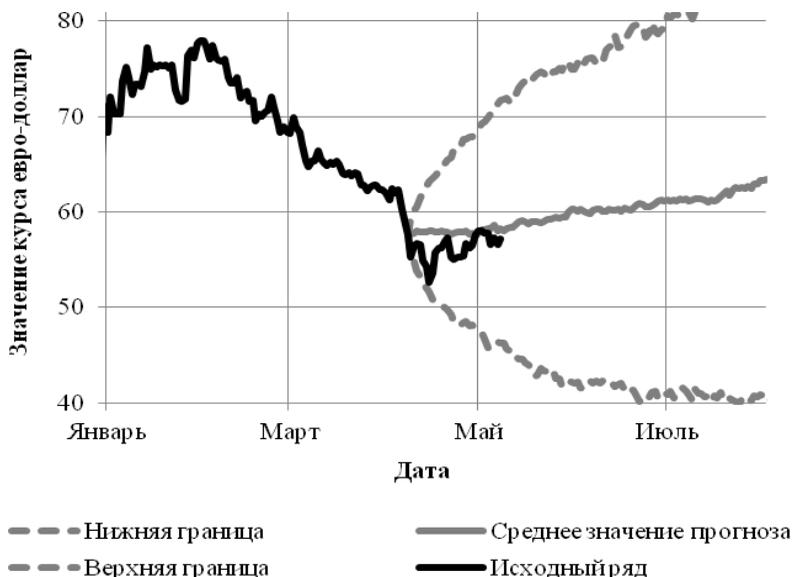


Рисунок 2 – Исходный ряд валютной пары евро-рубль. Прогноз. Доверительные интервалы.

На рис. 2 изображен исходный ряд обменного курса евро-рубль, математическое ожидание прогноза (среднее значение прогноза). Низкое значение средней абсолютной ошибки прогноза – 3.7%, говорит о высокой точности модели. Можно утверждать, что с вероятностью 95% значение курса евро-рубль не превысит значений верхней границы и не опустится ниже значений нижней границы. Видно, что прогноз на май-июль имеет восходящий тренд. В начале июня значение курса – 60.35 рублей за евро, в начале июля – 61.38, на начало августа курс достигнет отметки в 63.36 рублей за евро. За весь период с вероятностью 95% можно утверждать, что значение курса не превысит отметки в 84.27 рубля за евро и не опустится ниже отметки в 40.07 рублей за евро.

#### Библиографический список

1. Холлендер М., Вулф Д. Непараметрические методы статистики / М.: Финансы и статистика. 1983. С. 232-241.

2. Херст, Г.Э. Долгосрочная вмести́мость водохранилищ. / Труды Американского общества гражданских инженеров. 1951. №116. С. 770-808.

3. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. / М.: Интернет-трейдинг. 2004. С. 48-61.

4. Anis A.A., Lloyd E.H. The expected value of the adjusted rescaled Hurst range of independent normal summands. / *Biometrika*. 1976. С. 283-298.

5. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. / М.: Постмаркет. 2000. С. 285-291.

6. Титчмарш Э.Ч. Введение в теорию интегралов Фурье. / Райков Д.А. ; пер. с англ. Под ред. Левитана Б.М. Тамаркиной Н.А. – М.: Полиграфкнига, 1948. С. 80-102.

7. Трофимова В.Ш., Дубовских К.И. Сравнительный анализ авторегрессии, нейросетей и стохастических моделей на основе предсказательной силы для прогноза пары RUB/USD // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 71-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. Т.2. С. 287-290.

8. Петров А.Л., Иванова Т.А. Моделирование поведения курсов валют // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. – 2008. - № 2. –С. 39-42.

9. Иванова Т.А. Исследование возможности применения алгоритмов сжатия данных к прогнозированию направления движения курсов валют // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - №4. - 2010. – С. 85-88.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**A.V. Goncharenko**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **THE MODEL OF FRACTAL STRUCTURE OF CURRENCY PAIR EUR/RUB**

*Abstract.* The paper studies long-term and short-term currencies memory effects. The method of Discrete Fourier Transform for fractal structures are described. EUR/RUB structures was estimated and values was used to calculate the forecast distribution of the currency pair EUR/RUB.

**Key words:** *currency market, fractal statistics, stochastic, fractal analysis, R/S-analysis, fractional Brownian motion, Fourier transform, Hurst.*

УДК 332.1

**К.В. Ефимова, В.А. Хейнонен, Н.А. Реент**  
ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск

## **ВЫЯВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ РФ**

***Аннотация.** В данной статье была проанализирована система показателей, характеризующих положение регионов РФ по трем основным потенциалам. В результате исследования были выделены значимые показатели с помощью многомерного канонического корреляционного анализа по данным о 80 субъектах РФ за 2013 год.*

***Ключевые слова:** социально-экономическое развитие региона, система статистических показателей, анализ канонических корреляций*

Для проведения статистического анализа социально-экономического положения региона необходимо использовать не просто отдельные факторы, влияющие на его развитие в той или иной области, а брать за основу систему значимых статистических показателей.

Использование системы статистических показателей, адекватно отражающей состояние и развитие экономики, человеческого потенциала и окружающей среды обитания в каждом субъекте страны, позволило бы получить полную и достоверную статистическую информацию, которая в будущем могла быть использована для принятия своевременных управленческих решений на уровне каждого региона и страны в целом.

Целью данной работы является анализ ряда статистических показателей для выявления наиболее значимых, с точки зрения социально-экономического развития региона. За основу нами была взята система статистических показателей [1], характеризующая развитие 80 субъектов РФ с трех сторон: экономической, социальной и экологической (Рис.1).

Ставится задача исследовать зависимость между группами показателей данной системы и выявить наиболее значимые из них с помощью метода анализа канонических корреляций. Практически этот метод был реализован в ППП STATISTICA 6.0 [2].

<b>Социально-экономическое развитие регионов</b>		
<b>Экономический потенциал</b>	<b>Социальный потенциал</b>	<b>Потенциал создания комфортной среды обитания</b>
Блок 1 – Инвестиции и Экспорт	Блок 1 – Демография	Блок 1 – Экология
Блок 2 – Производство и рентабельность активов	Блок 2 – Занятость населения	Блок 2 – Жилищные условия, инфраструктура
Блок 3 – Инновации и разработки	Блок 3 – Система здравоохранения и заболеваемость	Блок 3 – Правонарушения, происшествия
	Блок 4 – Образование	
	Блок 5 – Доходы и расходы населения, потребление услуг	

Рисунок 1 – Система статистических показателей, характеризующих экономическое, социальное, экологическое положение регионов

Для анализа были взяты 80 субъектов РФ. Данные показатели были собраны за 2013 год на основе официальных публикаций Федеральной службы государственной статистики по регионам России. Некоторые показатели были пересчитаны на душу населения (на 1000 населения) и на площадь территории (1000 км<sup>2</sup>) для получения более достоверных результатов анализа.

Перед проведением анализа канонических корреляций был проведен анализ вариации, для проверки предпосылок данного метода. В ходе него мы выявили, что взятые 54 показателя имеют нормальное многомерное распределение. Чаще всего на диаграммах рассеяния из общей массы выделяются 18 и 28 объекты (г. Москва и г. Санкт-Петербург). Это можно объяснить тем, что это два города федерального значения, которые по многим показателям превосходят остальные субъекты РФ.

Канонический анализ позволяет исследовать зависимость между множеством результативных показателей ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ) и большим числом факторов ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), определяющих уровень этих показателей. При этом обеспечивается высокая степень связи между линейными комбинациями факторов и линейными комбинациями исследуемых выходных показателей.

Основной целью метода канонических корреляций является поиск максимальных корреляций между группами исходных переменных (факторами и результативными показателями). Проанализируем

корреляции внутри и между множествами показателей «Социальный потенциал» и «Экономический потенциал».

В первой группе показателей наибольшая связь наблюдается между переменными у20 – Среднедушевые доходы населения (руб.) и у25 – Вклады (депозиты) физических лиц в рублях, привлеченные кредитными организациями на душу населения: коэффициент парной корреляции составил 0,87. Во второй группе два максимальных показателя парной корреляции: между х8 - Число предприятий и организаций и х16 – Выдано патентов 0,988, и между х8 и х18 - Организации, выполняющие научные исследования и разработки 0,982. Для показателей из разных групп наибольшая зависимость была выявлена между у22 – Средний размер пенсий (руб.) и х3 – Доходы консолидированных бюджетов субъектов российской федерации на душу населения (млн. руб.): коэффициент парной корреляции 0,84. Следовательно, переменные х3,х8,х16,х18,у20,у22,у25 будут значимыми и будут определять каноническую связь между множествами показателей.

На основе корреляций между каноническими переменными и показателями из каждого множества получают меру избыточности множества переменных. Общая избыточность для первого множества составляет 53,7 %, т.е. показатели группы «Социальный потенциал» объясняют 53,7 % вариации показателей множества «Экономический потенциал», которые в свою очередь объясняют 64,96 % вариации показателей первого множества.

На следующем шаге проверим, являются ли все канонические корни значимыми.

Root Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet2)					
	Canonid R	Canonid R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,99037	0,98084	958,317	450	0,00000	0,00000
1	0,97721	0,95494	736,818	408	0,00000	0,00000
2	0,96022	0,92202	563,224	368	0,00000	0,00004
3	0,88767	0,78797	420,348	330	0,00058	0,00055
4	0,86684	0,75142	333,491	294	0,05705	0,00259
5	0,78668	0,61887	255,539	260	0,56632	0,01042
6	0,77720	0,60405	201,520	228	0,89546	0,02736
7	0,70888	0,50252	149,637	198	0,99562	0,06910
8	0,60038	0,36046	110,538	170	0,99987	0,13891
9	0,55181	0,30449	85,506	144	0,99997	0,21720
10	0,49713	0,24714	65,171	120	0,99998	0,31230
11	0,46630	0,21744	49,274	98	0,99999	0,41482
12	0,42804	0,18321	35,544	78	0,99999	0,53008
13	0,41552	0,17266	24,210	60	0,99998	0,64899
14	0,31340	0,09822	13,596	44	0,99999	0,78443

Рисунок 2 - Канонические корреляции между показателями группы «Социальный потенциал» и «Экономический потенциал»

Из рисунка следует, что первые семь корней являются статистически значимыми. Но для анализа мы ограничимся первой парой канонических переменных, для которой коэффициент канонической корреляции составляет  $R=0,99$ ,  $\chi^2=958,32$  что говорит о сильной связи,  $p=0,00$ , что говорит о значимости коэффициента.

С помощью канонических весов составим следующую систему:

$$\begin{aligned} V1 &= 0.21y_1 - 0.31y_2 + \dots + 1.1y_{20} + \dots + 0.026y_{25} \\ U1 &= -0.258x_1 - 0.158x_2 + 0.96x_3 + \dots - 0.16x_{18} \end{aligned} \quad (1)$$

Из системы (1) видно, что для левого множества (показатели «Социального потенциала») наибольший вклад в значение первой канонической переменной вносят  $y_{20}$  - Среднедушевые доходы населения (руб.), для правого множества («Экономический потенциал») наибольший вклад внес  $x_3$  - Доходы консолидированных бюджетов субъектов российской федерации на душу населения (млн. руб.).

Канонические веса соответствуют уникальному вкладу, вносимому соответствующей переменной во взвешенную сумму, однако, они не говорят ничего о том, какую часть дисперсии объясняет каждый канонический корень в переменных.

Заклучение о доле объясняемой дисперсии можно сделать, рассматривая нагрузки канонических факторов (Табл.1).

Наиболее тесная корреляционная связь существует между канонической переменной  $V1$  и показателями первого множества  $y_{20}$  - Среднедушевые доходы населения (руб.) (коэффициент корреляции равен 0,77) и  $y_{22}$  - Средний размер пенсий (руб.) (коэффициент корреляции равен 0,88). Каноническая переменная  $U1$  связана с переменной  $x_3$  - Доходы консолидированных бюджетов субъектов российской федерации на душу населения (млн. руб.) (коэффициент корреляции равен 0,94).

Аналогичным образом были исследованы взаимосвязи показателей группы «Социальный потенциал» и «Потенциал создания комфортной среды обитания», «Экономический потенциал» и «Потенциал создания комфортной среды обитания» (табл.2.1, 2.2).

Таблица1- Факторная нагрузка канонических переменных V1 и U1

Каноническая переменная V1		Каноническая переменная U1	
y1	-0,413998	x1	0,615386
y2	0,167869	x2	0,282368
y3	-0,694137	x3	0,941007
y4	-0,674683	x4	0,227170
y5	0,632228	x5	0,182436
y6	-0,121070	x6	-0,218677
y7	-0,002018	x7	-0,045427
y8	0,486403	x8	0,073087
y9	0,261454	x9	-0,164700
y10	0,692599	x10	0,086750
y11	0,461594	x11	0,042905
y12	0,521263	x12	-0,067338
y13	0,285604	x13	0,098477
y14	-0,138766	x14	0,695905
y15	0,305315	x15	0,404855
y16	0,371161	x16	0,067232
y17	-0,171972	x17	0,127643
y18	-0,059621	x18	0,064994
y19	-0,141703		
y20	0,777181		
y21	0,352192		
y22	0,882495		
y23	0,478697		
y24	-0,050189		
y25	0,531743		

Таблица 2.1 - Общие результаты анализа канонических корреляций между блоками «Социальный потенциал» и «Потенциал создания комфортной среды обитания»

Социальный потенциал	Потенциал создания комфортной среды обитания
Каноническая корреляция 0,952, $\chi^2=580,11$ , $p=0,00$	
Максимальная корреляция между показателями: $z5$ - Вклады (депозиты) физических лиц в рублях, привлеченные кредитными организациями на душу населения и $z5$ - Доля городского жилищного фонда на единицу площади (коэффициент корреляции 0,645)	
Левое множество	Правое множество
Общая избыточность 39,18%	Общая избыточность 66,75%
Наибольший вклад: $y1$ - Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (0,63)	Наибольший вклад: $Z11$ - Число зарегистрированных убийств и покушений на убийство на душу населения (0,87)

Таблица 2.2 - Общие результаты анализа канонических корреляций между блоками «Экономический потенциал» и «Потенциал создания комфортной среды обитания»

Экономический потенциал	Потенциал создания комфортной среды обитания
Каноническая корреляция 0,936, $\chi^2=374$ , $p=0,00$	
Максимальная корреляция между показателями: $x18$ - Организации, выполняющие научные исследования и разработки и $z5$ - Доля городского жилищного фонда на единицу площади (коэффициент корреляции 0,824)	
Левое множество	Правое множество
Общая избыточность 35,96%	Общая избыточность 50,97%
Наибольший вклад: $x18$ - Организации, выполняющие научные исследования и разработки (0,91)	Наибольший вклад: $x18$ - Организации, выполняющие научные исследования и разработки (0,904)

Таким образом, с помощью канонического анализа данной системы показателей (рис. 1) удалось выявить статистическую зависимость между структурными элементами внутри групп и между ними. Также в результате анализа был выявлен ряд значимых показателей из каждого множества.

### Библиографический список

1. Сыровацкая, И. В. Формирование системы статистических показателей, характеризующих социально-экономическое развитие региона: методологические аспекты / И. В. Сыровацкая // Вестник СГЭУ, 2011. - №5 (79). – С.86-90.
2. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 18.04.2015)
3. URL:[http://www.statsoft.ru/products/STATISTICA\\_Advanced/canonical-correlation-analysis.php](http://www.statsoft.ru/products/STATISTICA_Advanced/canonical-correlation-analysis.php)(дата обращения: 18.04.2015).
4. Иванова, Т.А. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: монография/К.Ю. Дорогина, И.Н. Попова, Ю.Д. Дружинина; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».-Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. г.и. носова», 2012.
5. Бубис И.В., Гилязетдинова К.Р., Дюкина Т.О. О взаимосвязи между ВВП на душу населения, индексом счастья, индексом развития человеческого потенциала и индексом экологической эффективности. // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. – 2014. - № 4. –С. 57-61.
6. Батадеев В.А. Социально-экономическое развитие территорий в условиях рисков //Экономика и политика. -2013. -№ 1. -С. 16-21.
7. Фомина Е.С., Иванова Т.А. Определение рейтинга субъектов РФ по уровню качества жизни с помощью построения интегрального индикатора // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. № 4 (4). С. 192-197.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**K.V. Efimova, V.A. Kheinonen, N.A. Reent**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **IDENTIFICATION OF THE MAIN STATISTIC FACTORS IMPACT ON THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

***Abstract.** This article analyzes the system of indicators characterizing the position of the regions of the Russian Federation in three main potentials. As a result of the research the main factors were obtained by multivariate canonical correlation analysis by the data of 80 subjects of the Russian Federation in 2013*

***Key words:** social and economic development of region, system of statistics, the analysis of canonical correlations.*

## **ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА РАСПОЛАГАЕМЫХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИК ВЫДЕЛЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ**

***Аннотация.** В данной статье проанализировано синтетическая категория «располагаемые ресурсы». Были выделены значимые критериальные показатели с помощью многомерного статистического метода главных компонент по данным 85 субъектов РФ за 2013 год.*

***Ключевые слова:** располагаемые доходы, субъекты РФ, метод главных компонент, факторные нагрузки*

Шум и избыточность информации в данных обязательно проявляют себя через корреляционные связи между переменными. Погрешности в данных могут привести к появлению не систематических, а случайных связей между переменными. Факторный анализ позволяет избавиться от мультиколлинеарности данных и выявить неявные, непосредственно не измеряемые, но объективно существующие закономерности, обусловленные действием как внутренних, так и внешних причин.

Располагаемые ресурсы субъекта Российской Федерации представляют собой сумму денежных средств и трудового капитала, которые находились в распоряжении субъекта в течение учетного периода.

Нами была предпринята попытка через методы факторного анализа отразить зависимость располагаемых ресурсов от таких факторов, характеризующих состояние субъектов РФ как:

- 1) среднемесячная з/п (руб.)
- 2) фиксированный набор товаров и услуг (руб.)
- 3) численность экономически активного населения (тыс.чел.)
- 4) численность безработного населения (тыс.чел.)
- 5) объем экспорта (млн. долларов)
- 6) объем импорта (млн. долларов)
- 7) объем инвестиций в основной капитал (руб.)

Для полноценного отражения факта зависимости показателей нами были взяты данные всех существующих субъектов РФ по всем выделенным факторам. Вся информация обладает актуальностью, т.к. вся статистика представлена 2014 годом.

Таблица 1 - Матрица парных корреляций зависимостей признаков

Correlations (Spreadsheet2 in Workbook2)							
Marked correlations are significant at $p < ,05000$							
N=94 (Casewise deletion of missing data)							
Variable	Среднемес.з/п	Набор тов.	ЭАН	Безраб	Экспорт	Импорт	Инвест
Среднемес.з/п	1,000000	0,867965	0,053538	0,012124	0,185267	0,165565	0,125125
Набор тов.	0,867965	1,000000	-0,006965	-0,040151	0,112398	0,106714	0,030294
ЭАН	0,053538	-0,006965	1,000000	0,986312	0,921435	0,905499	0,984280
Безраб	0,012124	-0,040151	0,986312	1,000000	0,862527	0,838438	0,975943
Экспорт	0,185267	0,112398	0,921435	0,862527	1,000000	0,985628	0,901780
Импорт	0,165565	0,106714	0,905499	0,838438	0,985628	1,000000	0,874666
Инвест	0,125125	0,030294	0,984280	0,975943	0,901780	0,874666	1,000000

По статистическим данным наблюдается очень сильная связь между факторами, что свидетельствует о возможности их объединения в несколько главных компонент. Это действие поможет снизить размерность уравнения.

С использованием ППП STATISTICA был проведен факторный анализ на семи признаках, указанных ранее, с использованием вращения Varimax. Varimax – ортогональное вращение, при котором происходит минимизация количества переменных с высокой факторной нагрузкой. Этот метод является наиболее часто применяемым, поскольку он облегчает интерпретацию факторов.

Для правильной трактовки качественной интерпретации главных компонент рассмотрим результаты, представленные в таблицах.

Таблица 2 - Факторные нагрузки

Factor Loadings (Varimax raw) (Spreadsheet Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)		
Variable	Factor 1	Factor 2
среднемес.з/п	0,072647	0,963940
набор тов.	0,000437	0,965950
ЭАН	0,992140	-0,017930
БЕЗРАБ	0,966540	-0,060889
ЭКСПОРТ	0,958930	0,127674
ИМПОРТ	0,945207	0,116990
ИНВЕСТ	0,977760	0,036957
Expl.Var	4,692817	1,897637
Prp.Totl	0,670407	0,271090

Принимая во внимание полученные результаты, были объединены 7 признаков в 2 фактора:

- первый фактор включает в себя показатели ЭАН, численность

безработных, объем экспорта и импорта и объем инвестиций в основной капитал, т.е. общехозяйственные ресурсы субъекта РФ;

- второй фактор объединил показатели среднемесячной з/п и фиксированный набор товаров и услуг, т.е. его можно назвать, как потребительские ресурсы субъекта РФ.

Таблица 3- Собственные значения

Eigenvalues (Spreadsheet22 in Workbook2)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	4,71733	67,3904	4,71733	67,3904
2	1,87311	26,7587	6,59044	94,1492

Проанализировав данные из таблицы собственных чисел, заметим, что первый фактор объясняет 67,4% общей вариации признаков и имеет собственное значение, равное 4,72. Второй фактор объясняет дополнительно ещё 26,8% дисперсии и имеет собственное значение, равное 1,87. Таким образом, доля дисперсии, объясненной первыми двумя факторами, составляет 94,1%.

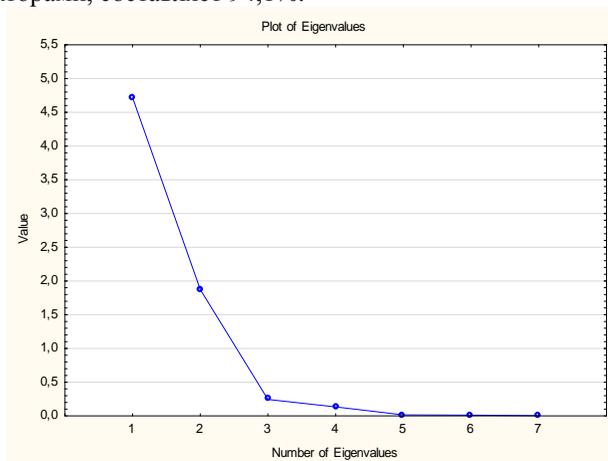


Рисунок 1 - График собственных значений

Используя найденные коэффициенты при главных компонентах, мы находим значения факторов для каждого субъекта РФ. По полученным данным мы строим уравнение регрессии на двух факторах по зависимой переменной "располагаемые ресурсы".

Основные показатели значимости уравнения представлены в таблице.

Таблица 4 - Основные статистики множественной регрессии

Regression Summary for Dependent Variable (Spreadsheet29 in Workbook2)						
R= ,58471630 R <sup>2</sup> = ,34189315 Adjusted R <sup>2</sup> = ,32742926						
F(2,91)=23,638 p<,00000 Std.Error of estimate: 6323,8						
N=94	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(91)	p-value
Intercept			21177,1	652,254	32,4675	0,000000
f1	0,06404	0,08504	493,8	655,752	0,7531	0,45329
f2	0,58119	0,08504	4481,6	655,752	6,8343	0,000000

Как можно определить из таблицы, значимыми оказались второй фактор и свободный член, по F и T-статистикам все показатели значимы. На графике показано поле исходных данных и найденное уравнение регрессии.

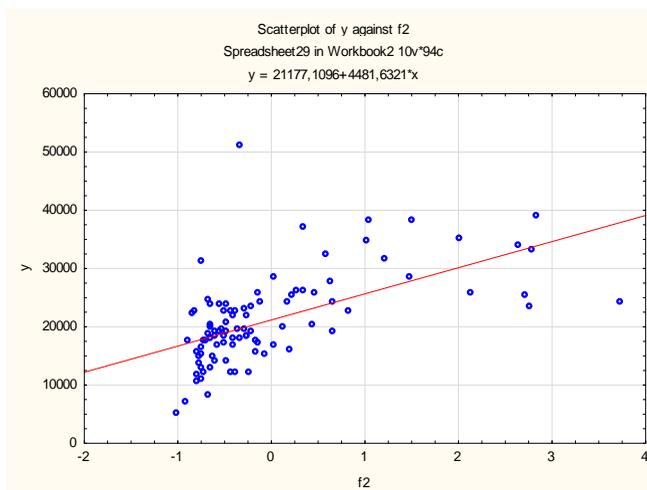


Рисунок 2 - Регрессионная модель и облако рассеивания исходных данных

Итак, была рассмотрена зависимость располагаемых ресурсов от семи признаков. После проведения факторного анализа размерность модели была сокращена до двух факторов, один из которых оказался значимым при построении уравнения регрессии. Следовательно, располагаемые ресурсы в большей степени зависят от фактора "потребительские ресурсы", который состоит из показателей среднемесячной з/п и стоимости фиксированного набора товаров и услуг.

## Библиографический список

1. Дубров. А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. – Многомерные статистические методы и основы эконометрики, 2011/ Учебное пособие. - Москва: Изд-во Московского государственного университета экономики, статистики и информатики.
2. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 25.02.2015).
3. Риттер И.В. Регулирование социально-экономических пропорций в условиях трансформации региональных экономических систем // Экономика и политика. -2014. -№ 1(2). –С. 204-208
4. Валяева Г.Г., Иванова Т.А., Трофимова В.Ш. Экономико-математическое моделирование в инвестиционной деятельности: учебное пособие. – Магнитогорск, 2011.

### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**K.V. Efimova, V.A. Kheinonen**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **ANALYSIS OF AVAILABLE RESOURCES BY THE TECHNIQUE OF PRINCIPAL COMPONENTS**

**Abstract.** *This article contains details of the synthetic category called available resources. The main indicators were allocated by the multivariate statistical method of principal components according to the data of 85 regions of the Russian Federation for 2013.*

**Key words:** *available resources, the subjects of the Russian Federation, method of principal components, factor loadings.*

## **ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РЕГИОНОВ РФ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕДНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

***Аннотация.** Рассмотрено применение методов интеграции показателей для моделирования процесса бедности. Были выделены значимые факторы для сложного скалярного интегрального индикатора по данным 80 субъектов РФ за 2013 год. По результатам анализа было выявлено положение субъектов РФ по уровню бедности и дан детальный анализ критериев Челябинской области.*

***Ключевые слова:** бедность, субъекты РФ, интегральный индикатор, ранжирование субъектов, Челябинская область.*

Потенциал рыночной экономики для обеспечения высокого уровня жизни для населения РФ пока не реализован в полной мере. Бедность, рост социального неравенства, высокая дифференциация населения по доходам являются факторами высокой поляризации общества. Эти и другие явления нельзя оставлять без внимания, обществу необходимо исследовать их, выработать и реализовать соответствующие меры социально-экономической политики. Основными факторами, определяющими степень социального неравенства для России, страны с переходной экономикой, можно считать региональный и отраслевой факторы, уровень безработицы, эффективность социальных программ государства (поддержка многодетных и неполных семей, инвалидов и пенсионеров, вынужденных переселенцев и беженцев) и пр. Процессы дифференциации общества показывают необходимость углубленного изучения существующих в современной отечественной экономике подходов к проблеме бедности.

Целью настоящей работы является исследование уровня бедности на региональном уровне на базе инструмента экономико-математического моделирования – интегрального показателя. Объектом исследования являются критериальные оценки бедности, дифференциации доходов и условий жизни населения России. Предметом исследования является региональная статистика по вопросам бедности, объема социальной поддержки и жилищных условий.

Задачи исследования:

1. Выявить наиболее значимые показатели социально-экономического явления бедности; на их основе построить интегральный

индикатор, который характеризует объект исследования во всех аспектах и сферах общества;

2. Провести классификацию регионов по уровню бедности с помощью оценивания объединенного показателя;

3. Выполнить детальный анализ полученных результатов по Челябинской области.

При анализе такой синтетической категории как бедность, нами было принято решение о построении сложного интегрального показателя. Исходя из выбранной методологии, выделим следующие этапы исследования процесса.

1. Постановка задачи и формирование информационной базы.

На базе доступной информации, предоставленной Федеральной службой статистики, мной была предпринята попытка сконструировать сложный индикатор, измеряющий анализируемый синтетический показатель уровня бедности в шкале от 0 до 1 (в порядке уменьшения: 0 – сильный, 1-почти отсутствует).

Для первоначального анализа, исходя из определения бедности, как состояния нужды, нехватки жизненных средств, не позволяющего удовлетворить насущные потребности индивида или семьи для нормальной жизни и жизнедеятельности, мною были выделены 5 групп первоначальных показателей, содержащих 36 показателей, наиболее полно описывающих влияние исследуемого явления на общество.

1. **Потребление:** потребление мяса и субпродуктов на душу населения, использование свежей воды.

2. **Жилищные условия:** удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом, отоплением, газом; удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг в процентах от общей суммы потребительских расходов, объем коммунальных услуг населению на душу населения, средние цены на вторичном рынке жилья (на конец года; рублей за квадратный метр общей площади), задолженность по жилищным кредитам, удельный вес ветхого и аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда.

3. **Социальная поддержка государства:** доля семей, получивших жилые помещения и улучшивших жилищные условия за год, численность вынужденных переселенцев и беженцев, численность граждан, пользующихся социальной поддержкой по оплате жилого помещения и коммунальных услуг; численность пенсионеров на 1000 чел., численность занятых в экономике, приходящаяся на одного пенсионера, пособия и социальная помощь, мощность амбулаторно-поликлинических организаций, уровень безработицы, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в процентах от общей

численности населения субъекта, число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения.

4. **Факторы, показывающие культуру общества:** Численность зрителей в театрах и музеях, число спортивных сооружений, число детских оздоровительных учреждений.

5. **Доходная составляющая:** среднедушевые денежные доходы населения, потребительские расходы в среднем на душу населения, величина прожиточного минимума, установленная в субъектах российской федерации, число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения, индексы потребительских цен,(декабрь к декабрю предыдущего года; в процентах), задолженность по кредитам в рублях, предоставленным кредитным организациями физическим лицам, вклады (депозиты) физических лиц, привлеченные кредитными организациями.

После унификации исходных данных по формулам (1), (2) проводится анализ мультиколлинеарности частных критериев априорного набора показателей, распределенных по блокам. Затем производится отбор наиболее информативных факторов с помощью характеристики коэффициента детерминации. Таким образом, максимизируется прогностическая сила регрессионных моделей, т.е. можно легко восстановить значения всего набора показателей анализируемого раздела.

При монотонно возрастающей зависимости:

$$\hat{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} * N \quad (1)$$

При монотонно убывающей зависимости

$$\hat{x} = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} * N \quad (2)$$

II. Сведение многокритериальной схемы сравнительного анализа объектов к однокритериальной, основанной на интегральном скалярном индикаторе.

По анализируемой категории было принято решение о линейном виде интегрального индикатора. Построение функции опирается на основное положение метода главных компонент. Для рассматриваемого анализируемого свойства было выявлена ситуация неработоспособности 1-ой главной компоненты ( $\lambda_1 < 55\%$ ).

Eigenvalues (Spreadsheet31 in Workbook1)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,40757	36,0504	5,40757	36,0504

Рисунок1 – Анализ главной компоненты (ГК)

При отсутствии частичного «обучения» (т.е. обучение от экспертов не дает принципиально оптимального разбиение на группы) необходимо рассматривать  $k$ -первых ГК. Принадлежность показателей к одной группе, в данном методе, должно удовлетворять определенным требованиям:

- а) они должны характеризовать определенный аспект категории
- б) они должны иметь высокий уровень коррелированности внутри группы
- с) переменные, отнесенные к разным группам, должны быть слабо коррелированы.

Индикатор строится в виде:

$$\hat{y}_i = N - \rho_i \quad (3)$$

где  $N$  – балльная шкала измерения индикатора

$\rho_i$  – взвешенное евклидово расстояние от  $i$ -ого объекта до эталона

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Интегральный индикатор бедности для регионов России

1	Республика Ингушетия	0
2	Чеченская Республика	0,048267
3	Республика Адыгея	0,061549
4	Республика Алтай	0,063015
5	Карачаево-Черкесская Республика	0,067554
	...	
61	Челябинская область	0,296415
	..	
76	г. Санкт-Петербург	0,450928
77	Свердловская область	0,458672
78	г. Москва	0,47199
79	Московская область	0,58562
80	Тюменская область	0,61417

Таким образом, по результатам работы можно классифицировать регионы по уровню скалярного индикатора бедности.

Таблица 2 - Группы регионов по уровню бедности

Благополучные инвестиционно привлекательные и конкурентоспособные регионы ( $y_i \geq 0,4$ )	Тюменская область, Московская область, г. Москва, Свердловская область, г. С.-Петербург, Краснодарский край
Социально-экономически развитые и отраслевые регионы с развитой инфраструктурой	Челябинская область, Новосибирская область, Республика Башкортостан, Алтайский край, Владимирская область, Астраханская область
Депрессивные и периферийные регионы со слаборазвитой социальной сферой ( $y_i \leq 0,1$ )	Республика Ингушетия, Чеченская Республика, Республика Калмыкия, Республика Дагестан, Республика Тыва, Республика Хакасия

Такая дифференциация регионов вполне закономерна: Ингушетия, Чеченская Республика относятся к кризисным регионам, пережившие масштабные социально-политические конфликты, экономика которых находится не в лучшем состоянии. Другие регионы, которые были отнесены к депрессивным и слаборазвитым регионам с высокой численностью бедного населения, обладают слаборазвитыми инфраструктурой и социальной сферой. Бедность в таких регионах носит хронический, а не временный характер. Кроме того, географический и климатический факторы влекут за собой такие последствия, как например, повышение издержек в транспортной и производственной сфере, снижение производительности труда и падение рентабельности в ведущих отраслях субъекта РФ.

Фактор территориального расположения оказывает сильное влияние на положение региона в классификации по уровню бедности. Высокая межрегиональная дифференциация объясняется комплекс причин, в который входят такие критерии, как: социально-экономическое развитие региона, состояние регионального рынка труда и товаров и услуг, различия в стоимости жизни; объем и степень развития рыночной инфраструктуры; отраслевая и экспортная направленность региона.

По результатам исследования Челябинская область попала в группу социально и экономически развитых и отраслевых регионов с развитой инфраструктурой. Так, Челябинская область по денежным доходам населения, скорректированным на стоимость жизни в регионе, на Южном Урале незначительно уступает Башкортостану, но опережает Оренбургскую область. Подтверждает оценки региональной дифференциации денежных доходов и один из косвенных индикаторов

доходов населения – обеспеченность легковыми автомобилями. В Челябинской области обеспеченность выше средней по стране (309,1 автомобилей на 1000 населения), Челябинский регион незначительно превышает показатель своих промышленных соседей – Башкортостана (245) и Тюменской области с автономными округами (294,3). Следует отметить, что уровень бедности в нашей области не настолько ярко проявляется, т.к. его низкому показателю способствует более низкая стоимость жизни и менее резкое неравенство населения по доходам.

Положение пенсионеров в Челябинской области лучше, чем во всех других регионах Уральского федерального округа: средний размер пенсии на 41% выше прожиточного минимума пенсионера, в то время как в Башкортостане – 37%, в Тюменской области – на 32%. Этот показатель означает, что риск бедности для челябинских пенсионеров существенно ниже, чем для остальных пенсионеров.

Более 93% жилья является частным (в среднем по РФ – 87,8%), муниципальным образованиям принадлежит только 5,7%, жилищного фонда, государству – 1,2%. Это означает, что за жилищные проблемы будет нести ответственность именно население. Обеспеченность области в жилье – 24,2 м<sup>2</sup> на человека, а критерий благоустройства жилищного фонда (табл.3) выше среднего по стране.

Таблица 3 - Благоустройство жилищного фонда

	<b>Доля общей площади (%), оборудованной:</b>		
	<b>водопроводом</b>	<b>отоплением</b>	<b>газом</b>
<i>Российская Федерация</i>	79,5	84,3	67,5
Челябинская область	83,1	85	61,5
Тюменская область	85,1	87,2	33,7
Республика Башкортостан	67,8	86,7	84,5
Оренбургская область	81,8	96,3	95

При высоком уровне благоустройства значительное повышение стоимости услуг ЖКХ чувствительно для подавляющего большинства жителей. Также поддержку государства в виде жилищных субсидий в 2013 г. получали только 6,9% семей (в среднем по РФ – почти 6,4%). Одна из причин снижения охвата малообеспеченных семей – заметное

сокращение уровня бедности (жилищные субсидии предоставляются малоимущим гражданам).

Значительный прогресс в социально-экономическом развитии Челябинской области прослеживается по всем показателям из категории бедности. Область постепенно обретает статус экономически сильного и инвестиционно привлекательного региона, хотя и уступает более мощной Свердловской области. Высокие темпы роста доходов населения, значительное улучшение состояния рынка труда создают условия для снижения уровня бедности и социальных проблем.

Нами было проанализировано явление бедности, как синтетической категории, с помощью методов эконометрического моделирования, в частности, интегрального индикатора. По результатам исследования можно выделить показатели, которые в наибольшей степени характеризуют уровень бедности регионов, таких как:

- среднедушевые денежные доходы населения,
- задолженность по кредитам в рублях, предоставленным кредитным организациями физическим лицам,
- число спортивных сооружений,
- число детских оздоровительных учреждений,
- численность пенсионеров на 1000 человек,
- численность занятых в экономике, приходящаяся на одного пенсионера(в среднем за год),
- уровень безработицы,
- численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в процентах от общей численности населения субъекта),
- численность вынужденных переселенцев и беженцев, удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом,
- объем коммунальных услуг населению на душу населения,
- средние цены на вторичном рынке жилья (на конец года; рублей за квадратный метр общей площади),
- задолженность по жилищным кредитам,
- удельный вес ветхого и аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда,
- использование свежей воды.

которые были впоследствии объединены в 4 фактора: доходная составляющая, потребность в культурном развитии, демографическая нагрузка и социальная защита, жилищные условия.

### Библиографический список

1. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. – М., ЦЭМИ РАН, 2007. – 117 с.
2. Хейнонен В.А., Ефимова К.В., Подольская И.А. Социальное неравенство в России// Актуальные исследования гуманитарных, естественных, общественных наук. – Новосибирск.: ООО «ЦСРНИ», 2014. – 168 с.
3. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 15.04.2015).
4. Иванова, Т.А. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: монография/К.Ю. Дорогина, И.Н. Попова, Ю.Д. Дружинина; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».-Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2012.
5. Иванова Т.А. Статистический анализ социально-экономического положения районов Челябинской области //Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. Москва, 2003.
6. Ефимова К.В., Валяева Г.Г. Оценка социально-экономического потенциала России // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2014. № 4 (4). С. 90-98.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**K.V. Efimova, V.A. Kheinonen**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **ESTIMATION OF POVERTY OF THE FEDERAL SUBJECTS OF RUSSIA BY BUILDING AN INTEGRAL INDICATOR**

**Abstract.** *This article deal with the building a model of poverty by methods of integration indicators. The main factors for the complex scalar integral indicator were identified according to data of 80 subjects of the Russian Federation in 2013. The positions of the subjects of the Russian Federation in terms of indigence were ranked. It rather says about a detailed analysis of the Chelyabinsk region.*

**Key words:** *poverty, indigence, the subjects of the Russian Federation, integral indicator, regions ranking, the Chelyabinsk region.*

УДК 519.852

**Т.А. Иванова, В.Ш. Трофимова**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

## **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА МЕТАЛЛОЛОМА РФ: ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

***Аннотация.** В статье проводится обзор методов применяемых при моделировании и прогнозировании цен металлолома, оптимизации географии закупа металлолома металлургическими предприятиями.*

***Ключевые слова:** металлолом, математическое моделирование, цена лома черных металлов, прогнозирование, логистика.*

Современный рынок лома черных металлов РФ, не смотря на свою экспортную ориентацию, является весьма неравномерным с точки зрения регионального соотношения спроса и предложения. Конъюнктуру российского рынка лома определяет высокая конкуренция за лом между заводами-потребителями. Особенно высокая конкуренция за лом наблюдается в Уральском регионе, с его высокой концентрацией заводов-потребителей [1].

В условиях рыночной экономики крупные металлургические предприятия – потребители лома, действующие в рамках только своих интересов, вынуждены конкурировать за объемы, выстраивая стратегию оптимального закупа лома, ориентируясь на два основных фактора: региональная логистика, определяющая тарифную составляющую на доставку лома в стоимости лома и ценовое предложение ломозаготовителей регионов, которое сильно варьируется в зависимости от удаленности региона ломозаготовки от портов через которые проходит основной экспортный поток лома из РФ, а также от соотношения спроса и предложения в регионе.

Анализ регионов закупа лома (рис. 1) металлургических предприятия – выявил существенные различия. В 2014 году среднее тарифное расстояние поставки лома для ОАО ММК составляло 1403 руб. на тонну, для ОАО НСММЗ - 969 руб. на тонну, для ОАО Северсталь - 1061 руб. на тонну, для ОАО НЛМК - 892 руб. на тонну, для ОАО ЗСМК - 1048 руб. на тонну. Причем динамика показателя дальности перевозок для ОАО ММК в условиях растущей конкуренции за сырье неутешительна. Так, еще в 2005 году среднее расстояние поставки лома на ОАО ММК составляло 912 км, а в 2008 году увеличилось до 1310 км. В 2014 году среднее расстояние поставки лома на ОАО ММК составляет примерно 1252 км. Различия обусловлены географическим расположением металлургических предприятий, соотношением спроса и предложения на

лом в «домашнем» и соседних регионах, удаленностью от регионов основного ломосбора.

В этих условиях на фоне повышающихся тарифов на железнодорожные перевозки для ломопотребителей, становится принципиально важным поиск оптимального способа организации закупок лома черных металлов.

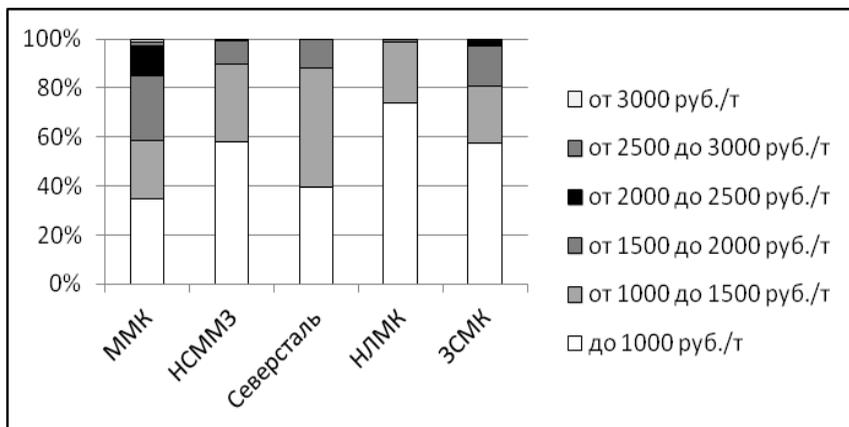


Рисунок 1 – Структура поставок лома по тарифным расстояниям для основных предприятий потребителей лома за 2014 год, по данным о перевозках лома ж/д транспортом

Главный компонент успеха в решении данного вопроса – понимание металлургическими предприятиями своей оптимальной структуры закупа лома в географически приближенных регионах РФ, правильное размещение своих дочерних предприятий по запуску металлолома и соответственно, грамотная ценовая политика предприятия относительно цены закупаемого лома в каждом регионе.

При решении данных задач не достаточно использовать опыт предыдущих периодов и экспертное мнение специалистов, т.к. речь идет о переборе бесконечно большого множества вариантов географии закупок и наборов цен.

В свете выше изложенного, могут быть поставлены следующие исследовательские задачи:

- 1) моделирование логистики закупа лома металлургическими предприятиями РФ;
- 2) моделирование и прогнозирование цен на лом для предприятий ломопотребителей и ломозаготовителей.

Решение этих задач требует использования методов экономико-математического моделирования, построения эконометрических моделей.

Труды российских и зарубежных ученых последних лет в основном посвящены проблемам ценообразования и прогнозирования цен на лом. Основные, предлагаемые подходы – это прогнозирование на основе регрессионных уравнений и прогнозирование на основе анализа временных рядов.

В работах [2,3,4] прогнозирование цен на металлолом ключевых потребителей внутреннего рынка, основывается на построении моделей множественной регрессии, где в качестве объясняющих факторов выбраны: поставка на внутренний рынок, тыс. т; поставка на экспорт, тыс. т;  $\Delta$ цены на лом, Турция, руб./т; поставка на ОАО «ММК», тыс. т; остаток лома на ОАО «ММК», тыс. т;  $\Delta$ цены на арматуру, порты Черного моря и Балтики, руб./т. При этом использование данной модели предполагает прогнозирование объясняющих факторов, что вносит дополнительную ошибку в точность построения прогноза цены.

В качестве альтернативной методики предлагается использовать прогнозирование динамики цен на основе модели ARIMA с сезонными эффектами.

В работе [5] прогноз динамики цен на лом с для конкретного предприятия ломопереработчика осуществлялся посредством модифицированного многомерного метода анализа сингулярного спектра (MSSA). Для уточнения прогноза цены на лом черных металлов, строится одновременный прогноз системы рядов: цены на лом черных металлов, и сильно коррелированного с ним ряда изменения котировок цены на сталь на Лондонской бирже металлов. Положительным моментом методики является период упреждения в 20 дней.

В статье [6] рассматривают проблемы прогнозирования цен на лом на американском рынке. Моделируется влияние на цены металлолома сезонного поведения в результате погодных условий и технологий промышленного производства на основе сезонных авторегрессионных моделей ARIMA и моделей с использованием сезонных фиктивных переменных.

В статье [7] для оценки прибыльности электросталеплавильного производства строятся одно- и многомерные модели цен лома черных металлов с учетом квартальной периодичности на основе динамики фактических цен в трех регионах США. Выявлено наличие значимых сезонных эффектов в трех из четырех кварталах.

Применение выше рассмотренных моделей возможно для краткосрочного прогнозирования. Средняя цена закупа лома для металлургического предприятия, формируется под влиянием множества факторов: текущего спроса и предложения лома в регионах, изменения

цен на лом под влиянием внешних и внутренних экономических процессов, сезонных факторов и т.д. Моделирование цены лома на основе моделей рядов динамики, не позволяет понять, как изменение хотя бы одного из перечисленных факторов отразится на его цене, что учитывается в регрессионных моделях. При этом проблема регрессионных моделей – прогнозирование значений независимых переменных, что вносит дополнительную погрешность в результаты прогнозирования. Кроме того, ни регрессионная модель, ни модели рядов динамики не позволяют ответить на вопрос: какая должна быть стратегия предприятия для достижения прогнозной цены? в каких регионах предприятие должно покупать лом и по каким ценам?

На эти вопросы можно ответить, построив математическую модель, имитирующую процесс ценовой конкурентной борьбы металлургических предприятий за объемы лома в регионах. Данный подход в опубликованных работах российских и зарубежных ученых не рассматривался.

Построение такой модели позволит учесть при формировании цены территориальные диспропорции спроса и предложения на лом в регионах, расходы на транспортировку лома от заготовителя до потребителя. В результате расчетов, мы сможем получить региональные цены ломозаготовителей, а также географию закупа лома для каждого металлургического предприятия при которой сформировались цены.

### **Библиографический список**

1. Статистический обзор рынка лома черных металлов в РФ / В.В. Белоусов, Т.А. Иванова, В.Ш. Трофимова // Теория и технология металлургического производства.-2015. - №1 (16).

2. Крюкова Е. М. Разработка организационно-экономических моделей прогнозирования цен на лом черных металлов: Автореферат дис. канд. экон. наук // Москва. – 2011. - 15 с.

3. Крюкова Е. М. Применение методов организационно-экономического прогнозирования в отрасли лома черных металлов// Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2008. – Т.74. - №7. – С. 67-72.

4. Баландина Т.А., Новиков Д.А., Орлов А.И. Прикладные математические модели и методы: задача прогнозирования цены на лом черных металлов. Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2011, том 77.

5. Файзуллин Р. В. Управление контрактными отношениями на рынке лома черных металлов: Автореферат дис. канд. экон. наук // Ижевск. – 2010. - 24 с.

6. Kevin Albertson, Jonathan Aylen Modelling the Great Lakes freeze: forecasting and seasonality in the market for ferrous scrap / International Journal of Forecasting, Volume 12, Issue 3, Pages 345–359.

7. Mark Evans A study of the relationship between regional ferrous scrap prices in the USA, 1958–2004 / Resources Policy Volume 31, Issue 2, June 2006, Pages 65–77.

8. Методы принятия оптимальных управленческих решений в экономике: учеб. пособие. / В.Ш. Трофимова, Н.А. Реент, Т.А. Иванова, О.С. Андросенко, Г.Г. Валяева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. - 2015. – 191 с.

9. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебное пособие./ М.В. Бушманова, Т.А. Иванова, Г.Г. Мельникова, Н.А. Реент, В.Ш. Трофимова. - Магнитогорск: из-во ГОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова. - 2006. – 142 с.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**Ivanova T.A., Trofimova V.Sh.**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **MATHEMATICAL MODELING OF THE RUSSIAN MARKET FOR FERROUS SCRAP: PROBLEM AND METHODS FOR THEIR SOLUTION**

*Abstract. The article provides an overview of methods used in modeling and forecasting prices of scrap metal, scrap procurement optimization geography steelworks.*

**Key words:** *scrap, mathematical modeling, the price of ferrous scrap, forecasting, logistics.*

УДК 332.14

**М.Г. Карелина**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

**Н.Н. Илышева**

*ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург*

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ВОПРОС УЧЕТА ИНТЕГРАЦИОННЫХ СДЕЛОК ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУР ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В СУБЪЕКТАХ РФ**

***Аннотация.** Современные холдинговые структуры находятся в динамичной институциональной среде, которая определяет характер отношений и связей между ними и обуславливает необходимость поиска эффективных механизмов их взаимодействия. В современных условиях успех стратегических преобразований в региональных системах зависит от степени и уровня развития интеграционного взаимодействия хозяйствующих субъектов.*

*Несмотря на многочисленность и большие объемы интеграционных сделок на российском рынке слияний и поглощений, вопросу изучения интеграционной активности на региональном уровне не уделяется должного внимания. Это приводит к получению противоречивой статистической информации по интеграции бизнес-структур на уровне субъектов РФ и невозможности проведения международных сопоставлений. В связи с этим, статья посвящена разработке методического подхода статистического учета интеграционных сделок при определении интеграционной активности в регионах страны на основе системного подхода.*

***Ключевые слова:** интеграционная активность, регион, слияния и поглощения, статистический учет.*

Исследование интеграционной активности в субъектах РФ целесообразно начать с уточнения описывающих его фундаментальных категорий. Термин «экономическая интеграция» появился в 1930-е гг. в работах немецких и шведских экономистов. Теоретические школы, фиксируя внимание на отдельных сторонах интеграционного процесса, дают разные определения интеграции как экономического явления. Поэтому традиционно существуют разные подходы к толкованию главных категорий, характеризующих интеграционный процесс.

Так по мнению авторского коллектива в составе Берсенева В.Л., Важенина С.Г., Татаркина А.И. при всей многочисленности видов

интеграции они сводятся к двум вариантам в зависимости от субъектного состава участников:

- территориальная (межгосударственная, межрегиональная) интеграция, осуществляемая по инициативе центральных или местных органов власти и управления;

- производственная интеграция, осуществляемая по инициативе предприятий и организаций – субъектов предпринимательской (хозяйственной) деятельности [1].

В связи с этим в представленной статье под *экономической интеграцией* подразумевается именно *производственная интеграция*, реализуемая бизнес-структурами через механизм совершения интеграционных сделок.

Согласно синергетической парадигме, описывающей законы развития сложных систем, в основе эволюционных процессов лежит свойство данных систем упорядочивать внутреннюю структуру путем усиления взаимосвязей структурных элементов. Применение этого положения к исследованию процесса производственной интеграции позволяет сформулировать понятие *интеграционной активности*, под которым понимается экономическая деятельность хозяйствующих субъектов, направленная на углубление и усиление взаимодействия, взаимосвязей и сотрудничества с целью более полного использования хозяйствующими субъектами своих конкурентных преимуществ и получения синергетического эффекта от объединения.

Для *статистического учета* региональной интеграционной активности в качестве обобщающих статистических характеристик предложено использовать показатели «Стоимостный объем регионального рынка М&А<sup>1</sup>» и «Количественный объем регионального рынка М&А» [4,5].

Динамика процессов консолидации компаний тесно связана с глобальными экономическими циклами: в периоды экономических подъемов количество и объем интеграционных сделок обычно возрастают, а во время рецессий значительно сокращаются. Кроме того, в соответствии с методологией Центрального банка РФ, интеграционные сделки являются составной частью инвестиций.

Таким образом, чем больше количество и объем интеграционных сделок, тем выше уровень развития российской экономики, поскольку цивилизованные методы осуществления этих процессов поддерживают конкуренцию и заставляют участников рынка соответствовать высокому уровню эффективности введения бизнеса. Так, несколько лет назад Президент Российской Федерации Путин В.В. назвал слияния и

---

<sup>1</sup> Американская аббревиатура рынка слияний и поглощений

поглощения одним из приоритетов стратегического развития экономики России<sup>2</sup>.

Несмотря на многочисленность и большие объемы интеграционных сделок на рынке корпоративного контроля, эта сфера деятельности одна из самых сложных и мало изученных российской статистической наукой. При мониторинге действующего российского законодательства в области статистики и формирования статистических баз данных необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует федеральный закон, дающий единое понятие статистики слияний и поглощений, порядка и принципов формирования статистических баз данных по интеграционной активности.

В данной ситуации сбором информации по интеграционной активности хозяйствующих субъектов в РФ занимаются различные информационно-аналитические агентства<sup>3</sup>. Информационные агентства учитывают сделки, в которых покупатель и/или приобретаемая компания являются российскими, т.е. основной бизнес которых осуществляется на территории регионов РФ [3]. Тогда, исходя из национальной принадлежности компаний, входящих в холдинговую структуру, можно выделить [2]:

- внутренние сделки слияний и поглощений (X);
- сделки по покупке российскими холдингами иностранных активов (Y) (экспортная интеграция);
- сделки по покупке иностранными холдингами российских активов (Z) (импортная интеграция).

Таким образом, интеграционная активность всей страны в целом рассчитывается как:

$$ИА_Z = X + Y + Z. \quad (1)$$

*При исследовании особенностей развития интеграционной активности в субъектах РФ вопросы учета интеграционных сделок холдинговых структур в основном оставляют без внимания. В связи с этим, возникает методическое затруднение, связанное с отнесением интеграционной сделки к тому или иному субъекту РФ.*

---

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2012 N 2579-р «Об утверждении плана мероприятий (дорожной карты) «Развитие конкуренции и совершенствование антимонопольной политики» (агентство «Слияния и поглощения» со 2-го полугодия 2013 г.)

<sup>3</sup> Агентство «Слияния и поглощения» ([www.ma-agency.ru](http://www.ma-agency.ru)), аналитическая группа ReDeal Group ([www.mergers.ru](http://www.mergers.ru)), информационно-аналитическая группа M&A OnLine ([www.maonline.ru](http://www.maonline.ru)), департамент консалтинга – аналитическое подразделение РИА "РосБизнесКонсалтинг" ([www.consulting.rbc.ru](http://www.consulting.rbc.ru)) и др.

Исследуя методический вопрос учета интеграционных сделок бизнес-структур при определении интеграционной активности *на региональном* уровне выделим следующие типы интеграционных сделок:

- а. сделки по покупке российскими холдингами данного региона иностранных активов;
- б. сделки по покупке иностранными холдингами российских активов данного региона;
- с. сделки по покупке российскими холдингами данного региона российских активов в других регионах;
- д. сделки по покупке российскими холдингами российских активов данного региона;
- е. сделки слияний и поглощений внутри данного региона<sup>4</sup>.

Тогда возникает следующий вопрос: если сделки вида а, б и е однозначно могут быть отнесены к интеграционной активности данного региона, то сделки с и д в копилку интеграционной активности какого региона должны быть отнесены?

Рассмотрим упрощенный вариант: наличия в составе государства 2-х регионов страны (А и В). Проведенный анализ многочисленных публикаций позволяет сделать вывод, что по аналогии с расчетом интеграционной активности государства в целом интеграционная активность региона А рассчитывается как:

$$ИА_{\Sigma(A)} = x_1 + y_{12} + y_{21} + z_1 + z_1', \text{ где} \quad (2)$$

$x_1$  - сделки слияний и поглощений внутри региона А;

$y_{12}$  - сделки по покупке российскими холдингами региона А российских активов в регионе В;

$y_{21}$  - сделки по покупке российскими холдингами региона В российских активов в регионе А;

$z_1$  - сделки по покупке российскими холдингами региона А иностранных активов;

$z_1'$  - сделки по покупке иностранными холдингами российских активов региона А.

Интеграционная активность региона В рассчитывается как:

$$ИА_{\Sigma(B)} = x_2 + y_{21} + y_{12} + z_2 + z_2'. \quad (3)$$

Можно предположить, что интеграционная активность государства в целом есть:

$$ИА_{\Sigma} = ИА_{\Sigma(A)} + ИА_{\Sigma(B)}. \quad (4)$$

Тогда, запишем (4) с учетом (2) и (3):

$$ИА_{\Sigma} = ИА_{\Sigma(A)} + ИА_{\Sigma(B)} = x_1 + y_{12} + y_{21} + z_1 + z_1' + x_2 + y_{21} + y_{12} + z_2 + z_2' =$$

---

<sup>4</sup> Необходимо отметить, что интеграционные сделки вида с, д и е образуют внутренние сделки слияний и поглощений в государственном масштабе.

=  $x_1 + x_2 + z_1 + z_1' + z_2 + z_2' + 2y_{12} + 2y_{21}$  - мы видим, что интеграционные сделки между холдинговыми структурами, относящимися к различным регионам, учитываются дважды, т.е. возникает проблема двойного счета.

В связи с этим, при расчете региональной интеграционной активности необходимо учитывать только сделки а,б,с,е. Тогда в общем виде интеграционную активность государства в целом можно записать, как:

$$ИА_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} + \sum_{i=1}^n (z_i + z_i'), \text{ где}^5 \quad (5)$$

$y_{ii}=x_i$  - сделки слияний и поглощений внутри региона  $i$ ;

$z_i$  - сделки по покупке российскими холдингами региона  $i$  иностранных активов;

$z_i'$  - сделки по покупке иностранными холдингами российских активов региона  $i$ .

Для устранения двойного счета, возникающего за счет наличия экспортно-импортной интеграции, при расчете мировой интеграционной активности как суммы интеграционных активностей различных стран и регионов, интеграционную активность отдельной страны необходимо рассчитывать как:

$$ИА_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} + \sum_{i=1}^n z_i. \quad (6)$$

Таким образом, предложенный методический подход к статистическому учету интеграционных сделок при определении интеграционной активности в субъектах РФ позволит избежать двойного счета внутренних интеграционных сделок, что может служить основой для экономико-статистического исследования слияний и поглощений бизнес-структур на региональном уровне, а также для международных сопоставлений.

### Библиографический список

1. Берсенева В.Л., Важенин С.Г., Татаркин А.И. и др. Институты экономической интеграции. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2003. – 70с.

2. Мусатова М.М. Основные тренды развития интеграционных процессов в современных условиях. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2013. – 131 с.

3. Поликарпова М.Г. Формирование информационной базы интеграционного анализа в целях повышения конкурентоспособности

---

<sup>5</sup> В выражении (5) в первом слагаемом в первой сумме  $i$  означает регион, в котором находится бизнес-структура, **которая** покупает, а во второй сумме  $j$  – регион, в котором находится бизнес-структура, **которую** покупают.

экономики Российской Федерации// Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2010. №4. С.62-72.

4. Поликарпова М.Г. Экономико-математический анализ интеграционной деятельности секторов экономики РФ // Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. №3. С.73-77.

5. Поликарпова М.Г. Интеграционные процессы в российских регионах: проблемы измерения и опыт эмпирических исследований// Вопросы статистики. 2011. №11. С.58-64.

6. Поликарпова М.Г., Иванова Т.А. О системе статистических показателей интеграционной активности в российской экономике // Вопросы статистики. - 2014. - № 11. - С. 24-37.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**M.G. Karelina**

*NMSTU, Magnitogorsk*

**N.N. Pysheva**

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin*

#### **METHODOLOGICAL ISSUE OF STOCKTAKING AMONG HOLDING STRUCTURES' INTEGRATION TRANSACTIONS WHILE DETERMINING INTEGRATION ACTIVITIES IN FEDERAL SUBJECTS OF RUSSIA**

***Abstract.** Modern holding structures are in the dynamic institutional environment which determines character of relations and connections between them and stipulates necessity to find effective mechanisms of their interaction. In modern conditions success of strategic transformations in the regional systems depend on the development level of business entities' integration cooperation.*

*Despite large number and great volume of integration transactions at the Russian market of merges and acquisitions, issue of studying integration activities at the regional level is not focused necessary attention on. It brings to getting a contradictory statistical information concerning integration of business structures at the level of the Russian Federation subjects and impossibility of international comparison. In this connection the article is dedicated to development of methodical approach of integration transactions' statistical stock-taking while definition of integration activities in Russian regions on the basis of system approach.*

**Keywords:** *integration activities, region, merges and acquisitions, statistical accounting*

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НЕУРОЖАЯ МЕТОДАМИ СТРАХОВАНИЯ

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность управления рисками методами страхования. Проводится анализ результатов с использованием и без использования страхования сельхозтоваропроизводителями, делаются выводы о целесообразности использования страхования при выращивании зерновых культур.*

***Ключевые слова:** агрострахование, сельское хозяйство, неурожай, управление рисками.*

Для компаний занимающихся выращиванием зерновых, страхование является важным составляющим элементом управления рисками, так как деятельность этих компаний сопряжена с множеством не детерминированных факторов, на которые компания воздействовать не может. Это в первую очередь погодные и агроклиматические условия. Не стоит также забывать тот факт, что территория Пензенской области находится в зоне рискованного земледелия, что накладывает дополнительные риски связанные с будущим урожаем [3]. Одним из решений сложившейся проблемы, является страхование. Однако, только незначительная доля аграриев прибегает к страхованию урожая. Так в 2013 году затраты на выращивание яровых зерновых в Пензенской области составили 1976516 тыс.рублей, в том числе затраты на страхование 15432 тыс.рублей или 0,7% от всех затрат. По озимым зерновым ситуация еще более интересная: общие затраты 2484691 тыс.руб., затраты на страхование 8291 тыс.рублей или 0,3% от всех затрат. Данные цифры наводят на определенные вопросы, касаемые эффективности агрострахования как такового. Можно предположить, что масштаб страховых услуг на рынке сельскохозяйственного страхования незначителен в связи с отсутствием у сельскохозяйственных предприятий достаточных финансовых средств для уплаты страховых взносов [4,5]. Для проверки данного предположения строится модель финансового результата по районам Пензенской области.

Рассмотрим процесс страхования с точки зрения производителей зерна на примере пшеницы яровой. Имеются данные о посевных площадях во всех 27 муниципальных образованиях Пензенской области. Также имеются данные о затратах на выращивание яровых зерновых в 2013 году. Таким образом, имеем затраты на выращивание одного

гектара, которые составили 9292,7 рублей. Умножив затраты на выращивание 1 га пшеницы на посевную площадь, мы получаем общие затраты на выращивание в каждом районе. Далее используя результаты имитационного моделирования (250 вариантов наступления следующего года), мы получаем возможные валовые сборы и умножив их на цены реализации (предполагается что цены остались на уровне текущего года), получаем тем самым доход от реализации урожая. Вычтя из полученного дохода затраты получаем чистый доход, т.е. те деньги которыми располагают компании. На рисунке 1 приведен финансовый результат деятельности всех компаний региона без страхования (для наглядности финансовые результаты разбиты на интервалы), а также частота наступления того или иного финансового результата.

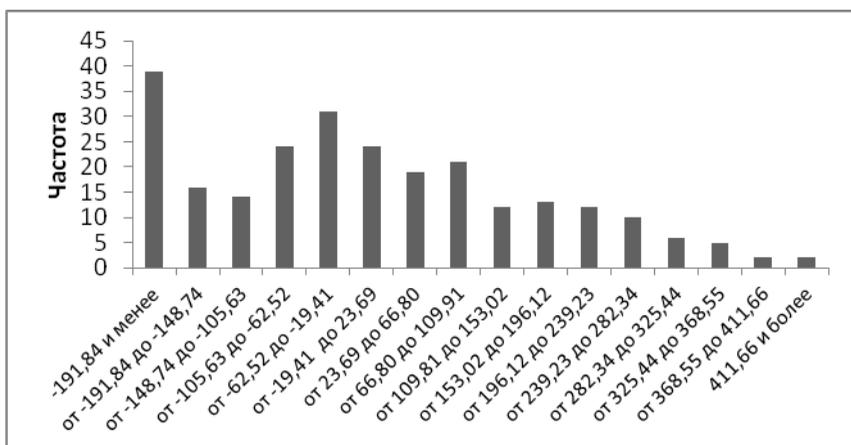


Рисунок 1 – Финансовые результаты деятельности компаний в регионе без страхования, млн.руб.

Из рисунка 1 мы можем видеть, что практически в 40 случаях (а это наибольшая частота) имеют колоссальные убытки в размере 191 млн.рублей и более. Также видно, что есть и «гигантская» прибыль в размере более 411 млн.рублей.

Теперь необходимо проследить, как же изменится финансовый результат деятельности компаний региона при условии, что все поля под пшеницей яровой будут застрахованы от неурожая [2]. Затраты на выращивание остаются неизменными. Далее используя результаты того же имитационного моделирования, только добавим проверку условия:

$$A_c = \begin{cases} 0, & \text{если } (U_p - U_f)/U_p < 0,3^1 \\ U_p - U_f, & \text{если } (U_p - U_f)/U_p \geq 0,3 \end{cases} \quad (1)$$

где,  $A_c$  (ц) - размер утраты (гибели) урожая конкретной сельскохозяйственной культуры с площади посева (посадок) конкретной сельскохозяйственной культуры в текущем году в результате наступления событий, предусмотренных договором сельскохозяйственного страхования;

$U_p$  (ц) - планируемый урожай конкретной сельскохозяйственной культуры, принятый при заключении договора сельскохозяйственного страхования;

$U_f$  (ц) - урожай конкретной сельскохозяйственной культуры в текущем году, определяемый как произведение фактической урожайности на площадь посева (посадки), предусмотренной договором сельскохозяйственного страхования [6].

Используя формулу (1), мы проверяем условие: наступил ли страховой случай или нет, если да, то находим количество недособранного урожая и умножаем на рыночные цены. Этим действием формируется сумма, которую страховая компания должна вернуть аграриям по условиям договора страхования. Однако производители зерна несут дополнительные расходы на страхование. Тем самым к полученным суммам прибавляется то, что должны будут выплатить страховые компании при наступлении страховых случаев и вычитаются суммы уплаченных страховых взносов [1]. На рисунке 2 приведен финансовый результат деятельности всех компаний региона без и с учетом страхования (для наглядности финансовые результаты разбиты на интервалы), а также частота наступления того или иного финансового результата.

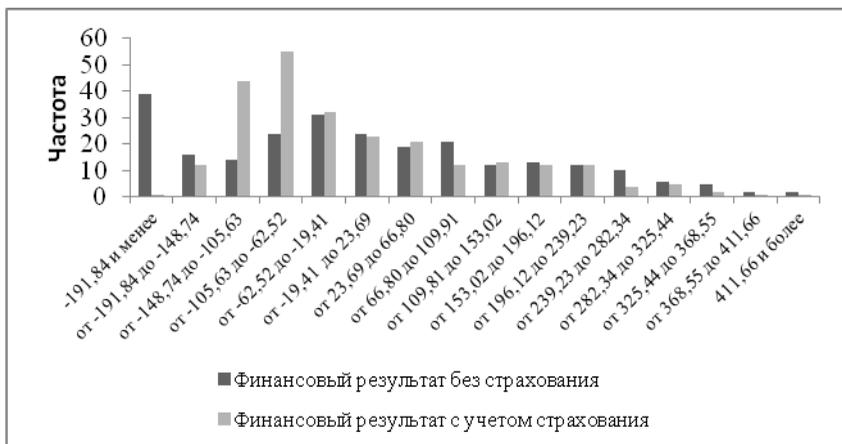


Рисунок 2 – Финансовые результаты деятельности компаний в регионе без и с учетом страхования, млн.руб.

Из рисунка 2 следует вывод, что страхование позволяет уменьшить разброс (дисперсию) финансовых результатов. В разы уменьшается количество суперубыточных исходов, однако, уменьшается также и количество вариантов с большими прибылями. Рассмотрены отдельные компании (районы) для того, чтобы понять у всех ли одинаковое положение при страховании зерновых или же нет. Для этого проанализируем и представим на рисунке 3 средние значения прибылей районов Пензенской области при 250 вариантах наступления события без учета и с учетом страхования.

Как видно из рисунка 3, что 20 районов будут иметь в среднем убыток, а не прибыль, и только несколько районов, вероятно, получат прибыль. При этом стоит заметить, что есть районы, для которых страхование не только не компенсирует убыток, а наоборот, еще более отягощает положение района (Вадинский, Иссинский, Лунинский, Неверкинский). Для Башмаковского, Белинского, Каменского, Пензенского и Спасского районов характерны положительные и относительно большие размеры прибыли и в этом случае страхование снижает их среднюю прибыль, поэтому для этих и вышеперечисленных районов страхование не приводит к положительным сдвигам, что говорит о неэффективности системы страхования для этих районов. Что же относительно других районов, то страхование немного снижает нагрузку на компании (районы), но не приводит к столь существенным изменениям. В этих районах все равно наблюдается отрицательная прибыль, что также не способствует интересу к страхованию. Из этого следует, что зачастую у сельхозтоваропроизводителей нет денежных

средств на страхование, а также прослеживается слабая эффективность. Все это объясняет почему в области менее процента затрат идет на агрострахование. Не стоит также забывать, что Россия вступила в ВТО, которая регламентирует размер помощи сельскому хозяйству. Если в 2013 составило 9 млрд.\$, то в 2018 эта цифра составит 4,4 млрд.\$. Данные выводы заставляют задуматься о пересмотре существующих механизмов страхования. Ключевой задачей станет найти оптимальную процентную ставку, которая будет удовлетворять как страховую компанию, так и аграриев, а так же процедуры страхования, которая способствовала бы повышению эффективности страхования.

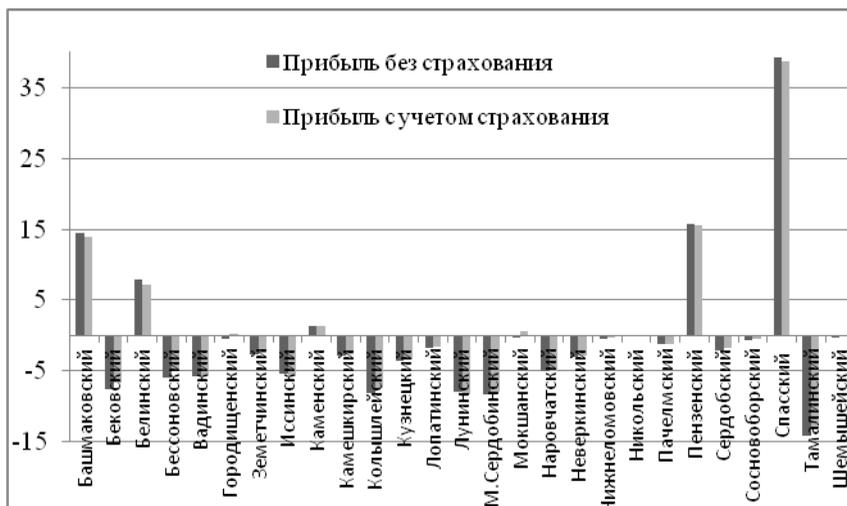


Рисунок 3 – Распределение средних значений прибыли/убытков районов, млн.руб.

Следует заметить, что низкая эффективность выращивания зерновых в Пензенской области существенно влияет на желание страховать риски не урожая.

### Библиографический список

1. Киндаев, А. Ю. Моделирование процессов страхования в сельском хозяйстве/А.Ю. Киндаев//Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. -2014. -2 (10). -С. 91-96.
2. Моисеев, А.В. Сравнительный анализ моделей распознавания риска/А.В. Моисеев, Е.А. Поправко, Н.Г. Федотов//Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. №4(28). С.19-31.

3. Батова, В.Н. Проблемы обеспечения продовольственной безопасности АПК/В.Н. Батова, А.Ю. Киндаев//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. -2014. -02(18). -С.131-136.

4. Левченко, А.С. Пути преодоления экономического кризиса / А.С. Левченко, И.А. Кузнецова // Актуальные проблемы экономического развития. Сборники докладов, Международная научно–практическая конференция, Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.1. – 396 с.

5. Моряхина Н.В. Значение и особенности развития малого и среднего бизнеса и необходимость его государственной поддержки (на примере Пензенской области)/Моряхина Н.В., Асанина Д.А., Киндаев А.Ю.// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. -2014. - 06(22). -С.222-227.

6. Приказ Минсельхоза России от 14.03.2013 N 133 «Об утверждении методик определения страховой стоимости и размера утраты (гибели) урожая сельскохозяйственной культуры и посадок многолетних насаждений, утраты (гибели) сельскохозяйственных животных» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.04.2013 N 28301).

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**A.Y. Kindayev, A.V. Moiseev**

*PenzSTU, Penza*

#### **ANALYSIS OF RISK MANAGEMENT POOR HARVEST METHODS OF INSURANCE**

**Abstract.** *The article Examining the possibility of risk management practices of insurance. The analysis of the results with and without the use of insurance agricultural producers, conclusions about the appropriateness of the the use of insurance for growing crops.*

**Key words:** *agricultural insurance, agriculture, crop failure, risk management.*

УДК 658.71:669.1

**А.В. Липатников**

*ООО «ММК-Информсервис», ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

**А.Е. Степанова**

*ОАО «ММК», г. Магнитогорск*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКУПА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ММК»**

***Аннотация.** В данной статье изложены основные положения исследования возможности разработки модели оптимизации закупки угольной шихты на ОАО ММК.*

***Ключевые слова:** оптимизация, математическое моделирование, угольная шихта.*

ОАО «ММК» представляет собой металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов. Полный цикл металлургического производства включает выплавку чугуна в доменных печах, передел чугуна в сталь в сталеплавильных агрегатах, прокат стальных заготовок на прокатных станах.

Развитие ОАО «ММК» идет в направлении повышения конкурентоспособности продукции и снижения затрат на производство, что неразрывно связано с работой доменного цеха. Доменный цех начинает металлургический цикл комбината. Техничко-экономические показатели работы доменного цеха в значительной степени определяют экономику предприятия в целом, поэтому снижение себестоимости чугуна является важной и актуальной задачей.

Важным мероприятием по снижению себестоимости являются моделирование и последующая оптимизация технологических и экономических процессов. В данном исследовании рассматривается возможность моделирования себестоимости чугуна с помощью математических методов.

Целью работы является решение задачи по снижению себестоимости чугуна за счет снижения расхода кокса в доменном цехе на основе оптимизации закупки угольной шихты. Задача оптимизации закупки угольной шихты заключается в подборе долевого участия поставщиков, обеспечивающего минимальную стоимость угольной шихты при технологически заданном качестве кокса.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- постановка задачи в формальном виде;
- сбор, обработка и анализ исходных данных;
- анализ взаимосвязей между показателями качества угольной шихты и показателями качества получаемого кокса, показателями качества кокса и удельным расходом кокса на тонну чугуна, а также построение статистических уравнений для описания этих взаимосвязей;
- постановка оптимизационной задачи на основе полученных уравнений, а также ретроспективных данных об изменчивости признаков;
- разработка критериев оценки полученных результатов оптимизации, а также функционирования модели в целом;
- проведения тестирования полученной модели на реальных данных.

Результатом исследования являются:

- разработка методики оптимального закупа угольной шихты;
- определение принципиальной возможности построения такой модели на основе имеющихся на ОАО «ММК» статистических данных;
- определение нелинейных статистических взаимосвязей между показателями качества угольной шихты и показателями качества получаемого кокса, показателями качества кокса и удельным расходом кокса на уровне 70-80 %;
- возможность снижения стоимости закупаемой угольной шихты при аналогичном качестве, либо улучшения качества кокса при неизменной цене.

Данная модель может быть использована на предприятиях черной металлургии, которые производят кокс и чугун.

Дальнейшее развитие исследования видится в разработке автоматизированной системы планирования привоза угольной шихты, а также для прогнозирования качества кокса при фактическом привозе.

### **Библиографический список**

1. Методы принятия оптимальных управленческих решений в экономике: учеб. пособие. / В.Ш. Трофимова, Н.А. Реент, Т.А. Иванова, О.С. Андросенко, Г.Г. Валяева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 191 с.

2. Степанов Е.Н., Моисеенко А.С., Тарасов Н.А., Нефедов С.Н., Верблюденко А.П. Прогноз качества кокса на основе экспертной оценки работы доменных печей. // Металлург. - 2002. - № 1. - с.40-42

3. Эконометрика в системе R: практикум / А.В. Липатников - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 76с.

4. Степанова А.Е., Иванова Т.А., Степанов Е.Н. Оптимизация подбора угольной шихты и ее влияние на снижение расхода кокса в доменном цехе / Совершенствование технологии в ОАО «ММК»: Сб. тр. Центральной лаб. ОАО «ММК», - Вып. 11. - Магнитогорск, 2007. – С 37-41.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**A.V. Lipatnikov**

*ООО «ММК-Informservice», Magnitogorsk*

**A.E. Stepanova**

*ОАО «ММК», Magnitogorsk*

**COAL CONCENTRATE PROCUREMENT OPTIMIZATION ON THE  
MINIMUM COST CRITERIA WITH THE TECHNOLOGICAL  
CONSTRAINTS. OAO MMK EXAMPLE**

***Abstract.** The main conclusions of the coal concentrate procurement optimization research at OAO MMK are mentioned in the article.*

***Key words:** optimization, mathematical modeling, coal concentrate.*

УДК 330.43

**В.М. Мочалов**

*Алтайкрайстат, г.Барнаул*

**Ю.Н. Плотникова**

*Алтайкрайстат, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г.Барнаул*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ФИНАНСОВОМ АНАЛИЗЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

***Аннотация.** В статье представлен анализ взаимосвязей и взаимозависимостей отдельных финансовых показателей деятельности крупных и средних организаций производства пищевых продуктов Алтайского края за 2011-2013 годы, проведенный с применением математико-статистических методов с использованием пакета прикладных программ Statistica, версия 6.1.*

***Ключевые слова:** крупные и средние организации, группировка, сальдированный финансовый результат, выручка, оборачиваемость, оборотные активы, описательные статистики, факторы*

В условиях рыночных отношений велика роль финансового состояния организаций. Это связано с тем, что организации приобретают самостоятельность, несут полную ответственность за результаты своей деятельности перед совладельцами (акционерами), работниками, поставщиками, банками и кредиторами.

Совокупность методов финансового анализа позволяет объективно оценить внутренние и внешние отношения анализируемых организаций: охарактеризовать их платежеспособность, эффективность и доходность, перспективы развития, а затем по его результатам обеспечить принятие обоснованных управленческих решений.

В настоящее время трудно представить исследование и прогнозирование экономических процессов и явлений без использования математической статистики, эконометрического моделирования, регрессионного и корреляционного анализа, трендовых и сглаживающих моделей и других методов, опирающихся на вероятностно статистические закономерности, присущие рыночной экономике [4].

В процессе финансового анализа, обработки финансово-экономической информации применяется ряд специальных приемов. Системность методов финансового анализа проявляется в объединении специфических приемов на основе достижений финансового анализа и достижений ряда смежных наук – математики, статистики, бухгалтерского учета, планирования, математического моделирования.

Развитие и размещение отрасли производства пищевых продуктов определяются размещением населения и сельскохозяйственного производства. Активное развитие сельскохозяйственного производства в Алтайском крае, высокая концентрация сельского населения исторически предопределили создание производственной базы для переработки получаемого сырья.

Для более полного удовлетворения в стране потребительского спроса в продовольствии и сельскохозяйственном сырье целесообразно постоянно анализировать и сравнивать состояние взаимосвязанных отраслей АПК и при необходимости принимать меры для их сбалансированного развития.

Алтайский край один из динамично развивающихся регионов России, наращивающих свой вклад в формирование многих показателей СФО, России в целом. Так, доля Алтайского края в валовой добавленной стоимости Российской Федерации по виду экономической деятельности «производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака» возросла с 1,8% в 2011 году до 2,2% в 2013 году (в оценке Алтайкрайстата).

В 2011-2013 годы крупные и средние организации производства пищевых продуктов края обеспечивали соответственно 77,6% и 83,5% объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами обрабатывающего сектора края по «чистым» видам деятельности.

Постепенно увеличивающаяся доля крупных и средних организаций может быть следствием консолидации активов предприятий в рамках крупных холдингов, процесса кластеризации. Крупные предприятия более конкурентоспособны и обеспечивают наибольшую эффективность в производственной, финансовой деятельности, привлечении финансовых ресурсов инвесторов.

Эффективное управление финансами предприятий промышленности – это обеспечение сбора и распределения финансовых ресурсов, рациональной структуры имущества и капитала хозяйствующего субъекта, всей совокупности его денежных отношений с соответствующими объектами внешней среды. Важнейшей целью управления финансами предприятия является обеспечение доходов его собственникам путем увеличения стоимости фирмы, финансовых результатов деятельности, которые являются основным элементом финансовых ресурсов предприятий.

Один из основных показателей, характеризующих финансовое состояние организаций - сальдированный финансовый результат, рост которого обеспечивает финансовую устойчивость, платежеспособность, регулярные выплаты дивидендов [5].

Сальдированный финансовый результат, приходившийся в среднем на одну организацию в 2013 году по сравнению с 2012 годом увеличился на 3,0%, или на 1,7 млн рублей, и составил 58,1 млн рублей (с 2011 годом – в 1,5 раза, на 18,8 млн рублей).

Как показывает практика статистического анализа, значительный интерес вызывает распределение обследуемых единиц по различным группировкам организаций. Используя метод группировки, проанализируем сальдированный финансовый результат организаций без субъектов малого предпринимательства пищевых производств края (Рис.1).

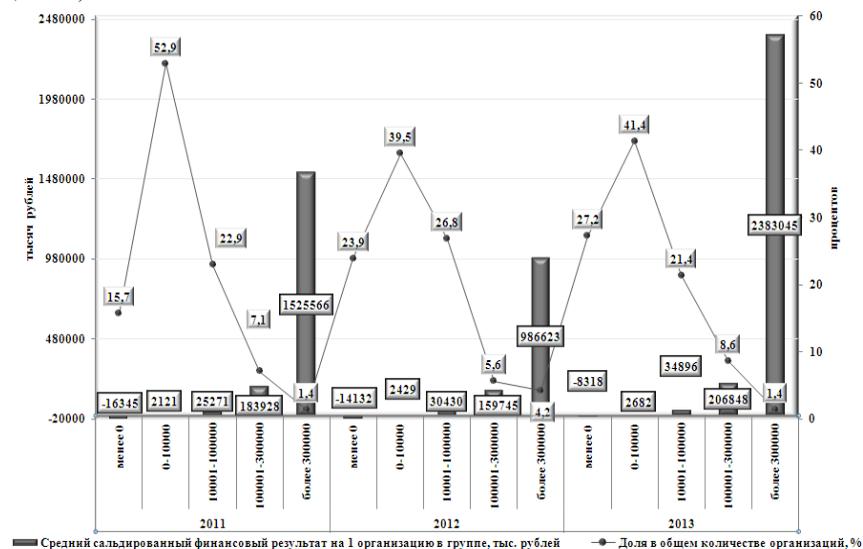


Рисунок 1 - Гистограмма распределения организаций производства пищевых продуктов, включая напитки края (без субъектов малого предпринимательства) по уровню сальдированного финансового результата за 2011-2013 годы

Результаты группировки демонстрируют увеличение доли организаций, получивших отрицательное сальдо с 15,7% в 2011 году до 27,2% в 2013 году, при одновременном сокращении в 2,0 раза суммы полученного ими убытка, приходившегося на 1 организацию и на 12,1% - убытка по группе.

В последние три года заметно преобладание группы организаций с уровнем сальдо от 0 до 10,0 млн рублей. В 2013 году ими получено 1,9% общего сальдо крупных и средних предприятий края, занятых производством пищевых продуктов (в 2012 году – 1,7%, в 2011 году –

2,9%). Однако их доля в общем числе организаций снизилась с 52,9% в 2011 году до 41,4% в 2013 году, одновременно с увеличением среднего сальдо, приходившегося на 1 организацию в группе – с 2,1 до 2,7 млн рублей соответственно.

Самая немногочисленная группа организаций с сальдо более 300000 тыс рублей получала наибольшие финансовые результаты: в среднем на 1 организацию приходилось от 1525,6 млн рублей в 2011 году до 2383,0 млн рублей в 2013 году (55,5%-58,6% общего сальдо соответственно).

При использовании неравных интервалов затруднительно получить информацию о степени заполнения каждого из них. С целью проведения сравнительного анализа заполненности интервалов, определим показатель, характеризующий плотность распределения, путем отношения числа единиц совокупности крупных и средних организаций к ширине интервала [1]. В 2011-2013 годах самой плотной по распределению в выделенных группах организаций, являлась группа с объемом от 0 до 10,0 млн рублей, однако плотность уменьшилась с 3,7 до 2,9 организаций на 1 млн рублей полученного сальдо, в то время как в группе предприятий с объемом от 300000 млн рублей и более в рассматриваемом периоде плотность составляла 0,0 организаций на 1 млн рублей.

Таким образом, несмотря на большую плотность во второй группе, максимальное сальдо по краю обеспечивали организации с незначительной плотностью (0,0 организаций на 1 млн рублей), но значительным результатом группировочного признака, приходившегося в среднем на 1 организацию.

Один из основных факторов, влияющих на формирование финансовых результатов рассматриваемых организаций, - выручка. В обследуемых организациях ее объем за 2013 год по сравнению с 2012 годом увеличился на 10,4%, или на 5,5 млрд рублей и составил 58,5 млрд рублей (с 2011 годом – на 25,2%, 11,8 млрд рублей) одновременно с ее ростом в среднем на 1 организацию с 667,6 млн рублей в 2011 году до 836,0 млн рублей в 2013 году.

Важнейшей целью управления финансами предприятия является обеспечение доходов его собственникам путем увеличения стоимости фирмы, финансовых результатов деятельности, которые являются основным элементом финансовых ресурсов предприятий.

Применяя метод группировок, распределим и проанализируем обследуемые организации по группам с соответствующим средним значением выручки и сальдированного финансового результата, используя данные их годовой бухгалтерской отчетности (Таблица).

Таблица - Группировка организаций производства пищевых продуктов, включая напитки края (без субъектов малого предпринимательства) по выручке

Выручка, млн рублей	Количество организаций, единиц	Доля в общем числе организаций, %	Средний результат группировочного признака 1 организации в группе, млн рублей	Средний объем сальдированного финансового результата на 1 организацию в группе, млн рублей
2011				
0-100,0	16	22,9	47,5	-2,6
100,1-500,0	31	44,2	290,7	6,9
500,0-1000,0	10	14,3	765,7	40,1
более 1000,0	13	18,6	2254,2	167,3
Итого	70	100,0	667,6	39,3
2012				
0-100,0	16	22,5	39,4	-4,7
100,1-500,0	28	39,5	275,3	5,6
500,0-1000,0	12	16,9	690,2	14,3
более 1000,0	15	21,1	2426,8	250,1
Итого	71	100,0	746,8	56,4
2013				
0-100,0	17	24,3	36,1	-3,1
100,1-500,0	24	34,3	293,0	5,1
500,0-1000,0	12	17,1	673,2	15,5
более 1000,0	17	24,3	2517,4	224,3
Итого	70	100,0	836,0	58,1

Результаты группировки демонстрируют прямую зависимость выручки и сальдированного финансового результата – с увеличением первого фактора пропорционально растет второй. В 2013 году по сравнению с 2011 годом в среднем по организациям производства пищевых продуктов финансовый результат повысился в 1,5 раза во многом благодаря увеличению выручки организациями с объемом более 1000,0 млн рублей, а также увеличению ее доли в общем объеме с 62,7% до 73,1%. Следовательно, в этой группе наблюдалось увеличение объема отгруженной продукции в среднем на 1 организацию с 2254,2 млн рублей в 2011 году до 2517,4 млн рублей в 2013 году, наряду с постепенным увеличением их доли с 18,6% в 2011 году до 24,3% в 2013 году и

одновременным увеличением среднего размера финансового результата в 1,8 раза, или на 34,1% в расчете на 1 организацию в группе.

С сокращением в 2013 году по сравнению с 2011 годом выручки на 1 организацию в группе с объемом 0-100,0 млн рублей на 24,1%, или на 11,4 млн рублей увеличилось отрицательное сальдо с 2,6 млн рублей до 3,1 млн рублей при увеличении их доли в общем объеме организаций с 22,9% до 24,3% и уменьшении в общем объеме выручки с 1,6% до 1,0%.

При значительной дифференциации по выручке, в объеме сальдированного финансового результата наблюдалась отрицательная динамика: в самой многочисленной группе (44,2%-34,3% организаций) в среднем на 1 организацию его уровень в 2013 году по сравнению с 2011 годом сократился с 6,9 млн рублей до 5,1 млн рублей.

Вместе с тем, по заполненности интервалов самой плотной по распределению из выделенных групп являлась группа с выручкой 0-100,0 млн рублей при увеличении плотности с 0,16 до 0,17 организаций на 1 млн рублей, в то время как в группе предприятий с объемом более 1000,0 млн рублей в рассматриваемом периоде плотность составляла 0,0 организаций на 1 млн рублей выручки.

В территориальном разрезе края в исследуемом периоде значительной вариации подвержен уровень сальдированного финансового результата организаций производства пищевых продуктов, включая напитки относительно среднего значения: 91,6 млн рублей в 2011 году и 119,6 млн рублей в 2013 году. Диапазон колебаний в максимальном и минимальном уровне финансового результата муниципальных образований составил 1544,9 млн рублей в 2011 году и 2442,7 млн рублей в 2013 году, т.е. границы варьирования сальдо в совокупности территорий велики, что обусловлено сосредоточением в них крупных и средних организаций.

Достижение наиболее рациональной структуры оборотных активов отраслей промышленности имеет важное значение для обеспечения финансовыми ресурсами выполнения плана производства и реализации продукции, а также для разработки мероприятий, обеспечивающих ускорение оборачиваемости оборотных средств [5].

В 2011-2013 годы оборачиваемость оборотных средств и запасов варьировала в организациях производства пищевых продуктов, включая напитки, что обусловлено спецификой сферы деятельности, организации сбыта продукции и других факторов.

Применение в целях оценки вариации оборачиваемости оборотных активов методы дескриптивной (описательной) статистики с использованием процедуры «Описательные статистики» пакета прикладных программ Statistica 6.1 по данным годовой бухгалтерской отчетности организаций (без субъектов малого предпринимательства)

края за 2011-2013 годы выявило значительную дифференциацию показателя в обследуемых организациях.

Так, в 2013 году по сравнению с 2011 годом наблюдалось:

- значительное увеличение диапазона колебаний изучаемого признака - в 38,5 раза (разница между  $x_{\max}$  и  $x_{\min}$  увеличилась с 1751,8 до 67358,6 дня);

- одновременно с незначительным увеличением минимального уровня оборачиваемости на 0,1 дня (с 27,4 дней в 2011 году до 27,5 в 2013 году) резко увеличилась крайне высокая на протяжении всего рассматриваемого периода максимальная длительность одного оборота – в 37,9 раза (с 1779,2 до 67386,0 дня).

Среднее значение рассматриваемого признака в совокупности организаций, отражающее значение, наиболее характерное для нее, увеличилось в 2013 году по сравнению с 2011 годом в 7,2 раза и составило 1606,3 дня, т.е. в среднем в 2013 году 1 оборот предприятиями совершался за 1606,3 дня против 224,0 дня в 2011 году.

Анализ показал, что в 2013 году половина единиц изучаемой совокупности организаций имели оборачиваемость менее 145,2 дня, а половина более, тогда как в 2011 году аналогичное значение составляло 157,0 дня, при среднем уровне 1606,3 и 224,0 дня соответственно.

Вариация длительности одного оборота в совокупности организаций в результате действия всех факторов, обусловивших эту вариацию, увеличилась в целом в 1071,5 раза (дисперсия).

В 2013 году среднее отклонение значения периода оборота отдельных организаций от их среднего значения в совокупности в абсолютном выражении составило 8315,9 дня, или в 5,2 раза больше размера средней оборачиваемости (в 2011 году 254,0 дня, или 113,4%). Таким образом, в 2013 году разброс уровня оборачиваемости отдельных организаций относительно ее среднего значения в совокупности существенно увеличился по сравнению с 2013 годом – 8061,9 дня (в 32,7 раза).

Интенсивность вариации оборачиваемости, разброс ее значений в исследуемых организациях, однородность состава изучаемой совокупности (коэффициент вариации) показали, что в 2013 году совокупность характеризовалась как слишком неоднородная, вариация оборачиваемости сильная, она значительно колебалась относительно ее среднего уровня, при этом значение коэффициента существенно возросло по сравнению с предыдущим периодом в 4,6 раза и составило 517,7%. Относительная колеблемость крайних значений рентабельности относительно средней, которая определяется коэффициентом осцилляции, также имела тенденцию роста: увеличение по уровню оборачиваемости составило 5,4 раза.

Усилившееся в 2013 году по сравнению с 2011 годом различие между средней оборачиваемостью и медианой указывает на увеличение асимметрии ряда, о чем говорит соответствующее повышение показателя асимметрии, причем во всех анализируемых периодах наблюдалась правосторонняя асимметрия по уровню оборачиваемости оборотных активов, на что указывает ее положительное значение. В 2011-2013 годах распределения более островершинные, чем нормальные (обладают положительным эксцессом), что свидетельствует о наличии в совокупности показателя оборачиваемости по организациям слабо варьирующего по данному признаку «ядра» и сильно рассеянного вокруг него окружения в изучаемой совокупности [1,3,6].

Предположив линейную зависимость между оборачиваемостью оборотных активов (факторной (экзогенной) переменной) и сальдированным финансовым результатом (результатирующей (эндогенной) переменной) крупных и средних организаций производства пищевых продуктов, включая напитки края, проанализируем динамику их взаимосвязи за 2011-2013 годы.

Параметры полученного однофакторного уравнения регрессии демонстрируют обратную связь между оборачиваемостью и финансовым результатом: чем медленнее оборачиваются оборотные активы ( $x$ ), тем меньше сальдо ( $y$ ).

Полученные уравнения связи оборачиваемости и сальдированного финансового результата соответственно за 2011 год (1) и 2013 год (2) имеют вид:

$$y = 40288,8 - 4,592 \cdot x \quad (1)$$

$$y = 60602,9 - 1,556 \cdot x \quad (2)$$

Как видим, при замедлении оборачиваемости на 1 день, сальдированный финансовый результат снижался в среднем от 4592 рублей в 2011 до 1556 рублей в 2013 году, т.е. сила влияния оборачиваемости на прибыль (убыток) до налогообложения не являлась постоянной – она менялась в зависимости от сроков оборачиваемости и финансовой деятельности организаций. Используя полученные уравнения (1) и (2), можно получить расчетные значения зависимости анализируемых переменных и спрогнозировать тенденцию изменения сальдо в зависимости от оборачиваемости оборотных активов.

Таким образом, применение математико-статистического инструментария в финансовом анализе позволяет выявлять наиболее общие для обследованных организаций тенденции и факторы, что дает возможность прогнозировать и совершенствовать пути их дальнейшего развития, а также находить альтернативные стратегии финансовых вложений, не всегда очевидные закономерности и учитывать эти факторы при разработке последовательной политики организаций для увеличения

производства и реализации продукции, при планировании и принятии управленческих решений.

### Библиографический список

1. Елисеева, И.И., Юзбашев, М.М. Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2008.
2. Жилкина, А.Н. Управление финансами. Финансовый анализ предприятия: Учебник – М.: ИНФРА-М, 2007.
3. Ковалева, Т.Ю. Практикум по теории статистики: учебно-практическое пособие / Т.Ю. Ковалева. – М.: КНОРУС, 2012.
4. Козлов, А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. Статистический анализ данных в MS Excel: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012.
5. Семенов, В.М., Васеленкова, Н.В. Управление финансами промышленности: Учеб. пособие / В.М. Семенов, Н.В. Васеленкова, . – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М 2010.
6. Статистика: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.С. Мхитарян, Т.А. Дуброва, В.Г. Минашкин и др.; Под ред. В.С. Мхитаряна. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: URL: <http://www.gks.ru>.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**V.M. Mochalov**

*Altai regional statistics, Barnaul*

**Y.N. Plotnikova**

*Altai regional statistics, AltSTU, Barnaul*

#### **MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS APPLICATION IN FINANCIAL ANALYSIS OF ORGANIZATIONS OF FOOD PRODUCTION IN ALTAI REGION**

**Abstract.** *The article represents correlation and association of separate financial indices of large and medium organizations of food production activities in Altai region during 2011-2013 years analysis which is made using mathematical and statistical methods in an application program system Statistica, version 6.1.*

**Keywords:** *large and medium organizations, group, balanced financial result, income, turn-round, current assets, descriptive statistics, factors.*

УДК 332.14

**В.С. Мхитарян**

*НИУ «ВШЭ», г. Москва*

**М.Г. Карелина**

*ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

## **СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СУБЪЕКТАХ РФ**

***Аннотация.** Статья посвящена статистическому изучению интеграционных процессов в субъектах РФ. Информационную базу исследования составили данные российских информационно-аналитических агентств. В качестве исследовательского инструментария были использованы методы анализа структурных сдвигов, методы анализа экономической дифференциации и концентрации.*

*Результаты исследования имеют практическую значимость, так как они могут быть использованы для совершенствования существующих федеральных программ, направленных на сглаживание диспропорций в социально-экономическом развитии субъектов РФ. На основе представленного анализа возможно качественное формирование инфраструктуры рынка слияний и поглощений и разработка мер региональных политик повышения конкурентоспособности российских регионов.*

***Ключевые слова:** интеграционная активность, регион, слияния и поглощения, структурные изменения.*

Социально-экономическое развитие регионов РФ тесно связано с функционированием расположенных на их территории хозяйствующих субъектов, то есть находится в прямой зависимости от количественных и качественных результатов деятельности бизнес-структур в долгосрочном периоде. Эта взаимосвязь проявляется через инвестиционную и инновационную составляющие [3]. Протекание инновационного процесса в пределах интегрированной структуры позволяет снизить транзакционные и производственные издержки, а также устранить экономические риски нововведений на каждом его этапе [4].

Показатель «Стоимостный объем рынка слияний и поглощений» может служить адекватной характеристикой интеграционной активности в регионах РФ [2]. В Центральном федеральном округе (ФО) значение данного показателя в 2012 г. составило 44055 млн. долл. США, в Уральском федеральном округе – 3435 млн. долл. США, а в Северо-Кавказском ФО только 25 млн. долл. США. Высокая интеграционная

активность в Центральном ФО обеспечивается стоимостным объемом рынка слияний и поглощений г. Москва. Низкая интеграционная активность в Южном и Северо-Кавказском ФО связана, в первую очередь, с практически полным отсутствием интеграционной активности бизнес-структур в таких субъектах, как Ставропольский край, Волгоградская и Ростовская области, республика Ингушетия.

Рассмотрим индивидуальные коэффициенты относительных структурных сдвигов с переменной базой сравнения показателя «Стоимостный объем регионального рынка М&А» по федеральным округам за период 2008-2012 гг. (табл. 1).

Таблица 1 - Коэффициенты относительных структурных сдвигов показателя «Стоимостный объем регионального рынка М&А», п.п.

Федеральный округ	2008/ 2007	2009/ 2008	2010/ 2009	2011/ 2010	2012/ 2011
1.Центральный	1,3	2,7	0,7	0,6	0,7
2.Северо-Западный	1,3	0,9	1,4	0,4	0,3
3.Южный	27,0	7,7	0,1	3,1	2,8
4.Приволжский	0,5	4,1	0,2	1,2	0,9
5.Уральский	1,0	6,4	0,8	1,2	1,1
6.Сибирский	5,3	9,0	0,1	0,7	0,6
7.Дальневосточный	56,6	0,6	0,5	3,2	2,3
8. Северо-Кавказский	23,0	6,8	0,3	2,8	1,7

Анализ табл. 1 позволяет сделать вывод: несмотря на то, что Северо-Кавказский, Южный и Дальневосточный федеральные округа являются аутсайдерами по абсолютному показателю «Стоимостный объем регионального рынка М&А», в то же время они характеризуются наибольшими темпами роста по данному показателю. Максимальный относительный структурный сдвиг за 2008-2012 гг. с переменной базой сравнения наблюдался в Дальневосточном ФО в 2008 г. (56,6 п.п.).

Наименьшими структурными сдвигами количественного объема рынка слияний и поглощений характеризуются Уральский и Северо-Западный федеральные округа. Динамика изменений линейного коэффициента абсолютных структурных сдвигов в Уральском ФО за 2003-2012 гг. позволила выявить, что резкий всплеск данного показателя приходится на 2009 г., когда было заключено 28 интеграционных сделок на общую сумму 3955 млн. долл. США. При этом основной вклад внесла Челябинская область, где было заключено 13 сделок на сумму 2837,70 млн. долл. США, большинство из которых приходится на сферу металлургии.

Чтобы избежать взаимопогашения разных по знаку изменений удельных весов отдельных элементов в общей численности, были рассчитаны квадратичные относительные структурные сдвиги в структуре количества сделок M&A и стоимостного объема рынка M&A в федеральном разрезе в 2012 г. к кризисному 2009 г. (рис.1). Анализ представленных данных показывает, что все без исключения федеральные округа России в результате финансово-экономического кризиса снизили свою интеграционную активность. При этом структура рынка слияний и поглощений по показателю «Стоимостный объем рынка M&A» претерпела более существенные изменения, чем структура рынка по показателю «Количество сделок M&A» в 6 из 8 федеральных округах.

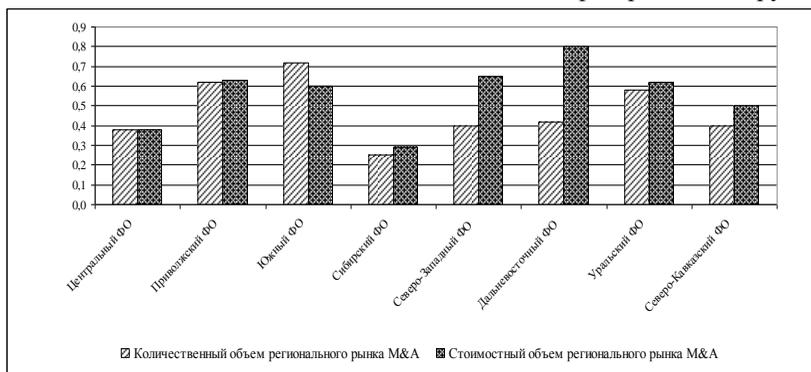


Рисунок 1 - Относительные структурные сдвиги, рассчитанные по количественному и стоимостному объему регионального рынка слияний и поглощений (2012 г. к 2009 г.)

Рассмотрим динамику изменения коэффициентов неравенства распределения интеграционной активности, рассчитанные по показателю «Стоимостный объем рынка слияний и поглощений» для квинтильных (20-ти процентных) групп регионов за 2003-2012 гг. В пятую квинтильную группу (регионы-лидеры) вошли такие субъекты как, г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург, Ямало-Ненецкий АО, республика Татарстан, Челябинская обл. и др. Представление о процессе концентрации интеграционной активности бизнес-структур в субъектах РФ в целом дают данные табл. 2.

В период 2003-2012 гг. относительно неизменной оставалась доля четвертой квинтильной группы. При этом наблюдалось уменьшение доли первой, второй и третьей квинтильной группы – с 7,39% до 5,76%, т.е. за исследуемые 10 лет она снизилась в 1,28 раза. Наиболее значительно упала доля наименее интеграционно активной первой квинтильной группы регионов – с 1,27% до 0,60. В то же время возросла доля наиболее интеграционно активной пятой квинтильной группы в 1,03 раза. Таким

образом, данные табл.2 показывают, что по сравнению с 2003 г. в 2012 г. ситуация в области распределения интеграционной активности бизнес-структур по субъектам РФ изменилась в части увеличения интеграционной активности в пятой и уменьшения в первой квинтильной группе.

Таблица 2 - Доли квинтильных групп российских регионов в общем объеме стоимостного объема рынка слияний и поглощений, %

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Стоимостный объем рынка М&А, всего	100	100	100	100	100	100	100
в том числе по 20% группам регионов:							
первая (наименьшая М&А-активность)	0,86	0,39	0,49	1,32	0,53	1,34	0,60
вторая	2,76	1,85	1,70	2,05	1,95	2,85	2,08
третья	3,05	3,12	2,28	3,35	4,29	4,04	3,08
четвертая	5,27	4,88	4,95	4,78	5,05	5,15	4,18
пятая (наибольшая М&А-активность)	88,1	89,76	90,58	88,50	88,18	86,62	90,06

Наряду с показателем «доля квинтильной группы в общем объеме стоимостного объема рынка М&А» для анализа концентрации по группам регионов целесообразно использовать специальные коэффициенты, комплексно характеризующие рассматриваемое явление. К таким специальным показателям можно отнести «коэффициент концентрации (индекс Джини)» [5].

Основой для расчета индекса Джини является построение кривой Лоренца, характеризующей накопление изучаемого признака в зависимости от накопления элементов совокупности. Чем больше отклонение кривой Лоренца от диагонали, тем больше степень неравномерности распределения интеграционной активности в совокупности анализируемых субъектов РФ. Эту степень неравномерности распределения выражают через площадь, заключенную между диагональю квадрата и кривой Лоренца и отнесенную к площади треугольника, равной 0,5. Указанное соотношение и получило название индекс (коэффициент) Джини.

Согласно подходу Литвинова В.А. [1] индекс Джини, определяя степень отклонения фактически сложившегося распределения интеграционной активности от линии их возможного равномерного распределения, комплексно характеризует процесс концентрации интеграционной деятельности по группам субъектов РФ, лишь косвенным образом отражает собственно концентрацию в узком смысле этого слова, т.е. стремление «стянуть» всю интеграционную активность хозяйствующих субъектов в один регион.

Принимая во внимание сказанное, было предложено в исследовании региональной интеграционной активности бизнес-структур при анализе концентрации использовать коэффициент концентрации Герфинделя:

$$K = \sum_{i=1}^5 d_i^2, \text{ где} \quad (1)$$

$d_i$  - доля каждой группы регионов в общем объеме стоимостного объема рынка М&А.

Данный коэффициент изменяется от 0 до 1. В отличие от индекса Джини коэффициент Герфинделя является показателем «прямого действия» и индифферентен к линии теоретически возможного равномерного распределения. Иначе говоря, коэффициент Герфинделя принимает неравномерность распределения интеграционной активности за аксиому, а его изменения отражают изменения в сложившихся пропорциях между группами, т.е. в соотношениях долей отдельных групп регионов в общем объеме стоимостного объема рынка слияний и поглощений. При заданном (неизменном) количестве групп повышение коэффициента Герфинделя в текущем периоде по сравнению с периодом, принятом за базу, прямо свидетельствует о повышении концентрации.

На протяжении всего анализируемого периода коэффициент Джини демонстрировал высокие значения, что свидетельствует о неравномерности распределения интеграционной активности по субъектам РФ (см. рис. 2). Наибольшее значение коэффициента Джини приходится на 2007 г. ( $G_{2007}=0,92$ ), наименьшее на 2011 г. ( $G_{2011}=0,74$ ). На протяжении 2003-2012 гг. значение коэффициента Герфинделя не опускалось ниже значения, равного  $K_{2005}=0,76$ , что свидетельствует о высокой концентрации интеграционной активности.

Индекс Джини и коэффициент Герфинделя, характеризуют концентрацию интеграционной активности хозяйствующих субъектов по регионам РФ, опосредованно отражают общую меру дифференциации М&А-активности в российских регионах. Однако при этом не нужно смешивать концентрацию, как сосредоточение чего-либо, с дифференциацией, как отличие (различие) частей целого. Под

дифференциацией мы понимаем, прежде всего, отличие варьирующего признака (объем стоимостного регионального объема рынка M&A) как взвешенной величины в крайних группах. Следовательно, индекс Джини и коэффициент Герфинделя не могут прямо использоваться для характеристики дифференциации интеграционной активности, а значит необходимо для ее изучения применять особые показатели, такие, например, как квантильные коэффициенты дифференциации.

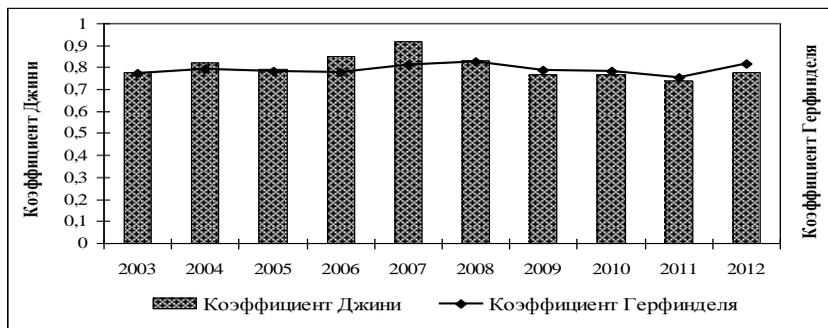


Рисунок 2 - Динамика значений коэффициента Джини и Герфинделя для интеграционной активности бизнес-структур в российских регионах в 2003-2012 гг.

Децильный коэффициент дифференциации представляет собой соотношение стоимостного регионального объема рынка слияний и поглощений, выше и ниже которых расположено по 10% соответственно наиболее и наименее интеграционно активных регионов РФ. В результате было получено, что децильный коэффициент дифференциации, равный отношению 9-го и 1-го дециля, составил в 2012 г.  $D_{2012} = 172$ , т.е. минимальный стоимостный объем рынка корпоративного контроля 10% наиболее интеграционно активных субъектов превышает максимальный стоимостный объем рынка M&A наименее интеграционно активных регионов РФ в 172 раза.

Таким образом, для экономики России характерна деформированная пространственная структура интеграционной активности бизнес-структур в регионах России. Существующая как государственная, так и региональная политика в области развития интеграционной деятельности не оказывает достаточного влияния на сглаживание диспропорций в распределении направлений реализации интеграционных проектов. Все это свидетельствует о необходимости корректировки политика государства в области активизации интеграционной активности российских бизнес-структур в регионах РФ.

### Библиографический список

1. Литвинов В.А. Концентрация и дифференциация денежных доходов по группам населения Российской Федерации// Экономический журнал ВШЭ. – 1999. – №2. – С. 226-237.

2. Поликарпова М.Г. Формирование информационной базы интеграционного анализа в целях повышения конкурентоспособности экономики Российской Федерации// Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2010. №4. С.62-72.

3. Поликарпова М.Г. Интеграционные процессы в российских регионах: проблемы измерения и опыт эмпирических исследований// Вопросы статистики. 2011. №11. С.58-64.

4. Поликарпова М.Г. Экономико-статистический анализ инновационно-технологической и интеграционной активности в регионах // Вопросы статистики. 2012. №7. С.45-52.

5. Dorfman R. A formula for the Gini coefficient. The Review of Economics and Statistics. 1979. №1. P.146-149.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**V.S. Mkhitarian**

*National Research University "Higher School of Economics", Moscow*

**M.G. Karelina**

*NMSTU, Magnitogorsk*

### **STATISTICAL STUDY OF INTEGRATION PROCESSES IN THE RUSSIAN REGIONS**

**Abstract.** *This article is devoted to the research of integration activities in region of Russian Federation. In connection with it we assembled all information basis of this research of the Russian data-analytic agencies' information. As a research instrument we used methods of structural shift analysis, methods of economical differentiation and concentration analysis. Research results has a great practical value as they can be used for upgrading of the existing federal programs which are directed to flatten out disproportions in social and economical development of Russian Federation subjects. On the basis of the submitted analysis it is possible to form an market's infrastructure of mergers and takeovers and to work out measures to increase competitiveness among Russian regions.*

**Key words:** *integration activities, region, mergers and acquisitions, structural changes.*

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ В ДИНАМИКЕ СЕБЕСТОИМОСТИ МОЛОКА**

***Аннотация.** В статье проведена оценка динамики себестоимости молока в ЗАО «Глинки» г. Кургана. При проведении исследования были использованы статистические (структура, сравнение, динамика, расчёт абсолютных, относительных и средних величин), расчётно-конструктивные (табличный и графический) и экономико-математические (выявление основной тенденции в рядах динамики методом аналитического выравнивания, экстраполяция, экономико-математическое моделирование) методы. На основе проведённого анализа определена модель зависимости себестоимости от уровня молочной продуктивности коров и сделан прогноз себестоимости молока на перспективу с учётом ожидаемого повышения надоя молока при условии сохранившихся тенденций развития явления во времени.*

***Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование, прогнозирование, анализ рядов динамики, аналитическое выравнивание ряда динамики, метод экстраполяции, себестоимость молока, молочная продуктивность коров.*

На современном этапе развития прогнозирование и моделирование тенденций развития социально-экономического явления приобретает всё большую актуальность и является одной из важнейших задач предприятия, так как от этого во многом зависит успех его деятельности. В экономическом анализе используются главным образом математические модели, описывающие изучаемое явление или процесс с помощью уравнений, неравенств, функций и других математических средств. Моделирование социально-экономических явлений является важным инструментом экономического анализа [2, с. 103].

Цель настоящего исследования состоит в оценке динамики себестоимости молока и прогнозировании себестоимости с учётом изученной тенденции изменения явления во времени. В качестве объекта исследования выбрано ЗАО «Глинки», ведущее предприятие г. Кургана по производству молока и мяса. Предприятие имеет статус племенного завода по разведению крупного рогатого скота черно-пёстрой и голштинской пород.

Количество продукции, которое может произвести и реализовать предприятие, в значительной мере зависит от уровня затрат на её

производство. Из этого следует, что себестоимость продукции является одним из важнейших факторов эффективного хозяйствования предприятия. От уровня себестоимости зависят сумма прибыли и уровень рентабельности, уровень закупочных и розничных цен на продукцию, темпы расширения производства, финансовое состояние предприятия. Основными задачами статистического анализа себестоимости продукции являются:

- оценка достигнутого уровня себестоимости;
- анализ тенденций изменения себестоимости в динамике по годам;
- прогнозирование и моделирование уровня себестоимости продукции на перспективу.

Рассмотрим основные методы статистического анализа для решения поставленных задач.

При анализе себестоимости нужно изучить её динамику по каждому виду продукции за продолжительный период времени и установить, какие меры принимает предприятие для снижения её уровня. Рассчитаем абсолютные и относительные показатели ряда динамики себестоимости молока по данным, представленным в табл. 1.

Таблица 1 - Динамика себестоимости молока

Год	Себестоимость 1 ц молока, р.	Абсолютный прирост, р.		Темп роста, %		Темп прироста, %	
		базисный	отчётный	базисный	отчётный	базисный	отчётный
2009	1202,67	-	-	100,0	100,0	-	-
2010	1295,58	92,91	92,91	107,7	107,7	7,7	7,7
2011	1351,36	148,69	55,78	112,4	104,3	12,4	4,3
2012	1475,02	272,35	123,66	122,6	109,2	22,6	9,2
2013	1438,09	235,42	-36,93	119,6	97,5	19,6	-2,5

Изменение явления в разные периоды времени происходит с различной интенсивностью, поэтому кроме абсолютных и относительных показателей необходимо рассчитывать средние уровни за анализируемый период. Средний уровень рассчитывается по формуле средней арифметической простой:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{6762,72}{5} = 1352,54.$$

Также в статистике рассчитываются средние показатели изменения уровней ряда динамики. Средний абсолютный прирост рассчитывается по формуле:

$$\bar{A} = \frac{Y_n - Y_0}{n - 1} = \frac{1438,09 - 1202,67}{5 - 1} = \frac{235,42}{4} = 58,86.$$

Средний темп роста:

$$\bar{T}_P = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_0}} \times 100\% = \sqrt[5-1]{\frac{1438,09}{1202,67}} \times 100 = \sqrt[4]{1,196} \times 100 = 104,6\%.$$

Средний темп прироста:

$$\bar{T}_{ПП} = \bar{T}_P \times 100\% = 104,6 - 100 = 4,6\%.$$

В период с 2009 по 2013 гг. себестоимость 1 ц молока в ЗАО «Глинки» составила в среднем 1352,54 р., ежегодно уровень себестоимости молока увеличивался в среднем на 58,86 р. или на 4,6 %.

Одно из основных условий получения достоверной информации о себестоимости продукции – четкое определение состава производственных затрат. Состав затрат, включаемых в себестоимость продукции, определяется государственным стандартом, а методы калькулирования – самими хозяйствующими субъектами [1]. В современных экономических условиях анализ структуры затрат на производство представляет один из сопоставимых методов изучения себестоимости продукции в динамике. Производственные затраты сельскохозяйственных предприятий различны по своему составу. Представим структуру затрат на производство молока графически с помощью секторной диаграммы (рис. 1).

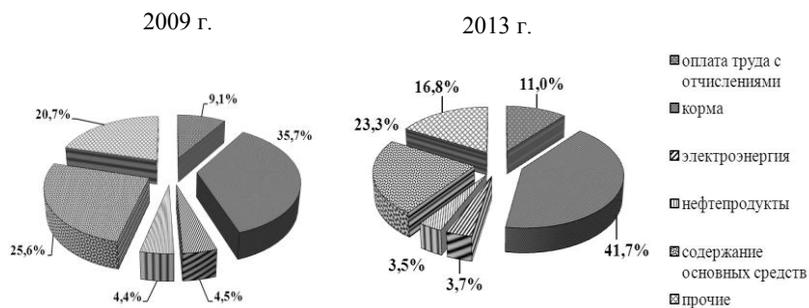


Рисунок 1 - Структура себестоимости молока в ЗАО «Глинки»

По данным рисунка видно, что наибольший удельный вес в структуре себестоимости 1 ц молока приходится на корма и содержание основных средств. В период с 2009 по 2013 гг. доля затрат на корма увеличилась на 6 процентных пункта, доля затрат на оплату труда – на 1,9 процентных пункта. Доли остальных статей затрат уменьшились.

С помощью показателей структуры себестоимости определяют влияние каждой статьи затрат на сумму абсолютной и относительной

экономии или перерасхода затрат. Анализ структуры затрат позволяет оценить материалоемкость, трудоёмкость, энергоёмкость продукции, выяснить характер их изменений и влияние на себестоимость продукции [3, с. 328]. Для определения степени влияния изменений отдельных статей затрат на изменение себестоимости проводится постатейный анализ себестоимости единицы продукции (табл. 2).

Таблица 2 - Постатейный анализ себестоимости 1 ц молока

Статьи затрат	Себестоимость 1 ц молока, р.		Индекс затрат, %	Изменение себестоимости за счёт отдельных статей затрат	
	2009 г.	2013 г.		абсолютн., р.	относит., %
Оплата труда с отчислениями	109,45	158,20	144,5	+48,75	+4,1
Корма	429,35	599,68	139,7	+170,33	+14,2
Электроэнергия	54,12	53,21	98,3	-0,91	-0,1
Нефтепродукты	52,92	50,33	95,1	-2,59	-0,2
Содержание основных средств	307,88	335,07	108,8	+27,19	+2,3
Прочие	248,95	241,60	97,0	-7,35	-0,6
Итого	1202,67	1438,09	119,6	+235,42	+19,6

Из данных таблицы следует, что себестоимость 1 ц молока в ЗАО «Глинки» в 2013 г. выше, чем в 2009 г. на 235,42 р. или на 19,6 %. Наибольшее влияние на повышение себестоимости за анализируемый период оказало абсолютное и относительное повышение затрат на корма. Участие отдельных статей затрат в изменении себестоимости можно рассчитать по формуле:

$$i_z - 1 = \sum (i_s - 1) \times V_0, \quad (1)$$

где  $i_z$  – индивидуальный индекс себестоимости 1 ц продукции;

$i_s$  – индекс затрат данного вида, приходящийся на единицу продукции;

$V_0$  – удельный вес статьи в базисной себестоимости.

Представим расчёт влияние статьи «Корма» на изменение себестоимости 1 ц молока в 2013 г. по сравнению с 2009 г.:

$$i_z - 1 = (1,397 - 1) \times 35,7 = 14,2\%.$$

На развитие явления во времени оказывают влияние факторы, различные по характеру и силе воздействия. Самая общая и типичная статистическая задача в экономическом анализе – изучение наличия, направления и интенсивности связей между показателями [2, с. 111]. Для оценки влияния факторов на себестоимость молока в динамике

воспользуемся методом экономико-математического моделирования. Математическое моделирование экономических явлений и процессов позволяет получить более чёткое представление об исследуемом объекте, охарактеризовать и количественно описать его внутреннюю структуру и внешние связи.

Построим экономико-математическую модель зависимости себестоимости от уровня молочной продуктивности коров. Экономическому содержанию себестоимости и продуктивности сельскохозяйственных животных соответствует следующая линейная аддитивная модель:

$$Y_x = a + b \times X, \quad (2)$$

где  $Y_x$  - расчётные значения результативного признака;

$a; b$  - параметры уравнения;

$X$  - фактические значения факторного признака.

Рассчитаем параметры уравнения, используя данные табл. 3.

$$b = \frac{\sum (Y - \bar{Y}) \times (X - \bar{X})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{71128,76}{2206,44} = 32,24;$$

$$a = \bar{Y} - b \times \bar{X} = 861,51 - 32,24 \times 64,37 = -1213,78.$$

Таблица 3 - Показатели для расчёта экономико-математической модели

Год	Себестоимость 1 ц молока, р. $Y$	Надой молока на 1 корову, ц $X$	Расчётные данные				
			$Y - \bar{Y}$	$X - \bar{X}$	$(Y - \bar{Y}) \times (X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$Y_x$
2001	240,28	41,31	-621,23	-23,06	14325,56	531,76	118,05
2002	227,64	48,69	-633,87	-15,68	9939,08	245,86	355,99
2003	369,86	51,85	-491,65	-12,52	6155,46	156,75	457,86
2004	542,53	53,18	-318,98	-11,19	3569,39	125,22	500,74
2005	590,27	53,52	-217,24	-10,85	2357,05	117,72	511,70
2006	672,03	63,50	-189,48	-0,87	164,85	0,76	833,46
2007	718,08	68,99	-143,43	4,62	-662,65	21,34	1010,46
2008	1076,16	68,21	214,65	3,84	824,26	14,75	985,31
2009	1202,67	71,07	341,16	6,70	2285,77	44,89	1077,52
2010	1295,58	75,05	434,07	10,68	4635,87	114,06	1205,83
2011	1351,36	75,13	489,85	10,76	5270,79	115,78	1208,41
2012	1475,02	80,65	613,51	16,28	9987,94	265,04	1386,38
2013	1438,09	85,66	576,58	21,29	12275,39	453,26	1547,90
Итого	11199,57	836,81	×	×	71128,76	2206,44	11199,57

Таким образом, экономико-математическая модель зависимости себестоимости 1 ц молока от уровня молочной продуктивности коров имеет вид:

$$Y_x = a + b \times X = -1213,78 + 32,24 \times X.$$

Не смотря на обратную зависимость себестоимости продукции и продуктивности сельскохозяйственных животных, в ЗАО «Глинки» при увеличении молочной продуктивности коров себестоимость 1 ц молока также увеличится.

С помощью этой модели можно определить прогнозируемый уровень себестоимости молока в зависимости от изменения уровня молочной продуктивности коров. Для этого необходимо определить ожидаемый уровень молочной продуктивности коров в ЗАО «Глинки» в 2014 г. с помощью метода аналитического выравнивания, используя уравнение прямой. Для нахождения параметров необходимо воспользоваться исходными и расчётными данными табл. 4.

Таблица 4 - Аналитическое выравнивание молочной продуктивности коров по уравнению прямой

Год	Надой молока на 1 корову, ц $X$	Порядковый номер года $t$	Расчётные данные		
			$Xt$	$t^2$	$\bar{X}_t$
2001	41,31	-6	-247,86	36	43,79
2002	48,69	-5	-243,45	25	47,22
2003	51,85	-4	-207,40	16	50,65
2004	53,18	-3	-159,54	9	54,08
2005	53,52	-2	-107,04	4	57,51
2006	63,50	-1	-63,50	1	60,94
2007	68,99	0	0	0	64,37
2008	68,21	1	68,21	1	67,80
2009	71,07	2	142,14	4	71,23
2010	75,05	3	225,15	9	74,66
2011	75,13	4	300,52	16	78,09
2012	80,65	5	403,25	25	81,52
2013	85,66	6	513,90	36	84,95
Итого	836,81	0	624,38	182	836,81

Параметры линейного уравнения тренда рассчитываются по формулам:

$$a_0 = \frac{\sum X}{n} = \frac{836,81}{13} = 64,37;$$

$$a_1 = \frac{\sum Xt}{\sum t^2} = \frac{624,38}{182} = 3,43.$$

Прогнозируемый надой молока определяется с помощью метода экстраполяции на основе сложившейся тенденции изменения показателя:

$$\tilde{X}_{2014} = a_0 + a_1 t = 64,37 + 3,43 \times 7 = 88,38.$$

Следовательно, в 2014 г. прогнозируемый уровень молочной продуктивности коров в ЗАО «Глинки» составит 88,38 ц. Представим фактические и выровненные уровни молочной продуктивности коров графически с помощью линейной диаграммы (рис. 2).

Имея уравнение зависимости себестоимости 1 ц молока от уровня молочной продуктивности коров и, зная ожидаемое значение уровня молочной продуктивности коров, рассчитаем прогнозируемую себестоимость 1 ц молока в хозяйстве на перспективу:

$$Y_x = -1213,78 + 32,24 \times X = -1213,78 + 32,24 \times 88,38 = 1635,59.$$

Таким образом, в 2014 г. в ЗАО «Глинки» себестоимость 1 ц молока достигнет уровня 1635,59 р. при увеличении уровня молочной продуктивности на 3,2 % или на 2,72 ц от каждой коровы.

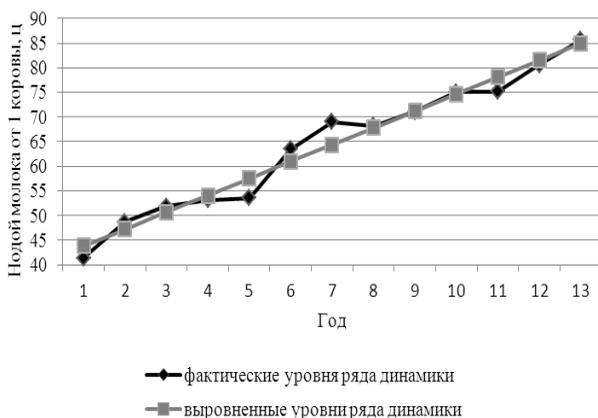


Рисунок 2 - Динамика надоя молока от 1 коровы в ЗАО «Глинки»

Хочется отметить возрастающий интерес к прогнозированию финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций. Это требует глубоких экономических знаний в области сбора, обработки и анализа экономической информации. Общественная жизнь невозможна без предвидения будущего, без прогнозирования перспектив её развития. В современных условиях экономические прогнозы необходимы для определения возможных целей развития хозяйства и обеспечивающих их достижение экономических ресурсов, для выявления наиболее вероятных и экономически эффективных мероприятий по развитию собственного производства.

### Библиографический список

1. Авдеев В.Ю. Анализ себестоимости продукции [Электронный ресурс] // Режим доступа: [audit-it.ru/articles/audit/a104/](http://audit-it.ru/articles/audit/a104/) (дата обращения 2.04.2015).
2. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: учебник. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 416 с.
3. Любушин Н.П., Лещева В.Б., Дьякова В.Г. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия: учебное пособие / под ред. Н.П. Любушина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 471 с.
4. Павлова И.Ю., Гущенская Н.Д. Статистика: учебно-методическое пособие. – Курган: изд-во КГСХА, 2014. – 243 с.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**I.Y. Pavlova**

*KSAA, Kurgan*

### **FORECAST AND MODELING OF TENDENCIES IN DYNAMICS OF COST PRICE OF MILK**

***Abstract.** The article evaluates dynamics of cost price of milk in Closed Joint Stock Company «Glinki». city Kurgan. While conducting research statistical (structure, comparison, dynamics, calculation of absolute, relative and average values), calculated-constructive (tabular and graphic) and economic-mathematical (exposure of basic tendency in rows of dynamics by method of analytical alignment, extrapolation, economic-mathematical modeling) methods were used. On the basis of the conducted analysis the model of dependence of cost price of milk on the level of milk productivity of cows and the forecast of cost price of milk on a prospect is done taking into account the expected increase of milk yield provided preservation of tendencies of phenomenon development over time.*

***Key words:** economic-mathematical modeling, forecast, analysis of rows of dynamics, analytical alignment of row of dynamics, method of extrapolation, cost price of milk, milk productivity of cows.*

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

***Аннотация.** Горнодобывающая промышленность России специализируется на добыче различных полезных ископаемых, поэтому данная отрасль находится в постоянном развитии, поскольку регулярно открываются новые месторождения, которые требуют применения специализированного оборудования и инновационных технологий. В статье представлена обобщенная оценка развития российской горнорудной промышленности. Был сделан вывод, что обладая запасами практически всех типов рудного металлического сырья, наша страна способна обеспечить внутренние потребности промышленности в сырье в полном объеме.*

***Ключевые слова:** горнорудная промышленность, запас природных ресурсов, федеральный округ*

Промышленность большинства стран мира является не просто главной, а крупнейшей отраслью народного хозяйства. Промышленность - весьма сложная отрасль и, в свою очередь, состоит из целого ряда своих отраслей - отраслей промышленного производства. Она объединяет большое число отраслей, в которых осуществляется добыча и переработка природных сырьевых ресурсов, создаются новые средства труда, предметы труда, предметы народного потребления [2].

Природные ресурсы распределены крайне неравномерно между странами. Только 20-25 стран располагают более 5% мировых запасов какого-либо одного вида минерального сырья. Лишь несколько крупнейших стран мира (Россия, США, Канада, Китай, ЮАР и Австралия) обладают большинством его видов. Фактически ни одна страна не располагает запасами всех необходимых для современной экономики видов минерального сырья и не может обойтись без его импорта.

При таком соотношении мировых запасов особое внимание следует уделять горнодобывающей промышленности, которая дает необходимые материалы для других отраслей. Вся горнодобывающую промышленность можно разделить на группы в зависимости от вида природного ресурса. Так предприятиям топливдобывающей отрасли РФ принято уделять большее внимание, так как предприятия данной отрасли добывают основные природные ресурсы России.

Однако предприятия горнорудной промышленности заслуживают не меньшего внимания. Это обусловлено и рядом негативных факторов в сфере рудных полезных ископаемых: ухудшение качества руд и истощение месторождений, темпы прироста полезных ископаемых значительно отстают от темпов их добычи, высокий уровень риска при разработки новых месторождений. Все выше сказанное требует детального анализа существующей ситуации в горнорудной отрасли РФ и выявления ряда перспектив.

Роль России среди стран лидеров по запасам природных ресурсов, одна из наиболее значительных и перспективных в виду большой площади страны и геологического разнообразия тектонических структур и руд. Согласно данным государственной геологоразведочной организации US Geological Survey за 2013 г. по доказанным и оцененным запасам руд (металлического) сырья Россия входит в пятерку стран-лидеров по металлам.

По запасам меди (4%), алюминиевого сырья (5%), свинца (10%), молибдена (2%) Россия располагается в десятке крупнейших стран, а по запасам остро востребованного сырья, таким как руды марганца и хрома, Россия занимает 11-е и 12-е места. По запасам редких металлов Россия занимает одно из лидирующих мест в мире: селен (20%), ванадий (36%), рений (7%) кобальт (3%) и другие [3].

При этом потенциал страны по запасам рудного (металлического) сырья в целом полностью не раскрыт в виду наличия неучтенных и недооцененных участков недр. Так же существует значительное число месторождений с прогнозными запасами, для которых необходимо проведение дополнительных геологоразведочных работ.

Не смотря на богатство природных ресурсов и их широкой географии в России наибольшее количество месторождений находится в Сибирском федеральном округе и Дальневосточном ФО (рис.1). На их долю приходится порядка 75% всех учтенных запасов полезных ископаемых и недооцененных участков. При этом Центральный ФО является абсолютным лидером по запасам железной руды [1].

Из представленной диаграммы видно, что месторождения рудных полезных ископаемых России разбросаны по всей ее территории. Но при этом в отдельных регионах наблюдается концентрация определенных типов руд. Следует отметить, что минеральный состав месторождений полезных ископаемых очень разнообразен, что связано с большим размером территории страны и значительным числом различных геологических структур.

Зачастую встречаются комплексные руды, содержащие несколько полезных компонентов. Экономическая эффективность их разработки определяется шириной и глубиной извлечения основных ценных

компонентов, а также существованием эффективной технологии переработки.

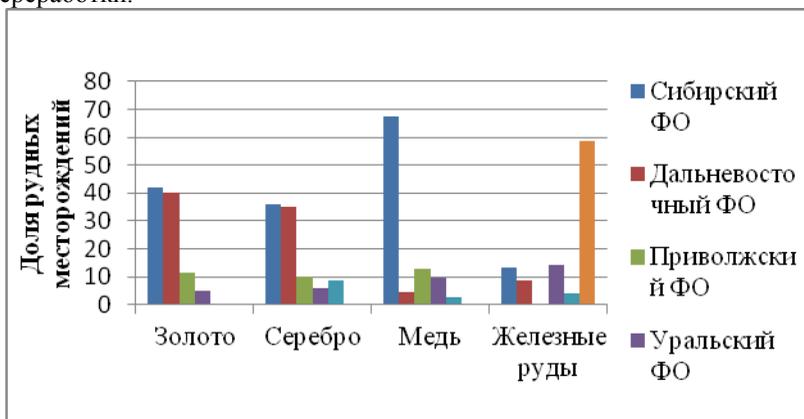


Рисунок 1 - Распределение рудных месторождений по федеральным округам

Таким образом, минерально-сырьевая база рудных полезных ископаемых России достаточно обширна. Обладая запасами практически всех типов рудного металлического сырья, наша страна способна обеспечить внутренние потребности промышленности в сырье в полном объеме. Затрудняет освоение новых месторождений их значительный территориальный разброс, а также концентрация многих перспективных месторождений в малоосвоенных районах.

### Библиографический список

1. Кабиров В.Р. Оценка экономической эффективности разработки группы территориально-сближенных рудных (металлических) месторождений: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. – Санкт-Петербург, 2014. -133с.
2. Мировые товарные рынки минеральных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cmmarket.ru/>
3. Моссаковский Я.В. Экономика горной промышленности: Учебник для вузов. -М: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. - 525 с: ил. ISBN 5-7418-0292-3.
4. Валяева Г.Г. Дистанционный курс «Теория статистики»: электронный учебно-методический комплекс // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. Т. 1. № 12 (67).
5. Колокольцева Е.В. Особенности реализации инновационной стратегии в черной металлургии // Вестник Магнитогорского

**I.A. Savchenko, M.G. Karelina**

*NMSTU, Magnitogorsk*

### **ANALYS OF RUSSIAN MINING INDUSTRY**

**Abstract.** *Mining industry of the Russian Federation specializes in different mining operations that's why this kind of industry is in constant development as long as new fields are regularly found which are in great demand of special equipment and innovative technologies. In this article we introduce Russian ore mining general estimation. Here we draw a conclusion that possessing resources of nearly all kinds of ore metal raw materials our country is able to provide domestic industrial requirements with raw materials due to the full the total storage.*

**Keywords:** *mining, natural resources, Federal District*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ПОМОЩЬЮ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования эффективности летних направлений обучения английскому языку. С помощью непараметрических статистических критериев анализируется эффективность обучения, а также оценивается влияние среды на результаты обучения.*

***Ключевые слова:** непараметрические статистические критерии, проверка гипотез, угловое преобразование Фишера, G-критерий знаков, зависимые и независимые выборки.*

Любому педагогу интересно знать, насколько хорошо работает его программа обучения, какие результаты она дает, какова эффективность введенных изменений. Получение объективной оценки результативности невозможно без использования статистических критериев.

В нашем случае были использованы реальные данные школы иностранных языков. Для анализа были взяты два летних направления обучения с погружением: городской (1 группа) и загородный лагерь (10 групп). Каждая группа проходила два теста: входной и выходной. Количество вопросов было одинаковым у всех групп – 36. Само тестирование проходило в интерактивно-игровой форме. Группе был предложен квадрат 6х6. Все вместе они выбирали ячейку, а потом обсуждали правильный ответ. Преподаватели в этот момент фиксировали активность и уровень уверенности учеников. Динамику результатов можно оценить в табл. номер 1.

Основные задачи работы - проанализировать наличие эффекта от обучения, а также оценить влияние среды и характеристик групп на результаты обучения.

В рамках поставленных задач были проверены следующие гипотезы: гипотеза об эффективности методики погружения для каждой из групп; гипотеза о совпадении доли правильных ответов у городской группы и группы №2 загородного лагеря, при условии схожих начальных характеристик учащихся, гипотеза о совпадении доли правильных ответов у городской группы и среднему уровню правильных ответов по всему загородному лагерю.

Таблица 1 - Динамика изменения уровня знаний, %.

Группа	Результаты (процент правильных ответов)	
	До обучения	После обучения
Summer Camp		
Группа 1	58%	83%
Группа 2	44%	86%
Группа 3	81%	94%
Группа 4	83%	81%
Группа 5	97%	100%
Группа 6	83%	89%
Группа 7	89%	83%
Группа 8	75%	83%
Группа 9	97%	100%
Группа 10	86%	86%
City camp		
Группа 11	56%	75%

Поскольку исходная статистическая информация представлена в качественных шкалах, то проверка гипотез проводилась с использованием непараметрических критериев: G-критерий знаков для зависимых выборок и угловое преобразование Фишера для независимых.

Рассмотрим первую гипотезу об эффективности методики погружения для каждой из групп.

Для этого будем использовать G-критерий знаков при уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Критерий предназначен для установления общего направления сдвига в зависимых выборках. Он дает представление об изменении в целом при переходе от одного измерения ко второму. Рассчитываются G - критическое и G – наблюдаемое эмпирическое. Если  $G_{критическое} > G_{набл}$ , то преобладание является случайным.

Оценивая случайность улучшения ответов на вопросы по каждой из групп, было установлено, что этот процесс не случаен в 8 группах из 11. В 2 группах наблюдалось ухудшение результатов, но гипотеза о неслучайном преобладании была отклонена, следовательно, отрицательная тенденция оказалась случайной. И в одной группе не произошло никаких изменений.

Таким образом, улучшение результатов во всех группах, кроме группы №10, связаны с применением методики. В двух группах (№4 и

№7) наблюдается ухудшение, но критерий показал, что это случайное явление.

Следовательно, методика дает положительный результат и ее применение эффективно для обучения.

Для проверки гипотез о влиянии среды на результат обучения был использован  $\phi$  - критерий Угловое преобразование Фишера. Его применение поможет оценить совпадение результатов групп загородного и городского лагеря до обучения и после.

Было рассмотрено два варианта согласно выдвинутым гипотезам:

Вариант 1: Гипотеза о совпадении доли правильных ответов у группы городского лагеря (ГЛ) и группы №2 загородного лагеря (ЗЛ), при условии схожих начальных характеристик учащихся (табл. номер 2).

Вариант 2: Гипотеза о совпадении доли правильных ответов у городской группы и среднего уровня правильных ответов по всему загородному лагерю (табл. номер 3)

Результаты тестов, которые использовались для вычисления  $\phi^*$  эмпирического ( $\phi_3^*$ ), представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2- Результаты тестирования (Вариант 1):

	ЗЛ до обучения	ГЛ до обучения	ЗЛ после обучения	ГЛ после обучения
Доля ошибок	0,56	0,44	0,14	0,25
Доля правильных ответов	0,44	0,56	0,86	0,75

Значения  $\phi_3^*$  вычислялись по формуле:

$$\phi_3^* = |2\arcsin \sqrt{w1} - 2\arcsin \sqrt{w2}| * \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}},$$

где  $w1, w2$  – доля наблюдений из первой и второй выборки, где эффект положителен;

$n_1, n_2$  – количество наблюдений в выборках.

При оценивании использовалось  $\phi^*$  критическое ( $\phi_{кр}^*$ ) при уровне значимости  $\alpha=0,05$ .

$\phi_{кр}^* = 1,64$ ;

$\phi_3^*$ (до обучения) = 1,02;

$\phi_3^*$ (после обучения) = 1,19.

Исходя из результатов проверки, доля учащихся с повышением результатов при тестировании одинакова ( $\phi_{кр}^* > \phi_3^*$ ). И, следовательно, разница в выборе типа лагеря для обучения, при условии схожести

характеристик обучающихся, не имеет значения для повышения уровня знаний.

Рассмотрим последнюю гипотезу, в которой сравнивается доля правильных ответов в городском лагере и среднее значение правильных ответов в загородном лагере.

Таблица 3 - Результаты тестирования (Вариант 2):

	ЗЛ до обучения	ГЛ до обучения	ЗЛ после обучения	ГЛ после обучения
Доля ошибок	0,2	0,44	0,11	0,25
Доля правильных ответов	0,8	0,56	0,89	0,75

$$f_{кр}^* = 1,64$$

$$f_3^*(\text{до обучения}) = 2,22$$

$$f_3^*(\text{после обучения}) = 1,59$$

При сравнении средних результатов обучения по всему загородному лагерю и группы городского лагеря можно увидеть, что доли правильных ответов до применения методики различаются ( $f_{кр}^* < f_3^*$ ). Но уже после обучения доли стали схожими ( $f_{кр}^* > f_3^*$ ). Следовательно, уровень знаний будет расти независимо от выбора лагеря.

Подводя итоги исследования, можно сказать, что обучение по предложенной методике определенно эффективно и дает свои результаты. Уровень знаний обучающихся растет, и результат этот не случаен, а связан с интенсивной работой педагогов и учащихся лагерей.

Что касается влияния среды обучения: городской или загородный лагерь, то обучение в обоих случаях одинаково эффективно и приносит плодотворные результаты, несмотря на начальный уровень знаний.

Можно дать рекомендации педагогам по дальнейшей разработке методики и внедрение ее на большей группе обучающихся.

### Библиографический список

1. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии: учеб. пособие/ Е.В. Сидоренко. – СПб.: ООО «Речь», 2007. - 350 с.
2. Методы принятия оптимальных управленческих решений в экономике: учеб. пособие. / В.Ш. Трофимова, Н.А. Реент, Т.А. Иванова, О.С. Андросенко, Г.Г. Валяева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 191 с.

**E. S. Fomina, T.A. Ivanova**

*NMSTU, Magnitogorsk*

**ANALYTICAL TREATMENT OF THE EFFECTIVENESS OF ENGLISH LANGUAGE TEACHING METHODOLOGY USING NONPARAMETRIC STATISTICAL METHODS.**

*Abstract.* This article presents the results of an investigation of the effectiveness of summer English language programmes. With the help of nonparametric statistical criteria the education effectiveness is analyzed while the influence of surroundings on the results is assessed.

*Key words:* nonparametric statistical criteria, statistical methods, Fischer's angular transformation, sign test, dependent and independent samples.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ АРЕНДОДАТЕЛЯ ТОРГОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ В КРУПНОМ ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ**

***Аннотация.** В статье анализируется совокупность арендаторов торговых площадей крупного торгового центра по признакам арендуемая площадь и срок аренды, а так же строится прогнозная модель объема выручки арендодателя в следующем месяце на основе адаптивных прогнозных моделей. Оценивается степень риска данного бизнеса.*

***Ключевые слова:** адаптивные прогнозные модели, модель Хольта, модель Брауна, иерархический кластерный анализ, метод k-средних, оценка доходности и рисков.*

Основным источником дохода торгового центра является сдача площадей в аренду. В период кризиса наблюдается тенденция общего снижения деловой активности, в том числе и в розничной торговле, и, как следствие, снижение дохода торгового центра вследствие ухода некоторых арендаторов. Поэтому вопрос величины объема выручки от сдачи площадей в аренду в следующем периоде является для владельца торгового центра весьма актуальным. Для оценки выручки была построена прогнозная модель дохода от сдачи площадей в аренду на основе выручки за предыдущие 15 месяцев (рис.1), начиная с января 2014 года. Кроме этого, был проведен кластерный анализ всех арендаторов торгового центра по двум факторам: арендуемая площадь и срок аренды, чтобы выявить потенциально ненадежных арендаторов. Проведенные анализы в совокупности позволили оценить степень риска данного бизнеса для владельца торгового центра.

По графику видно, что прогнозирование с помощью кривых роста будет давать большие ошибки и прогноз может быть не точным. Поскольку в условиях постоянно меняющейся ситуации на рынке, наличия кризисных явлений вследствие действия санкций против РФ и колебания курса доллара, более свежие данные несут в себе самую ценную информацию, то адаптивные методы прогнозирования в данном случае являются более предпочтительными.

Были построены модели экспоненциального сглаживания, модель Хольта и модель Брауна. Все модели необходимо проверить на адекватность и точность (Табл. 1).

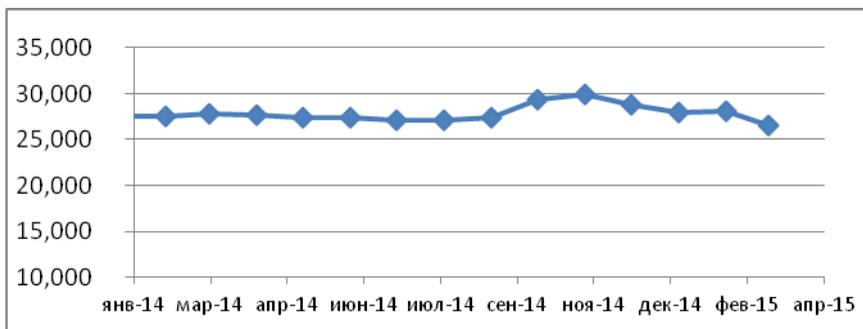


Рисунок 1 - Доход ТЦ от сдачи площадей в аренду, млн.у.е

Проверка на адекватность включает в себя:

- проверку на наличие тренда в остатках;
- проверку на автокорреляцию остатков;
- проверку на подчинение остатков нормальному закону распределения.

Для оценки точности использовалось два критерия:

- *m*аре – средняя относительная ошибка прогноза по модулю;
- коэффициент сходимости.

Таблица 1 - Проверка прогнозных моделей на адекватность и точность

Модель	Проверка моделей на адекватность			Проверка моделей на точность	
	случайность в остатках	подчинение нормальному закону	независимость остатков	<i>m</i> аре	коэффициент сходимости
Экспоненциальная	-	-	-	4,86	0,8128
Модель Хольта	+	-	+	13,88	0,4168
Модель Брауна	+	+	+	11	0,7264

Наилучшей оказалась адаптивная модель прогнозирования Брауна. Таким образом, в апреле прогнозируемый доход торгового центра от сдачи площадей в аренду составил 23,98 млн.у.е., что на 13,3 % меньше, чем в апреле прошлого года, что не противоречит общей тенденции экономического спада.

Во второй части исследования был проведен кластерный анализ для выделения групп фирм и предпринимателей, арендующих площади в торговом центре по двум признакам: арендуемая площадь и срок аренды.

Были использованы данные по 396 арендаторам. Изначально рассматривались такие параметры как арендуемая площадь, срок аренды и сумма арендной платы. Но поскольку коэффициент корреляции между арендной платой и арендуемой площадью составляет 0,92, то было решено для анализа оставить только арендуемую площадь. Все данные принадлежат одному периоду – март 2014 года.

Также была произведена замена: для арендаторов с бессрочным сроком аренды был проставлен срок аренды 100000 месяцев.

На первоначальном этапе показатели были нормированы для того, чтобы избежать ошибок при дальнейшей кластеризации объектов.

После приведения всех показателей к нормализованному виду был проведен иерархический кластерный анализ, который использовался в первую очередь, как разведывательный анализ.

По результатам разведывательного анализа было принято решение о разбиении всего множества арендаторов на 6, 7 или 9 кластеров методом k-средних. Алгоритм метода заключается в том, что для каждого следующего наблюдения рассчитываются расстояния до центров кластеров и данное наблюдение относится к тому кластеру, расстояние до которого было минимальным. Затем рассчитывается новый центр тяжести и процесс повторяется.

При разбиении на 7 и на 9 кластеров, появлялись 2-3 группы, состоящие из одного объекта, которые объединялись в одну группу при разбиении на 6 кластеров. Поэтому было принято решение разбить всех арендаторов на 6 кластеров.

Дисперсионный анализ показал, что обе переменные значимы. И их влияние нельзя исключать.

Поскольку переменных, характеризующих арендаторов, две, то все объекты могут быть нанесены на плоский рисунок (рис.2), где отчетливо выделяются все 6 кластеров. Дадим каждому из них краткую характеристику (табл. 2).

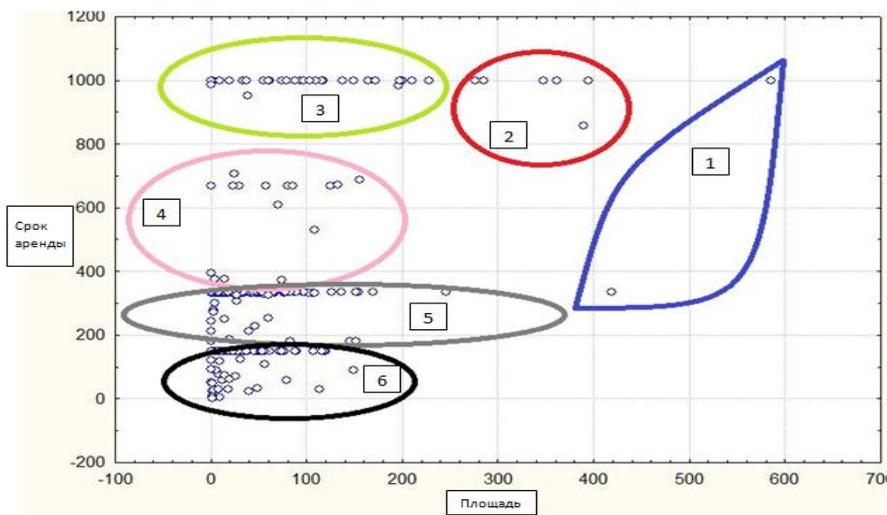


Рисунок 2 – Схема разбиения объектов на кластеры

Таблица 2 – Описание кластеров арендаторов

№ Кл	Число объектов	Характеристика кластера
1	2	крупные сетевые магазины, занимающие большие площади. «альбатрос» и «остин»
2	6	также относятся к надежным. их площадь достаточно высока. и все договоры заключены на продолжительный срок. «лэтуаль», «центробувь» и несколько индивидуальных предпринимателей.
3	29	объекты с большим сроком аренды, но небольшой площадью. «московский ювелирный завод», банкоматы, представители сотовых операторов
4	22	мелкие предприниматели, небольшие по площади и с большим сроком аренды. в этом кластере представлены объекты зоны общественного питания: «бургер кинг», «карамель», «глобал фуд».
5	84	стабильная группа индивидуальных предпринимателей. площади сравнительно небольшие. сроки договоров заключены на срок более 10 лет.
6	206	это самый рисковый кластер. площадь у них небольшая, что облегчает съезд, и срок договора небольшой, что всегда означает опасность для арендодателя. в основном индивидуальные предприниматели.

Разбиение всех арендаторов на кластеры позволило определить неблагонадежную группу клиентов, на которых стоит обратить внимание. Возможная сумма убытка, в случае выхода этой группы из торгового центра, составит около 5,26 млн.у.е, что составляет 20% всего притока доходов от сдачи площадей в аренду.

Таким образом, в целом прогнозная модель и кластерный анализ указывают на потенциально большие риски недополучения прибыли от сдачи площадей в аренду.

### **Библиографический список**

1. Бушманова М.В., Иванова Т.А., Мельникова Г.Г., Реент Н.А., Трофимова В.Ш. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебное пособие. - Магнитогорск: из-во ГОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова, 2006. – 142 с.

2. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2004 г.

3. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: Учебное пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ, 2003. -206 с.

### **INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH**

**E.S. Fomina, V. Sh. Trofimova**

*NMSTU, Magnitogorsk*

### **PROFITABILITY MODELING FOR THE RENTAL AREAS IN A MAJOR SHOPPING CENTER**

***Abstract.** This article provides the analysis of the data collected in a major shopping center using the criteria of the sizes of rental areas and their time periods. There's also being built a forecasting model of lender's profit for the upcoming month based on adaptive forecasting models. The risk level of such a business is assessed.*

***Key words:** are adaptive forecasting models, Holt's linear trend method, Brown's linear smoothing model, hierarchical clustering analysis, k means, profitability and risks analysis.*

## **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКОВ: КОЛЛЕКТОРСКИЙ СКОРИНГ**

***Аннотация.** В статье представлены результаты анализа базы заемщиков Промсвязьбанка с помощью построения модели «дерево решений». Были проанализированы различные варианты скоринга и выявлены значимые факторы при анализе благонадежных заемщиков.*

***Ключевые слова:** скоринг, дерево решений, благонадежные и неблагонадежные заемщики, кредиты физических лиц.*

Постоянно изменяющиеся требования финансового рынка вынуждают банки находить более эффективные пути привлечения платежеспособных заемщиков. Автоматизированные системы дают банкам возможность реорганизовать систему оценки кредитной деятельности и снизить кредитный риск с минимальными затратами. От правильной оценки кредитного риска зависит надежность работы банка. Последнее время наблюдается интенсивный рост рынка кредитования на российском рынке, поэтому поиск наиболее эффективного способа определения «положительных» заемщиков становится одной из главных проблем при принятии решения о выдаче кредита физическому лицу.

Объектом исследования в работе является заемщик банка – физическое лицо с определенной кредитной историей.

Предмет исследования - скоринговая модель для оценки кредитоспособности заемщика.

Цель исследования – построение модели-классификатора, которая сможет максимально точно определить кредитоспособных заемщиков.

Для оценки надежности заемщика могут быть использованы различные модели: логистические модели, нейронные сети, самообучающиеся карты, деревья решений и другие. Их различия заключаются в сложности алгоритмов и уровне распознавания заемщиков.

Для достижения поставленной цели была выбрана модель – дерево решений. Выбор обусловлен компромиссным решением: простая интерпретация результатов и несложные, но эффективные преобразования.

Дерево решений - это алгоритм, автоматически строящий иерархическую систему правил для решения задач анализа.

Достоинствами алгоритма является простота интерпретации полученных результатов и автоматический выбор алгоритмом наиболее значимых факторов.

Модель строилась на базе данных из 11100 заемщиков. Предварительно данные были обработаны: исключены неполные анкеты и ошибки, устранены «шумы» в базе исследования. Также была решена проблема нерепрезентативности классов, с которой очень часто может столкнуться при построении классификатора: в рассматриваемой базе подавляющее количество примеров – неблагонадежные заемщики.

В работе построено две модели «дерева решений», которые отличаются набором данных.

При построении первой модели были использованы показатели, наиболее сильно коррелированные с переменной «плохой» / «хороший» заемщик. Теснота связи определялась с помощью бисериального коэффициента корреляции (между количественными и качественными признаками) и коэффициента взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова (для определения взаимосвязи между двумя качественными признаками). По итогам исследования были оставлены следующие показатели: дата выдачи кредита, дата выхода в просрочку, количество дней в просрочке, сумма начисленных штрафов, сумма начисленной комиссии, сумма прочих начислений.

Во вторую модель вошли показатели, которые были выбраны экспертом: кредитная программа, дата выдачи кредита, дата рождения заемщика, пол, все даты, относящиеся к кредиту, тип залога, размер кредита, ежемесячный платеж, срок кредита, общая сумма долга, все начисленные проценты и госпошлины.

Наилучшей стала модель с наиболее полным набором входных переменных (вторая модель). Она с меньшим количеством ошибок смогла распознать все примеры и по результатам построения таблицы сопряженности (Рис.1) лучше первой модели смогла классифицировать «плохих» и «хороших» заемщиков, что являлось основным критерием при выборе модели.

Фактически	Классифицировано		
	да	нет	Итого
да	85,81%	14,19%	100,00%
нет	9,82%	90,18%	100,00%
Итого	30,11%	69,89%	100,00%

Рисунок 1 – Таблица сопряженности

Положительной характеристикой применения данной модели является ее низкая стоимость за счет того, что модель самоадаптируемая.

Вмешательство человека в данном случае минимально. Высокое качество модели объясняется выбором наиболее значимых входных параметров, которые и влияют на полученный результат. К тому же, при выборе этой модели можно выделить такую положительную сторону, как наглядность (Рис. 2)



Рисунок 2 – Дерево решений, построенное на основе показателей, выбранных экспертом.

Негативной стороной в построении модели «дерево решений» можно отметить следующее: если необходимо получить максимально наглядную модель с небольшим количеством ветвей, то можно столкнуться с проблемой снижения качества распознавания заемщиков, а при увеличении качества распознавания есть риск, что увеличится и количество ветвей в дереве решений, что может привести к усложнению интерпретации модели.

Можно сделать вывод, что модель «дерево решений» для скоринга эффективна, когда обучающее множество примеров заемщиков сбалансировано. Для увеличения точности и надежности модели оценки кредитоспособности физических лиц рекомендуется использовать различные ансамбли моделей.

### Библиографический список

- Исаев А.В., Трофимова В.Ш. Скоринг - как метод оценки кредитоспособности заемщика (физического лица) // Приложение

математики в экономических и технических исследованиях. – 2008. - № 2. –С. 115-129.

2. Сорокин А.С. Построение скоринговых карт с использованием модели логистической регрессии // Интернет-журнал Науковедение . 2014. №2 (21) -С.82.

3. Официальный сайт разработчика программы Deductor URL: <http://www.basegroup.ru/>

4. Платформа по анализу данных: URL: <http://algomost.com/ru>

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**E. S. Fomina, V. Sh.Trofimova**

*NMSTU, Magnitogorsk*

#### **ECONOMICAL AND MATHEMATICAL MODELING THE CREDITWORTHINESS OF BORROWERS: COLLECTION SCORING**

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of borrowers PSB base by building models of "decision tree". There were analyzed various options for scoring and identified significant factors in the analysis of trustworthy borrowers.

**Key words:** are scoring, decision tree, trustworthy and untrustworthy borrowers, loans to individuals.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ПРОИЗВЕДЕННОГО ВРП В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

***Аннотация.** Анализ структуры и динамики объема ВРП, выявление степени влияния факторов, формирующих стоимостные потоки, имеет важное значение для экономики региона. Данные о результатах производственной деятельности региона используются органами государственного регулирования для разработки региональной политики, принятия решений в области социальной, фискальной, кредитно-денежной политики. ВРП традиционно используется как базовый индикатор социально-экономического развития, характеризующий структурно-экономические пропорции и количественный результат производства товаров и услуг за определенный период. Цель проведенного исследования состояла в анализе объема, структуры и динамики объема ВРП в Вологодской области за 2004-2012 гг., с определением степени влияния экономических факторов, формирующих стоимостные потоки в экономике области. По результатам анализа выявлены особенности выхода региональной экономики из кризиса, вычислен прогноз величины ВРП на основе трендовой модели, а также на основе индексной модели с учетом динамики включенных в нее факторов.*

***Ключевые слова:** валовой региональный продукт, отраслевая структура ВРП, динамика величины ВРП, прогнозирование, факторный индексный анализ*

Валовой региональный продукт (ВРП) – центральный показатель системы национальных счетов (СНС), который представляет собой стоимость конечных товаров и услуг, произведенных в определенном периоде времени экономическими единицами, являющимися резидентами данного региона и исчисляется разными методами в рыночных ценах. [1].

Отраслевая структура ВРП в Вологодской области в 2012 году изменилась по сравнению с докризисным 2008 годом. Лидирующими отраслями экономики по показателю валовой добавленной стоимости в области остаются:

- обрабатывающие производства: если до кризиса половина всего объема произведенного в области ВРП приходилась на предприятия данной отрасли, то к 2012 году ее вклад в данный показатель сократился до 36,1%;

- доли таких отраслей как строительство (12,4%), оптовая и розничная торговля (9,4%), транспорт и связь (13,9%), государственное управление и обязательное социальное обеспечение (6,4%) существенно возросли за после кризисный период.

Реальную картину общего экономического результата в регионе отражает динамика ВРП в сопоставимых ценах, а также показатель доли промежуточного потребления в валовом выпуске. Особенности динамики этих показателей в области за период 2004-2012 гг. представлены на рис. 1.

За весь анализируемый период динамика величины ВРП характеризовалась относительно устойчивым ростом, исключение составил кризисный период 2008-2009 гг., когда экономика региона претерпела существенные изменения (большинство предприятий обрабатывающих производств вынуждены были остановить свою работу), при этом в посткризисный период резко возросла доля промежуточного потребления в общем объеме валового выпуска (если в докризисный период показатель был равен порядка 56%, то к 2011 году достиг 59,1%). Лишь к 2012 году наметилась тенденция выхода экономики из кризиса: показатель ВРП превысил докризисный уровень и составил 356071 млн. руб., при этом доля промежуточного потребления снизилась до 57,1%.



Рисунок 1 - Динамика доли промежуточного потребления и объема ВРП в Вологодской области в 2004-2012 гг.

По сравнению с 2004 г. снижение объема ВРП наблюдалось только в 2009 году, а именно на 22713 млн. руб. или на 7,4%. Все остальные годы отмечался прирост уровня показателя, в сравнении с 2004 годом наибольший рост произошел в 2012 году на 50000 млн. руб. или на 16,3%. Наибольшее абсолютное значение 1% прироста пришлось на этот же период и составило 3398,7 млн. руб. В целом за 9 лет средний объем ВРП в сопоставимых ценах 2012 года в Вологодской области составил 322636 млн. руб., при этом

отмечено его ежегодное увеличение в среднем на 6250 млн. рублей или на 1,9%.

Для более точного отображения тенденции динамического ряда используется метод аналитического выравнивания. С помощью данного метода были рассчитаны линейный и параболический тренды, описывающие основную тенденцию в динамике ВРП (рис. 2). [2]

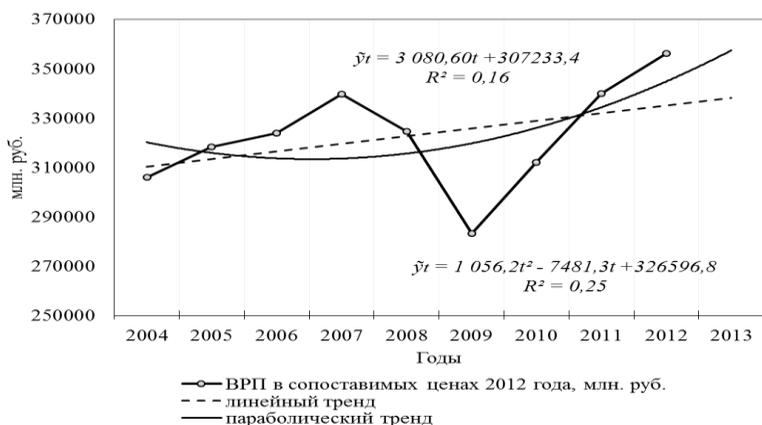


Рисунок 2 - Фактическая и трендовая динамика объема ВРП в сопоставимых ценах в Вологодской области в 2004-2012 гг.

Полученный линейный тренд характеризует ежегодный прирост объема ВРП в среднем на 3080,6 млн. руб. Параболическая трендовая модель указывает на основную тенденцию сокращения объема ВРП ежегодно в среднем на 7481,3 млн. руб. с замедлением этого снижения в среднем ежегодно на 1056,2 млн. руб.

Для определения уравнения наиболее пригодного для прогнозирования были рассчитаны: коэффициент автокорреляции в остатках, средняя ошибка аппроксимации и критерий Дарбина-Уотсона (табл. 1). [2]

Пригодными для прогнозирования являются оба тренда, однако с учетом величины достоверности аппроксимации (коэффициента детерминации) лучшей для прогноза моделью тренда была выбрана парабола, т.к. 25% колеблемости уровней ВРП объясняется направленными по этому тренду факторами (для линейного тренда этот показатель составил лишь 16%).

На основе уравнения тренда были рассчитаны точечный и интервальный прогнозы объема ВРП на 2013 год: в 2013 году объем ВРП в Вологодской области составит 357402,817 млн. руб.; с вероятностью 0,95 можно утверждать, что объем ВРП в Вологодской области будет не менее 310650,843 млн. руб. и не более 404154,791 млн. рублей.

Таблица 1 - Результаты проверки уравнений трендов на пригодность к прогнозированию

Показатель	тренд	
	линейный	параболический
Критерий Дарбина-Уотсона	1,297	1,512
$d L$ (табл)	0,82	0,63
$d U$ (табл)	1,32	1,7
Средняя ошибка аппроксимации, %	2,88	2,93

Для определения факторов, влияющих на объемы производства ВРП в Вологодской области, был проведен факторный индексный анализ динамики ВРП за 2008-2012 гг. на основе мультипликативной модели, представленной в табл. 2.

Таблица 2 - Факторная индексная мультипликативная модель формирования показателя объема ВРП

Модель	$ВРП = \frac{ВРП_{текущ.}}{ПП_{текущ.}} \cdot \frac{ПП_{текущ.}}{ВВ_{текущ.}} \cdot \frac{ВВ_{текущ.}}{ВВ_{пост.}} \cdot \frac{ВВ_{пост.}}{Т}$				
Название	Эффективность затрат	Материалоемкость производства	Дефлятор валового выпуска	Производительность труда	Совокупные затраты труда в эквиваленте полной занятости
Фактор	$\frac{ВРП_{текущ.}}{ПП_{текущ.}}$	$\frac{ПП_{текущ.}}{ВВ_{текущ.}}$	$\frac{ВВ_{текущ.}}{ВВ_{пост.}}$	$\frac{ВВ_{пост.}}{Т}$	$Т$

Анализ динамики ВРП за указанный период посредством применения приемов индексного анализа мультипликативной модели позволил оценить движение стоимостных потоков, определивших изменение величины ВРП в Вологодской области (табл. 3). [3]

Таким образом, в 2012 г. по сравнению с 2011 г. в Вологодской области стоимость ВРП в основных ценах увеличилась на 33003,0 млн. руб., в том числе наблюдаемый рост был вызван положительным влиянием таких факторов, как:

1) рост уровня эффективности производственных затрат, что привело к увеличению стоимости произведенного ВРП на 21377,9 млн. руб. (доля данного фактора в общем показателе прироста составила 51,1%);

Таблица 3 - Влияние факторов на динамику ВРП в Вологодской области в основных текущих ценах в 2008-2012 гг., млн. руб.

Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г. (прогноз)
Общее изменение	-81529,3	49035,8	60635,3	33003,0	3496,0
в том числе за счет влияния					
- эффективности затрат	-11402,2	-12293,8	2834,4	21377,9	-16781,7
- материалоемкости	4967,4	5199,1	-1167,1	-8848,4	7199,4
- цен	-45345,3	28231,6	36975,3	16981,1	14163,9
- производительности труда	-28799,4	33414,9	24168,8	791,1	5587,1
- численности занятого населения	-949,8	-5515,9	-2176,1	2701,2	-6672,6

2) рост уровня цен на произведенные товары и услуги, что привело к увеличению стоимости произведенного ВРП на 16981,1 млн. руб. (доля данного фактора в общем показателе прироста составила 40,6%);

3) рост численности занятых в экономике региона, повлекший рост объема произведенного ВРП на 2701,2 млн. руб. (доля данного фактора в общем показателе прироста незначительна и составила 6,5%);

4) повышение уровня производительности общественного труда, повлекшее рост объема произведенного ВРП на 791,1 млн. руб. (доля данного фактора в общем показателе прироста незначительна и составила 1,9%).

Сокращение стоимости произведенного в области ВРП за этот период было вызвано влиянием такого фактора как снижение уровня материалоемкости, вследствие чего ВРП снизился на 8848,4 млн. руб., однако этот факт подтверждает положительную сторону процесса сокращения доли промежуточного потребления в валовом выпуске на фоне устойчивой тенденции роста самого выпуска. Это указывает на то, что отрасли производства в экономике региона наращивают свой потенциал за счет применения ресурсосберегающих технологий и модернизации их технической оснащенности.

Общий анализ данных, полученных в табл. 3, позволяет сделать следующие выводы:

1) на протяжении 2010-2012 гг. наблюдался рост объемов производства ВРП, обеспечиваемый в первую очередь устойчивым за этот период ростом цен на производимые товары и услуги;

2) помимо этого в 2011-2012 гг. рост объемов ВРП был обеспечен ростом эффективности затрат, т. е. снижением доли промежуточного потребления в

общем объеме произведенного ВРП, и увеличением численности занятого в экономике населения;

3) кризисная ситуация 2008-2009 гг. внесла негативные и долговременные изменения в механизм функционирования экономики области: приостановка производственных процессов, низкий уровень эффективности затрат и рост безработицы привели к существенному снижению всего производственного результата в экономике, наложило свой негативный отпечаток в целом на потенциал области;

4) в 2010 г., несмотря на существенное снижение эффективности затрат и численности занятых, вызванное затруднениями выхода региональной экономики из финансового кризиса, все остальные рассмотренные факторы способствовали росту стоимости произведенного ВРП;

5) 2010 год - год восстановления и стабилизации финансовой и экономической ситуации, что обусловлено улучшением общих экономических показателей развития региона, что в первую очередь подтверждается показателем прироста объема ВРП не только за счет цен и материалоемкости, но и за счет роста производительности труда. После кризисного спада предприятия наращивают объемы, возвращаются к реализации приостановленных ранее инвестиционных проектов.

Такой результат в Вологодской области был достигнут в первую очередь благодаря разработке и реализации комплекса антикризисных мер, включивших в себя содействие сбыту продукции, товарные интервенции, форвардные закупки, предоставление областных государственных гарантий по кредитам, оптимизация налоговой нагрузки, поддержка в решении вопросов бесперебойного электро-, тепло- и газоснабжения, а также работа по проблемным вопросам на федеральном уровне.

Использование рассмотренной индексной модели и прогнозных показателей факторов, рассчитанных по соответствующим им линейным трендовым моделям, позволили спрогнозировать на 2013 г. показатели частных и общего приростов объема ВРП (табл. 3). Прогнозные значения подтверждают сохранение тенденции роста объемов ВРП до уровня 359567,0 млн. руб., что вполне согласуется с представленными выше прогнозами, найденными по тренду. Частные прогнозные показатели приростов указывают на ожидаемое снижение объема ВРП за счет прогнозируемого снижения эффективности затрат и численности занятых в экономике.

Таким образом, оказанная поддержка экономике региона со стороны местной и государственной власти позволила Вологодской области уже в 2011 году выйти на докризисный уровень и сохранить положительную тенденцию роста показателей производства, а также преумножить свой экономический потенциал.

### **Библиографический список**

1. Е.С. Заварина, К.Г. Чобану. Основы региональной статистики: учебник – М.: Финансы и статистика, 2006. С. 200-210.

2. Эконометрика [Текст] / Кремер Н.Ш., Путко Б.А. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: 2010. — 328 с.

3. Шихова О.А. Факторный индексный анализ динамики объема производства ВРП в Вологодской области [Текст] / О.А. Шихова // Молочнохозяйственный вестник. - 2013. - №3(11). - С. 98-104.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**O.A. Shikhova, T.Y. Klyueva**

*VGMH of N. V. Vereschagin, Vologda*

#### **STATISTICAL ANALYSIS OF STRUCTURE AND DYNAMICS OF GROSS REGIONAL PRODUCT IN VOLOGDA REGION**

**Abstract.** *Analysis of the structure and dynamics of GRP, the identification of the degree of influence of the factors shaping the monetary flows, is important for the regional economy. Data on the results of production activities in the region are used by the regulatory agencies to develop a regional policy, decision-making in the field of social, fiscal, and monetary policy. GRP is traditionally used as the basic indicator of socio-economic development, characterizing structural-economic proportions and quantitative production of goods and services during a certain period. The goal of this research was to examine the volume, structure and dynamics of GRP in the Vologda region for 2004-2012, a determination of the degree of influence of economic factors shaping the monetary flows in the economy of the region. According to the results of the analysis revealed the specifics of how the regional economy from the crisis, the calculated forecast values of GRP on the basis of trend models, as well as on the basis of index models taking into account the dynamics of the included factors.*

**Key words:** *gross regional product (GRP), GRP sectorial structure, dynamics values of GRP, foresight, factor index analysis.*

## ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 629 735.33.08

**Д.В. Богомолов**

ФГКВОУ ВПО ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж

### **ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ АВИАЦИИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ**

***Аннотация.** Частные показатели эффективности применения боевого авиационного комплекса зависят от мероприятий, проводимых инженерно-авиационной службой авиационных частей Вооружённых сил. Регламентные и ремонтные работы, некоторые виды оперативных подготовок к применению, перебазирование авиационной части обладают рядом свойств, характерных для периодических функций. На основе этого предложен метод получения оценок влияния периодически проводимых мероприятий инженерно-авиационной службы авиации Вооружённых сил на возможности боевого применения летательных аппаратов.*

***Ключевые слова:** эффективность применения авиации, оценка эффективности, боевой авиационный комплекс.*

Эффективность боевого авиационного комплекса (БАК) как и любой технической системы, определяется множеством различных по своей природе факторов. Под фактором понимают движущую силу какого-либо процесса (явления) или условие, которое влияет на тот или иной процесс (явление) [1]. Конечным результатом деятельности большой системы, в которой инженерно-авиационная служба (ИАС) является одной из подсистем – обеспечение эффективности применения БАК. ИАС осуществляет инженерно-авиационное обеспечение (ИАО) боевых действий и боевой подготовки, согласно [2] в активном взаимодействии с другими службами. Одним из пунктов содержания ИАО является содержание авиационной техники (АТ) в исправности и готовности к боевым действиям, а также подготовка к перебазированию сил и средств ИАС.

Мероприятия, проводимые ИАС, оказывают существенное воздействие на боевую готовность АТ и её надёжность. В совокупности с другими факторами это оказывает влияние на эффективность БАК тем большее, чем больше время функционирования БАК, а значит и значительнее влияние со стороны ИАС.

Силы и средства ИАС ограничены и изменение параметров одного проводимого мероприятия повлечёт изменение результатов других.

Для оценки эффективности применения летательного аппарата (ЛА) необходимо иметь критерий, показывающий меру соответствия реального результата и требуемого. В случае деятельности ИАС ещё и наглядно представляющий вклад от каждого мероприятия ИАС.

Существующая оценка эффективности БАК отражает лишь боевые возможности ЛА без учёта влияния ИАС [3]:

$$W_{\text{БАК}} = \frac{1}{T} \int_0^T W_t dt, \quad t \in [0, T] \quad (1)$$

где:  $T$  – время исследуемой операции;

$W_t$  – эффективность БАК в любой момент времени  $t$ .

Эффективность БАК в любой момент времени выражается через частные показатели эффективности выполнения отдельных этапов типовых задач, с учётом влияния вероятности появления каждой типовой задачи для каждого конкретного времени операции [3], [4].

$$W_t = \sum_{i=1}^n p_i \prod_{j=1}^k W_{ij}^t \quad (2)$$

где  $p_i$  – вероятность появления  $i$ -ой типовой задачи;

$n$  – количество типовых задач, решаемых БАК;

$k$  – количество этапов решения типовой задачи;

$W_{ij}^t$  – частный показатель эффективности выполнения  $j$ -го этапа  $i$ -ой типовой задачи.

Для оценки влияния ИАС в целом и каждого мероприятия отдельно на боевые возможности ЛА, зависимость (1) необходимо привести к виду:

$$W_{\text{БАК}} = \prod_{j=1}^m k_j \sum_{i=1}^n p_i W_i^* \quad (3)$$

где  $\prod_{j=1}^m k_j$  – величина, характеризующая влияние ИАС в целом на боевые

возможности ЛА, состоящая из оценок влияния  $j$ -го мероприятия, проводимого ИАС, на возможности применения ЛА;

$m$  – количество исследуемых мероприятий;

$W_i^*$  – эффективность выполнения  $i$ -ой типовой задачи ИАС в случае отсутствия отрицательного влияния её на боевые возможности ЛА (т.н. идеальная ИАС);

$\sum_{i=1}^n p_i W_i^*$  – эффективность применения ЛА.

Чтобы получить оценки влияния  $k_j$  можно использовать некоторые свойства периодических функций, а также тот факт, что при оценке мероприятий ИАС, частные показатели работы обладают этими свойствами. Это позволит привести (1) к виду (3).

Среднее произведение периодических функций будем использовать исходя из следующих рассуждений.

Пусть  $f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, m}$  – конечное число периодических функций с периодами  $T_i$ , спектры центрированных составляющих которых удовлетворяют условиям:

$$\omega_{Hi} > \sum_{j=1}^n \omega_{kj} \text{ и } \prod_{i=1, m} [\omega_{Hi}, \omega_{xi}] = \emptyset.$$

Среднее произведения этих функций на интервале  $[0, T]$ , кратном их периодам, равно произведению средних значений каждой функции:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \left( \prod_{i=1}^m f_i(x) \right) dx = \prod_{i=1}^m \left( \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} f_i(x) dx \right) \quad (4)$$

Границы применимости метода для частных показателей, зависящих от мероприятий, регулируемых проводимых ИАС:

1. Показатели, зависящие только от лётно-технических характеристик (ЛТХ) ЛА, постоянны в течение операции.
2. Каждый показатель зависит только от одного эксплуатационного фактора.
3. Показатели удовлетворяют условиям теоремы о среднем значении произведения периодических функций.

Подготовка к повторному полёту, предполётная подготовка, регламентные работы на АТ, перебазирование авиационной части проводятся с отличной друг от друга частотой, и частные показатели, зависящие от них, имеют спектры, практически удовлетворяющие представленным выше условиям.

Можно показать, что и в тех случаях, когда только основные составляющие спектров частых показателей удовлетворяют условиям теоремы, равенство (4) справедливо с незначительной ошибкой.

В тех случаях, когда невозможно разбить типовую задачу на этапы так, что каждый показатель эффективности зависел бы только от одного исследуемого фактора и удовлетворял бы условиям теоремы, несколько

эксплуатационных факторов надо объединять и исследовать их общее влияние.

На выполнение различных типовых задач один и тот же эксплуатационный фактор в общем случае оказывает различное влияние, если тип задачи и характеристики проводимых ИАС мероприятий взаимосвязаны. Однако если пользоваться характеристиками мероприятий ИАС, осреднёнными по всем типам задач, то частные показатели эффективности выполнения отдельных этапов задач, зависящие от факторов эксплуатации, не будут зависеть от типа задач, в которые они входят.

Пусть  $W_{ij}$  – частный показатель эффективности выполнения  $j$ -го этапа  $i$ -ой типовой задачи, зависящей от  $k$ -го эксплуатационного фактора. Если при его вычислении пользоваться осреднёнными по всем типам задач характеристиками мероприятий ИАС, тогда справедливо равенство:

$$W_{ij} = W_{ij} \forall i \in (1, n) \quad (5)$$

В качестве примера рассмотрим одно из мероприятий, проводимых ИАС как в процессе боевых действий, так и в процессе боевой подготовки – подготовка к повторному полёту. Подготовка проводится перед каждым очередным полётом в соответствии с заданием и зависит от общих трудозатрат, климатических условий, наличия сил и средств ИАС, а также от варианта смены вооружения, определяемого последовательностью типов решаемых задач.

Показатели эффективности выполнения отдельных этапов типовых задач, зависящих от подготовки к повторному полёту, будут удовлетворять равенству (5), если в качестве времени подготовки к повторному полёту при их вычислении брать осреднённое по всем возможным вариантам смены вооружений время подготовки.

Используя равенство (5), выражения (2) заменим эквивалентным:

$$W_k = \prod_{k=1}^m W_k \sum_{i=1}^n p_i B_i \quad (6)$$

где  $W_k$  – произведение частных показателей эффективности выполнения отдельных этапов типовых задач, зависящих от  $k$ -го мероприятия, проводимого ИАС;

$B_i$  – произведение частных показателей эффективности выполнения отдельных этапов  $i$ -ой типовой задачи, не зависящих от мероприятий ИАС, а определяемых только типом задач или ЛТХ ЛА и вариантов их вооружения.

Подставляя (6) в (1) получаем:

$$W_{БАК} = \prod_{k=1}^m \bar{W}_j \sum_{i=1}^n p_i B_i, \quad (7)$$

где

$$\bar{W}_j = \frac{1}{T_j} \int_0^{T_j} W_j(t) dt. \quad (8)$$

Пусть  $W_{БАК}^*$  – эффективность применения ЛА, в случае работы «идеальной» ИАС, т.е.

$$W_{БАК}^* = \prod_{j=1}^m \bar{W}_j^* \sum_{i=1}^n p_i B_i = \sum_{i=1}^n p_i W_i^* \quad (9)$$

где  $\bar{W}_j^*$  – частный показатель, зависящий от  $j$ -го мероприятия ИАС и вычисленный для параметров, которые соответствуют «идеальной» ИАС;

$W_i^* = B_i \prod_{j=1}^m \bar{W}_j^*$  – эффективность применения ЛА при выполнении задач  $i$ -го типа и «идеальной» ИАС.

Домножим и разделим на  $W_{БАК}^*$  правую часть выражения (7) и обозначим через  $A_j$  отношение  $\bar{W}_j / \bar{W}_j^*$ , характеризующее снижение эффективности применения ЛА из-за отличия реальных мероприятий от идеальных:

$$W_{БАК} = \frac{W_{БАК}}{W_{БАК}^*} W_{БАК}^* = \frac{\prod_{j=1}^m \bar{W}_j \sum_{i=1}^n p_i B_i}{\prod_{j=1}^m \bar{W}_j^* \sum_{i=1}^n p_i B_i} \sum_{i=1}^n p_i W_i^* = \prod_{j=1}^m A_j \sum_{i=1}^n p_i W_i^* \quad (10)$$

Таким образом, вид выражения (10) соответствует желаемому (3) и  $0 < \bar{W}_j \leq \bar{W}_j^*$ , следовательно, коэффициент  $A_j$  нормирован, т.е. выполняется условие:

$$0 < A_j \leq 1, \quad j = \overline{1, m}. \quad (11)$$

Значит,  $k_j = \bar{W}_j / \bar{W}_j^*$  является оценкой влияния мероприятия, проводимого ИАС, на эффективность применения ЛА.

Необходимо стремиться так распределять силы и средства ИАС или достигать таких параметров проводимых ею мероприятий, чтобы  $\prod_{j=1}^n k_j$  приняло значение как можно ближе к единице. Другими словами, надо стремиться чтобы ИАС как можно меньше снижала боевые возможности ЛА за счёт затрат времени на мероприятия, регулярно проводимые ею на ЛА.

Пример использования метода получения оценок влияния периодически проводимых мероприятий ИАС на возможность применения ЛА.

Предположим, что существует частный показатель эффективности применения ЛА  $w_1$  в зависимости от расстояния между ЛБС и аэродромом базирования ЛА  $l$ .

Заявки на вылет ЛА для выполнения боевой задачи представляют собой пуассоновский поток с параметром интенсивности  $\lambda$ . Деятельность ИАС по обеспечению заданного числа самолёто-вылетов в таком случае можно описать терминами системы массового обслуживания (СМО) в виде замкнутой СМО. Тогда возможно ввести ещё один частный показатель работы ИАС, связывающий его с ключевым понятием функционирования БАК – боевая готовность АТ (состояние АТ, определяющее степень её готовности к выполнению боевых задач). Назовём данный показатель  $w_2$  – наличие боеготового ЛА в момент поступления заявки на вылет и свяжем с ним кроме количественных значений ещё и средние времена различных видов подготовок [5]:

$$w_2 = 1 - \left( m! p_0 (\lambda \bar{t}_{БЗ})^m \right) \left( n! n^{m-n} \right)^{-1}$$

где  $m$  – количество ЛА на месте базирования;

$n$  – количество расчётов подготовки к повторному полёту ЛА;

$\bar{t}_{БЗ}$  – среднее время выполнения боевого задания, состоящее из времени необходимого для его выполнения и времени, необходимого для подготовки ЛА к применению;

$p_0$  – вероятность того, что все ЛА к моменту поступления заявки на вылет являются боеготовыми.

Боеготовыми считаются исправные ЛА, подготовленные к боевому полёту, снаряжённые авиационными средствами поражения или другими средствами согласно поставленной задаче [2].

В ходе наступательных и оборонительных операций линия боевого соприкосновения (ЛБС) перемещается с некоторой средней скоростью  $\bar{v}$

и ИАС периодически проводит перебазирование ЛА на некоторую величину  $l$ :

$$l = l_0 + \bar{v}(t - t_0)$$

где  $l_0$  – расстояние до ЛБС в момент окончания последнего перебазирования;

$t_0$  – момент окончания последнего перебазирования.

Таким образом, выражение (1) можно представить в виде произведений частного показателя эффективности применения ЛА  $w_1$  и частного показателя наличия боеготового ЛА в момент поступления заявки на вылет:

$$W_{\text{БАК}} = \frac{1}{T} \int_0^T w_1 w_2 dt.$$

Это позволит связать «идеальную» ИАС и влияние периодических работ:

$$W_{\text{БАК}} = k_{\text{ПП}} k_{\text{ПБ}} \mathcal{E}^*$$

где

$$k_{\text{ПП}} = 1 - \frac{m!(\lambda \bar{t}_{\text{БЗ}})^m p_0}{n^{m-n} n!} \left(1 - (\lambda \bar{t}_{\text{БЗ}})^m p_0^*\right)^{-1}$$

$$k_{\text{ПБ}} = \frac{1 - \bar{v}_0}{W_1^* (l_1 - l_0 + \bar{v} t_{\text{CP}})} \int_{L_0}^{L_1} w_1(l) dl;$$

$$W^* = w_1^* w_2^* = w_{1(L_{\text{опт}})}^* \left(1 - (\lambda \bar{t}_{\text{БЗ}})^m p_0^*\right)$$

$p_0^*$  – вероятность того, что все ЛА боеготовы в момент поступления заявки на вылет при «идеальной» ИАС;

$t_{\text{CP}}$  – время свёртывания и развёртывания оборудования;

$L_{\text{опт}}$  – удаление места базирования, при котором выполняется условие;

$w_2^*$  – вероятность наличия боеготового ЛА в момент поступления заявки на вылет при «идеальной» ИАС;

$W^*$  – возможности применения ЛА при оптимальном удалении места базирования и «идеальной» ИАС;

$k_{\text{ПП}}, k_{\text{ПБ}}$  – коэффициенты влияния периодически проводимых мероприятий: подготовки к повторному полёту и перебазирования – на эффективность применения ЛА.

$\bar{v}_0$  – отношение средней скорости перемещения ЛБС и средней скорости транспортировки оборудования к месту нового базирования.

Эксплуатационные факторы и задачи, для которых применим описанный метод, ограничен изложенными ранее допущениями в виде стационарности потока заявок на вылет и спектров частных показателей удовлетворяющих условиям среднего произведения периодических функций.

В тех случаях, когда допущения о стационарности потока требований на вылет выполняются не жёстко, а спектры частных показателей эффективности удовлетворяют условиям теоремы только лишь для основных гармоник спектра, абсолютные значения потенциальной эффективности применения ЛА и оценка влияния регулярно проводимых мероприятий будут несколько отличаться от истинных. Но соотношение между этими величинами нарушено не будет, что позволит и в этих случаях применять данный подход с целью рационального распределения сил и средств ИАС, определения допустимых параметров проводимых мероприятий или целесообразности проведения доработок, изменяющих и боевые возможности ЛА и способы работы ИАС.

Следует также отметить, что при решении первых двух задач достаточно определять только значения оценок влияния регулярно проводимых мероприятий, а это позволяет снизить объем вычислений.

Предлагаемый метод будет удобен для анализа эффективности работы ИАС при изменениях системы организации выполнения подготовки к повторному полёту, регламентных и ремонтных работ, при поиске рационального распределения сил и средств, в случае регулярно проводимых перебазирований и др.

### **Библиографический список**

1. «Надёжность и эффективность в технике». Справочник, т.3 «Эффективность технических систем». Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. Москва, «Машиностроение», 1988 г.
2. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации. М.: 12 центральная типография МО РФ, 2005
3. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. М.: «Советское радио», 1964
4. Дружинин Г.В. Надёжность автоматизированных систем. М.: «Энергия», 1977
5. Т.Л. Саати Элементы теории массового обслуживания и её приложения. М.: «Советское радио», 1965

**D.V. Bogomolov**

*Air Force Academy, Voronezh*

**THE ESTIMATION SOME PERIODIC ACTION AVIATION-ENGINEERING SERVICE TO AIR FORCE**

**Abstract.** *The quotient to factors to efficiency of the using the Combat aviation complex hang from action, conducted aviation-engineering service of Army. Regulations and repair work, some types of operative preparation to using, relocate aircraft part possess beside characteristic typical of periodic function. On base this is offered method of the reception estimation influences periodic conducted action aviation-engineering service of Army on possibility of the using the combat aircraft.*

**Key words:** *efficiency using Air force, efficiency estimation, combat aviation complex.*

## MAGNETIC HYPERTHERMIA IN ELASTIC MATRIX

**Abstract.** *We present results of theoretical modeling of the heat production (magnetic hyperthermia) in a composite system consisting of polymer elastic matrix filled by rod-like magnetic particles. The system is placed in a linearly polarized oscillating magnetic field. Effect of shape and magnetic properties of the particles, as well as of the matrix rheological properties on the intensity of the heat production is studied.*

*Mathematically this model presents a system of nonlinear differential equation of the particle rotating under the action of the oscillating field. These equations have been solved numerically; intensity of the heat production as function of the field frequency has been determined.*

**Keywords:** *magnetic hyperthermia, fiber particles, elastic media, oscillating field*

### Introduction

Magnetic hyperthermia (MH) [1, 2], a promising method for cancer treatment, is based on the usage of magnetic nanoparticles to heat the cancerous tissue. Under the action of an alternating magnetic field the particles produce heat. Increase of the tissue temperature above 42-46°C kills the tumor cells. The temperature rise in the tissue is determined by the size, shape and magnetic properties of the particles; by the properties of the carrier media; by the amplitude and frequency of the magnetic field. MH can be performed in conjunction with necrosis of HepG2 cancer cells [3] and radiotherapy [4, 5].

For an assembly of magnetic nanoparticles in a carrier media two characteristic modes for the heat production are found. They are the viscous and magnetic modes respectively. In the viscous mode the particle rotates in the matrix as a whole. The energy dissipation takes place due to the viscous effects in the carrier matrix. This mechanism is typical for the particles placed in a viscous liquid either in soft polymer medium when the energy of the particle interaction with the applied magnetic field exceeds energy of elastic deformation of the medium. The second mode relates with the internal remagnetization of a motionless particle. This mechanism takes place when the particles are situated in a relatively rigid matrix.

To improve the efficiency of MH treatment of the diseases, precise control of the local temperature in the body containing the tumor cells is required. To achieve that, one needs to be able to predict theoretically the heat production. Size, shape and magnetic properties of the particles can be considered as parameters of the hyperthermia optimization.

To the best of our knowledge the majority of theoretical works on the hyperthermia effect deal with the models of suspensions of the particles in a liquid medium. At the same time in reality, as a rule, the particles are adsorbed on the polymeric membranes of the tumor cells, which are elastic (elastic-viscous), not liquid, media.

The goal of the present work is theoretical study of the hyperthermia effect produced by the fiber particles placed in elastic-viscous media. The heat production is affected by the particle rotation under the action of the alternating field. We study effect of shape and magnetic properties of the particles, as well as effect of rheological properties of the carrier medium on the intensity of the heat production. Mathematically this model presents a system of nonlinear differential equation of the particles dynamics. This model has been solved numerically; intensity of the heat production in the system has been calculated.

### Physical problem and mathematical model

The key point of our consideration is that the fiber particle experiences a magnetic torque due to its shape anisotropy. One issue is to know under which condition the fiber can follow the oscillation of an alternative magnetic field. The simplest model, reflecting the rheological behavior of an elastic-viscous medium, is illustrated in Fig.1. This is so-called Kelvin - Voigt (KV) model, which consists of a Newtonian damper and Hookean elastic spring connected in parallel.

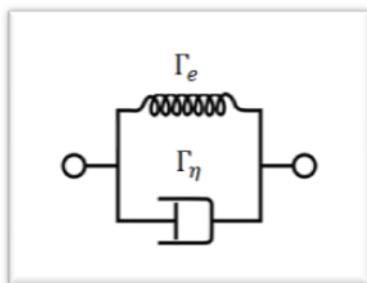


Fig.1: Model of Kelvin-Voigt

In gel media the elastic torque  $\Gamma_e$ , acting on a fiber particle, can be written as:

$$\Gamma_e = k \sin(\theta - \theta_0) \quad (1)$$

where  $\theta$  is the angle between the fiber axis and magnetic field (see Fig. 2);  $\theta_0$  is the initial value of the angle,  $k$  is the coefficient of the elasticity.

The viscous torque reads

$$\Gamma_\eta = \eta \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

where  $\eta$  is coefficient of the viscous torque.

The total torque, acting on the particles, is a sum of the elastic, viscous and magnetic torques:

$$\Gamma = \Gamma_s + \Gamma_\eta + \Gamma_m \quad (3)$$

In the inertialess approximation, valid for nanoparticles in a viscous carrier medias, the particle rotation can be described from the condition  $\Gamma = 0$ , which gives

$$\eta \frac{d\theta}{dt} + k \sin(\theta - \theta_0) = -\Gamma_m \quad (4)$$

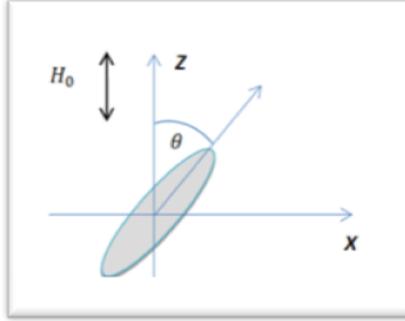


Fig.2: A rod-like fiber in a viscoelastic fluid under an alternative magnetic field

The magnetic torque has the form

$$\Gamma_m = \mu_0 [\mathbf{m} \times \mathbf{H}] \quad (5)$$

Here  $\mathbf{m}$  is the magnetic moment of the particle,  $\mathbf{H}$  is magnetic field,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T A}$  is the vacuum permeability.

For the particle with a permanent magnetic moment the following relation is held:

$$\mathbf{m} = V_p \mathbf{M}_r$$

Here  $\mathbf{M}_r$  is remnant magnetization of the particle,  $V_p = \frac{4}{3}\pi a^2 l$  is a volume of the fiber;  $a$  and  $l$  – the fiber radius and semi length respectively. We suppose that the moment  $\mathbf{m}$  is aligned along the fiber axis. This direction corresponds to the minimum of the particle own magnetic energy.

Let us consider the particle placed in an alternating linearly polarized magnetic field with the amplitude  $H_0$ :

$$H = H_0 \cos \omega t.$$

The magnetic torque can be calculated as

$$\Gamma_m = \mu_0 V_p M_r H_0 \cos \omega t \sin \theta. \quad (6)$$

By using equations (6) in eq. (4), we come to the following equation of the particle rotation

$$\eta \frac{d\theta}{dt} + k \sin(\theta - \theta_0) = -\mu_0 V_p M_r H_0 \cos \omega t \sin \theta \quad (7)$$

This equation can be solved numerically with respect to the angle  $\theta$ .

The rate of the temperature growth per unit of time can be calculated as [6, 7]

$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{\mu_0 H_0 \omega \varphi}{\pi T_p c} \int_0^\pi \int_0^{T_p} M_r \cos\theta(\theta_0, t) \sin\omega t dt d\theta_0 \quad (8)$$

Here,  $c = c_p \varphi + c_f(1 - \varphi)$ ;  $c_p$  and  $c_f$  are the heat capacity (per unit volume) of the particle material and the carrier fluid respectively,  $\varphi$  is the particle volume concentration,  $T_p = \frac{2\pi}{\omega}$ .

Combining equations (7, 8) and solving them numerically, we get the rate of temperature rise in an elastic-viscous material.

### Discussion and results

We have prepared the software programming to solve (7) and (8) numerically by using parameters of the system, quite typical for the hyperthermia experiments [8]. We suppose that the radius and length of rod-like particle are **22 nm** and **50 nm** respectively; the particle volume concentration  $\varphi=0.01$ . Some results of calculations of the hyperthermia effect in elastic-viscous carrier are presented in Figs.3-5.

It is an important to understand the role of coefficient of elasticity  $k$  on the hyperthermia effect. When  $k = 0$ , the equation (7) coincides with that for the case of a Newtonian liquid as a carrier medium; at  $k \neq 0$  the equation reflects the elasticity of the medium. Some results of calculations of the heat production in a Newtonian liquid and in an elastic-viscous medium are shown in Fig.3. The results indicate that the heat production in the Newtonian liquid is more than that in the elastic media with the same viscous properties.

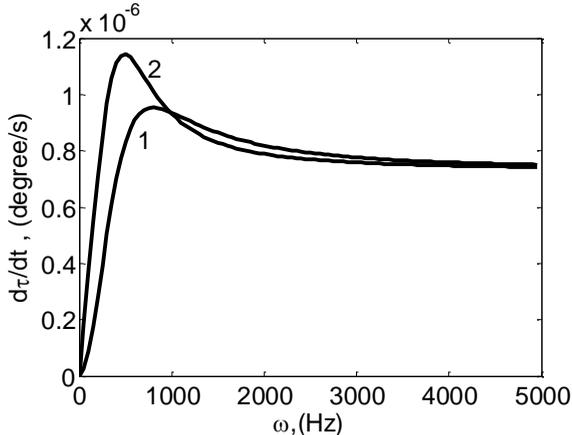


Fig.3: The rate of temperature rise vs. the field frequency  $\omega$ . Line 1 - coefficient of elasticity

$k = 0,5 \text{ GPa}$ ; line 2 is the same for  $k = 0$ ;

$M_r = 1000 \text{ A/m}$ ,  $\eta = 10^{-3} \text{ Pa.s}$ ,  $H_0 = 9 \cdot 10^3 \text{ A/m}$ .

Fig.4 shows the rate of temperature rise vs. the field frequency obtained in the approximation of the linear ( $\Gamma_e = k(\theta - \theta_0)$ ) and trigonometric ( $\Gamma_e = k \sin(\theta - \theta_0)$ ) dependence of the elastic torque  $\Gamma_e$  on the angle  $\theta$ . The linear approximation for the torque underestimates the heat production. The effect of the coefficient of the viscous torque,  $\eta$  on the hyperthermia effect is shown in Fig.5.

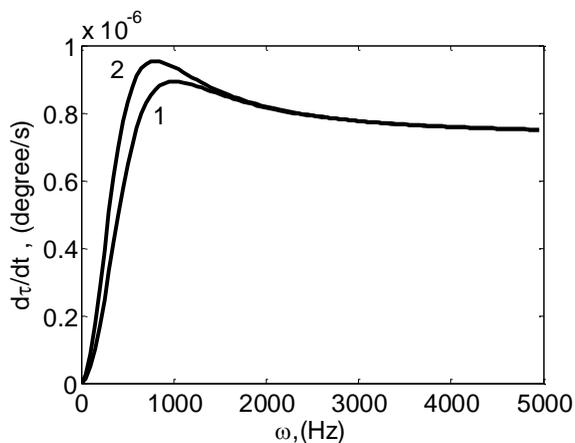


Fig.4: The rate of temperature rise vs. the field frequency,  $\omega$ . Line 1- elastic torque  $\Gamma_e \approx k(\theta - \theta_0)$  and line 2- elastic torque  $\Gamma_e = k \sin(\theta - \theta_0)$ ;  $k = 0,5 \text{ GPa}$ ,  $M_r = 1000 \text{ A/m}$ ,  $\eta = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,  $H_0 = 9 \cdot 10^3 \text{ A/m}$ .

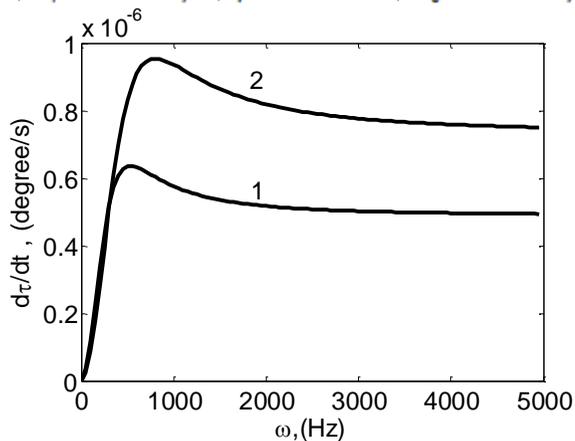


Fig.5 Rate of temperature rise vs. the field frequency  $\omega$ . Line 1- coefficient of the viscous torque,  $\eta = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ; line 2-  $\eta = 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ .

## Conclusion

The results of a theoretical study of the magnetic hyperthermia effect produced by fiber nanoparticles in an elastic-viscous are presented. The model solves numerically depending on the torques of fiber as elastic, viscous and magnetic torque. We conclude that the heat production in Newtonian fluid is more significant than that in elastic media with viscous properties. This conclusion must be taken into account while organization of the hyperthermia therapy of the tumors.

## References

1. G. Nedelcu, Magnetic nanoparticles impact on tumoral cells in the treatment by magnetic fluid hyperthermia. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, vol. 3(3), (2008), pp. 103 – 107.
2. I. M. Obaidat , B. Issa, Y. Haik, Magnetic Properties of Magnetic Nanoparticles for Efficient Hyperthermia, Nanomaterials, vol. 5, (2015), pp. 63-89.
3. B. Wang, C. Bienvenu, J. Mendez-Garza, P. Lançon, A. Madeira, P. Vierling, C. Di Giorgio, G. Bossis, Necrosis of HepG2 cancer cells induced by the vibration of magnetic particle, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 344 (2013) 193–201.
4. N. A. Usov, B. Ya. Liubimov, Dynamics of magnetic nanoparticle in a viscous liquid: Application to magnetic nanoparticle hyperthermia, Journal of Applied Physics vol. 112, (2012), pp. 023901.
5. S. Dutz, R. Hergt, Magnetic nanoparticle heating and heat transfer on a microscale: Basic principles, realities and physical limitations of hyperthermia for tumour therapy, International Journal Hyperthermia, vol. 29(8), (2013), pp.790–800.
6. A.Yu. Zubarev, A.F. Abu-Bakr, G. Bossis, S.V. Bulycheva, Hyperthermia in a system of rod-like ferromagnetic particles under oscillating magnetic field, Magnetohydrodynamics vol. 50 (2014), pp. 397-406.
7. A.Yu. Zubarev, A.F. Abu-Bakr, To the theory of hyperthermia effect induced by magnetic nanoparticles, accepted for publication in Solid State Phenomena (Proceedings of MISM-2014).
8. B. Wang, Rheology and Magnetolysis of Tumor Cells, (PhD dissertation, University de Nice-Sophia Antipolice UFR Sciences, France), 2012.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ НА РУССКОМ

**А.Ю. Зубарев, А.Ф. Абу-Бакр**

*ФГАОУ ВПО «УрФУ»*

**МАГНИТНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ В УПРУГИХ СРЕДАХ**

**Аннотация.** Мы представляем результаты теоретического моделирования тепловыделения (магнтной гипертермии) в композитных средах, состоящих из полимерной упругой матрицы заполненной стержнеобразными магнитными частицами. Система помещена в линейно поляризованное осциллирующее магнитное поле. Теоретически исследовано влияние формы и магнитных свойств частиц, а также реологических свойств полимерной матрицы на интенсивность тепловыделения.

С математической точки зрения представленная модель представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих вращение частиц под действием осциллирующего поля. Эти уравнения были решены численно и определена интенсивность тепловыделения как функция от частоты поля.

**Ключевые слова:** магнитная гипертермия; стержнеобразные частицы; упругая среда; осциллирующее поле.

УДК 530.17

**А.А.Цымбалов**

*ООО Научная организация «Архимед», Саратов*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОЛЬМАТИРОВАННЫХ ВОДОПРОНИЦАЕМЫХ ГРУНТОВЫХ СРЕД: ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ**

**Аннотация.** В статье выделена роль физико-механических свойств твердого кольматанта, на основе которого формируется модельная среда искусственной зоны грунта скважины. Рассмотрены трудности получения образцов твердого кольматанта, образованного естественными условиями в природном массиве. Описан научный вклад автора связанный с добычей образцов твердого кольматанта, способствующий развитию теории декольматационных процессов грунтовых сред. Работа выполнена в рамках Программы НИР НО «Архимед» Agr.№ ТЭР-R 642012-0001.000 «Исследование процессов кольматации околоскважинной среды и разработка методов декольматации водозаборных скважин».

**Ключевые слова:** моделирование, системный подход, физическое моделирование, искусственная зона грунта, кольматант, модельная среда.

Создание новых и совершенствование имеющихся способов восстановления дебита водозаборных скважин опирается на знание физических процессов, возникающих и протекающих в околоскважинной среде. Сложность среды и её изменения в процессе эксплуатации скважины, разнообразные условия напряженности гидрогеологических слоев, стохастический характер процессов в искусственной зоне грунта (ИЗГ, под ИЗГ будем понимать определенную локальную зону вокруг скважины заполненную природным наполнителем для улучшения фильтрационных свойств эксплуатационного горизонта) скважины предопределили применение в исследовании околоскважинного пространства системного подхода. Составными частями системного подхода являются производственные и лабораторные исследования, а также физическое и математическое моделирование.

Целью данной работы является показать роль идентичности физико-механических свойств натурального массива грунта и модельной среды при физическом моделировании.

Любой эксперимент при прямом вмешательстве исследователя искусственными средствами заставляет протекать изучаемый процесс в конкретных условиях и в нужном направлении. Формула эксперимента

состоит в следующем: изменять, чтобы узнавать. Формула практической деятельности: изменять, чтобы использовать [3]. Вопросы разрушения кольматационного осадка вокруг скважины, базируясь на данных постулатах, можно решить на основе изучения напряженного состояния в ИЗГ фильтрационно-емкостного пространства скважины расположенной на определенной глубине основного грунтового массива.

Общие закономерности в ИЗГ, протекающие в неявном виде, можно представить в виде выражения (1) следующим образом:

$$Y = F(x, y, z, t, a_1, \dots, a_i, \dots, a_n) \mp \Delta Y, \quad (1)$$

где:  $Y$  - изучаемая характеристика объекта исследования ИЗГ;

$x, y, z, t$  – координаты пространства ИЗГ и время;

$a_i$  - параметры, определяющие протекание процесса и зависящие от формы, структуры и состояния ИЗГ;

$\Delta Y$  - погрешность опыта, обусловленная влиянием неучтенных параметров в изучаемом процессе, т.е. отражение меры незнания воздействия других параметров и явлений.

Для системного подхода важным является определение структуры системы, включающей совокупность связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие. Применяя, теорию физического моделирования к ИЗГ и условие подобия полей неоднородных и анизотропных сред, имеем, что физические свойства сред природы и модели характеризуются тензорами напряжений  $\sigma_{ij}$ . Воссоздание полной аналогии структуры напряженно-деформированного состояние ИЗГ системы природы и модели является искусством экспериментатора. Создание эталона природного массива грунта соответствующего искусственным лабораторным условиям зависит от наработки имеющихся образцов физико-механических характеристик полученных экспериментально различными исследователями в разное время и на разнородных пластах.

До настоящего времени разработка методов по декольматации водозаборных скважин имела погрешности, состоящие в реальном отражении свойств природного массива в моделируемой среде при лабораторных исследованиях.

Изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) твердого кольматанта в скважине отразить в пределах одного водоносного горизонта очень трудно из-за неоднородности массива. Поэтому картину НДС в ИЗГ скважины на больших площадях получить сложно. Сделать научно-практические рекомендации в зависимости от изменения факторов внешней и внутренней среды позволяет физическое моделирование среды в лабораторных условиях. Такая среда должна повторять природный массив и условия зарождения в ней кольматации.

Методика инженерного расчета требует установление зависимостей основных производственно-экономических показателей и энергоемкости оборудования по декольматации скважин от давления пласта, глубины статического и динамического уровня и других параметров. Выяснение этих зависимостей от силового воздействия импульсного оборудования с созданием напряженного состояния на цилиндрическую выработку крепи ИЗГ и описанием физической картины разрушения твердого кольматанта требует проведения определенного количества экспериментов, приближенных к производственным условиям. Только воспроизводя производственные условия на лабораторных установках можно познать и описать сложные явления кольматации, происходящие в скважине в процессе эксплуатации. Добиться такого количества опытов в лабораторных условиях можно имея искусственно созданную среду продуктивного пласта. В нем процесс кольматации должен отражать природную закономерность и иметь определенные значения прочности, характеризующие физико-механические свойства среды ИЗГ.

На сегодняшний момент в РФ создана имитирующая натурная среда порового пространства с созданием требуемых физико-механических свойств (ф.м.с.), например, стенд «Пласт» в ОИВТ РАН [4]. Для этого необходимо знать ф.м.с. Особенность воссоздания среды для исследования кольматанта в том, что добыча такого материала, как аналога натурной среды, имеет определенные технические сложности:

1. Образование кольматационных осадков в заколонном пространстве скважины происходит на глубине несколько десятков или сотен метров.

2. Добыть кольматант в виде отбора проб для проведения анализа с таких глубин техническими приемами не получается.

3. Для получения исходного исследовательского материала необходимо произвести подъем обсадной трубы и фильтровой ее части, что реально сделать при списании скважины с эксплуатационного фонда (такой срок на практике происходит через 15-35 лет работы).

4. Удаление обсадной колонны из массива грунта ведется специальной грузоподъемной техникой с ее выдергиванием из прочностной крепи пласта, т.е. выполнить эту операцию без повреждений и разрушений кольматанта не удается.

5. При транспортировании тросом фильтрационной колонны на дневную поверхность по стволу скважины она подвергается дополнительному смещению и ударам о стенки цилиндрической крепи выработки. Это разрушает сформированный на фильтрационной колонне кольматант, что не допустимо.

Поэтому получить прочностной исходный материал ИЗГ в ненарушенном состоянии практически не возможно. По этим причинам

лабораторные эксперименты многими исследователям приходилось ставить в промышленных условиях, где нельзя изменять влияние гидрогеологических условий пласта. Поэтому некоторые вопросы отрабатывались в лабораторных условиях на модельных средах. По причине отсутствия исходных данных кольматации в ИЗГ вели эксперименты на бетонных растворах разной прочности. Несомненно, у твердого кольматанта, образующегося в ИЗГ скважины, и бетонов имеется схожесть в протекании физических процессов цементирования. Исследования автора [6] показали, что аналогию вести по составу формирования самого твердого тела кольматанта можно только с легким бетоном при наложении определенных допущений на связи внутри среды [1,2].

Таким образом, наше познание в изучении этого вопроса может продвигаться в своем развитии, если:

а) добыча кольматанта будет производиться из ИЗГ в нетронутом виде;

б) обеспечить накопление формирования очагов кольматанта на внутренних съемных фильтрационных элементах скважины или инженерного оборудования вблизи контактной зоны с ИЗГ;

в) будут созданы способы контроля (за счет применения новых физических способ определения, например, сканирования ИЗГ методом магнитно-резонансной томограммы - МРТ) НДС в ИЗГ с дневной поверхности без извлечения пробы кольматанта или считывание значений НДС в режиме реального времени.

Если в смежных областях, например, в нефтегазовом комплексе кольматируемые скважины и участки продуктивных пластов хорошо исследованы и изучены, то кольматирующие водозаборные скважины не имеют такой экспериментальной наработки и носят разрозненный характер. Поэтому результаты таких исследований произведенных в промышленных и лабораторных условиях на модельных скважинах на искусственно созданной кольматационной среде не позволяют их рекомендовать для практического использования, подтверждения научных гипотез и проверке теоретических исследований и формул. Это вносит некорректность в конечные результаты исследований, мешает их обобщению и сдерживает развитие отраслевого направления в вопросе декольматации водозаборных сооружений.

Работу по анализу физико-механических свойств кольматанта водозаборных скважин системно никто не проводил из-за отсутствия таких исследований. Исследования проведенные в 60-х, 70-х годах описывают свойства и структуру кольматанта водозаборов, которые имеют свои особенности по гидрогеологическим и напряженно-деформационным свойствам исследуемого пласта. Все это не дает

нового импульса в экспериментальной работе и продвижению в разработке технологий и оборудования по декольматации водозаборных скважин.

Научный вклад в установление границ ф.м.с. твердого кольматанта ИЗГ водозаборных скважин и пополнение банка данных указанных исследований сделан автором (Цымбалов А.А., 2014г.) [6], который в настоящее время формирует основы теории декольматационных процессов (ТДКП) водопропускных грунтовых сред. Образцы твердого неразрушенного кольматанта были добыты им на альбских отложениях Приволжско-Хоперского артезианского бассейна (с. Чардым Саратовской области, 2012г.). Прочностные, морфологические и петрофизические характеристики минералогического состава образцов исследуемого кольматанта проведены в лабораториях МГУ им. М.И.Ломоносова и РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. Данные исследования внесли уточнения в определение граничных условий ф.м.с. процессов кольматации в ИЗГ [5,6]. Это позволяет более точно формировать моделируемую среду при исследовании прочностных нагрузок на ИЗГ от внешних импульсных воздействий, влияющих на следующие процессы и параметры:

- а) разрушение кольматанта;
- б) улучшение работоспособности скважины и водозаборного устройства;
- в) повышение производительности скважины;
- г) увеличение эксплуатационного жизненного цикла скважины [7].

Выводы:

1. При физическом моделировании на воссоздание аналогии сред природы и модели влияет степень изученности ф.м.с. натурального массива.

2. Создание модельной среды как эталона возможно при накоплении исследовательского материала натурной среды.

3. Эволюционное развитие исследований закольматированных грунтовых сред произойдет при внедрении МРТ в экспериментальную и практическую работу.

Работа выполнена в рамках Программы НИР НО «Архимед» Arh.№ ТЭР-Р 642012-0001.000 «Исследование процессов кольматации околоскважинной среды и разработка методов декольматации водозаборных скважин».

### **Библиографический список**

1. Ахвердов И.Н. Легкий бетон / И.Н. Ахвердов, Н.С. Годзиев, И.М. Овадовский. - М.: Госстройиздат, 1955. - 100с.

2. Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов / И.В. Баклашов. - М.: Недра, 1988. - 271 с.

3. Власов К.П. Методы исследований и организация эксперимента /К.П. Власов, П. К. Власов К.П., А.А.Киселева, А.В.Осичев: под ред. К.П. Власова. Харьков: Изд-во «Гуманитарный центр»,2013. - 412с.

4. Украинский Л.Е. Экспериментальное исследование влияния волновой обработки на фильтрационные процессы в пористой среде, насыщенной жидкостью / Л.Е. Украинский. И.Г.Гусев, Н.В.Гун //Колебания и волны в механических системах: сб. науч. тр. Инс-та машиновед. им.А.А.Благоднарова; под ред.Р.Ф.Ганиева по матер. междуна. научно-техн. конф. 27-29 ноября 2012г. М.: Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2012. С.45-46.

5. Цымбалов А.А. Новые возможности метода очистки водозаборных скважин с импульсной активизацией призабойной зоны / А.А.Цымбалов // Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии: сб. науч. тр. / Хим. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: Макспресс, 2015. – С. 112-122.

6. Цымбалов А.А. Результаты исследований структуры кольтационных отложений в водозаборных скважинах / А.А.Цымбалов // Геологические науки – 2014: сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; Нижне-Волжск. НИИ геол. и геофиз. – Саратов: Изд-во СО Евро-азиат. геофиз. об-ва, 2014. – С. 79-81.

7. Цымбалов А.А. Условия профилактики кольтации и пролонгирования жизненного цикла водозаборных скважин // Геологические науки – 2014: сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; Нижне-Волжск. НИИ геол. и геофиз. – Саратов: Изд-во СО Евро-Азиат. геофиз. об-ва, 2014. – С. 82-84.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**A.A.Tsymbalov**

*LLC Scientific organization "Archimedes", Saratov*

#### **MODELING KOLMAT PERMEABLE SOILS: CHARACTERISTICS AND DEVELOPMENT CONDITIONS**

**Abstract.** *The article highlights the role of physico-mechanical properties of solid colmatant, forms the basis of model environment artificial soil areas well. Describes the difficulties of obtaining samples of solid colmatant formed by natural conditions in the natural array. Describes the scientific contribution of the author associated with the extraction of solid samples colmatant contributing to the development of the theory decommutation processes of soils. Work is performed under the Programme of research BUT « Archimedes» Arh. No. TER-R 642012-0001.000 "Study of the processes of mud filling the borehole environment and the development of methods decontaminate inflow paths from water wells".*

**Key words:** *modeling, system approach, physical simulation, artificial zone of the soil, kalimatan, model environment.*

УДК 536.21

**И.А. Чижов, Н.П. Заец**

*ФГКВБОУ ВПО ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ**

***Аннотация.** В статье представлен этап моделирования протекания тепловых потоков в многослойной конструкции, применяемые численные решения для математического моделирования. Перечислены учитываемые в модели параметры и проведён анализ факторов теплового неразрушающего контроля.*

***Ключевые слова:** моделирование теплопроводности, численное решение, тепловой контроль, многослойная конструкция.*

Основным методом неразрушающего контроля (НК) многослойных конструкций является метод акустического импеданса, применение которого характеризуется большими трудозатратами, а также обладает определёнными недостатками: не выявляет в конструкциях отслоения заполненные льдом, имеет ограничения по кривизне поверхности объекта контроля (ОК). В этой связи приоритетным направлением, учитывая развитие средств тепловизионного контроля, является тепловой метод НК. Тепловой метод неразрушающего контроля (ТНК) обладает высокой производительностью, применим к любым материалам, однако, в настоящее время широкого распространения в авиации не имеет из-за недостаточного методического обеспечения. По этой причине проводятся исследования с целью разработки методики ТНК многослойных конструкций для выявления отслоений обшивки от заполнителя. Одной из задач исследования является разработка математической модели протекания тепловых процессов в многослойной конструкции [1, 2].

Целью моделирования является:

- установление принципиальной возможности проведения теплового контроля;
- определение влияния исходных факторов на показатели контроля, информативные параметры;
- определение оптимальных показателей теплового контроля.

Для этого решались следующие задачи:

- создание математической модели на основе численных решений уравнений теплопроводности;

- выполнение моделирования нагрева и охлаждения дефектной и бездефектной зон многослойной конструкции;
- вычисление температуры на поверхности конструкции над дефектной и бездефектной зонами и определение её возникающей разности;
- проведение анализа полученных результатов.

Объектом контроля является обтекатель радиолокационной станции воздушного судна со стеклопластиковой обшивкой и полимерным наполнителем. Учитывая низкую тепловую диффузию в полимерных материалах, рассеиванием теплового потока в плоскости можно пренебречь и рассматривать протекание теплопроводности исключительно в глубь конструкции. Следовательно можем принять нашу модель одномерной и применить одномерные уравнения теплопроводности.

Численные решения дифференциальных уравнений теплопроводности представлены в формулах (1), (2), (3) [3]:

$$T_{i,k+1} = T_{i,k} + \frac{al}{h^2} (T_{i-1,k} - 2T_{i,k} + T_{i+1,k}) \quad (1)$$

$$T_{0,k+1} = \frac{T_a + \frac{\lambda}{\alpha h} T_{1,k+1}}{1 + \frac{\lambda}{\alpha h}} \quad (2)$$

$$T_{i,k+1} = \frac{\frac{\lambda_1}{h} T_{i+1,k+1} + \frac{\lambda_2}{h} T_{i-1,k+1}}{\frac{\lambda_1}{h} + \frac{\lambda_2}{h}} \quad (3)$$

где  $T_a$  – температура атмосферы над поверхностью ОК, °С;  $a$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup>;  $l$  – временной шаг, с;  $h$  – шаг по глубине конструкции, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м\*К).

Схема вычисления по уравнению (1) представлена на рисунке 1.

Формула (1) позволяет вычислять значения температур внутри материала, формула (2) применяется для вычисления значения температуры поверхности объекта на границе атмосфера-материал. Уравнение (3) применяется для вычисления значения температур на стыке двух твёрдых материалов (обшивка – наполнитель).

Бездефектную многослойную конструкцию представляем как обшивку и наполнитель имеющих идеальный контакт, дефектную зону представляем как обшивку и следующий за ней воздушный зазор. Уравнения (1), (2), (3) были применены в математическом редакторе Excel. Постоянными величинами являются теплоёмкость, плотность,

коэффициент теплопроводности, геометрические характеристики. Переменными параметрами являются температура объекта контроля, температура атмосферы в зависимости от этапа нагрева или охлаждения, а также коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , отражающий естественную конвекцию для этапа охлаждения и вынужденную для этапа нагрева. Временной диапазон нагрева и охлаждения первоначально не лимитировался. Значения температур нагревающего воздушного потока принимались исходя из технических возможностей нагрева и критических значений температур для полимерных композиционных материалов ПКМ (90 °С, 120 °С, 150 °С и 180 °С).

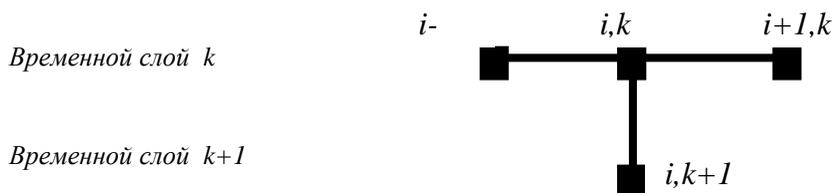


Рисунок 1 - Схема вычисления

На рисунке 2 представлено изменение температуры поверхности ОК с течением времени. В случае нагрева конвективным методом температура обшивки будет изменяться от точки О до точки А. В точке А происходит прекращение тепловой стимуляции и начинается этап охлаждения, которое сопровождается возникновением разности температур обшивки над дефектной и бездефектной зонами. Численное моделирование должно показать возможность проведения ТНК, что будет определяться по возникшей разности температур над дефектной и бездефектной зонами. Работа модели осуществлялась по схеме представленной на рисунке 3.

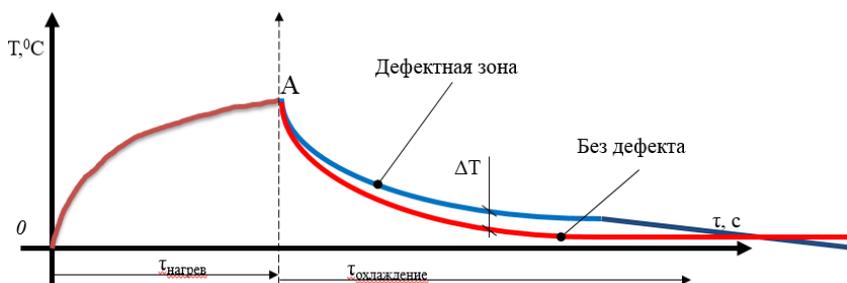


Рисунок 2 - Схема изменения температуры обшивки

При моделировании нагрева  $T_a$  принимается соответственно температуре нагревающего потока, начальная температура  $T_o$  равной температуре атмосферы, коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  соответственно значению при вынужденной конвекции. При моделировании этапа охлаждения  $T_a$  принимается равной температуре атмосферы, начальные значения температур конструкции  $T_o$  равными температурам достигнутым на этапе нагрева, коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  соответственно естественной конвекции.

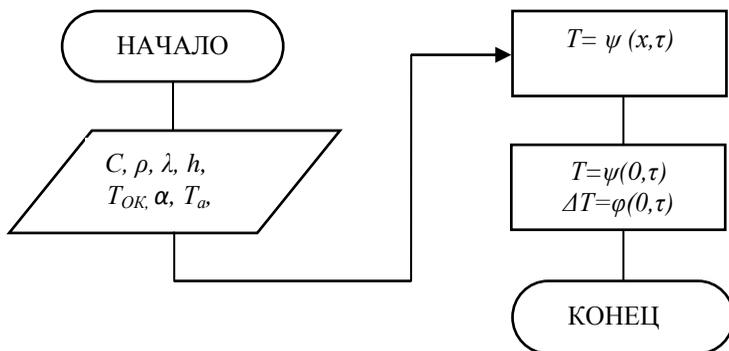


Рисунок 3 - Блок - схема модели

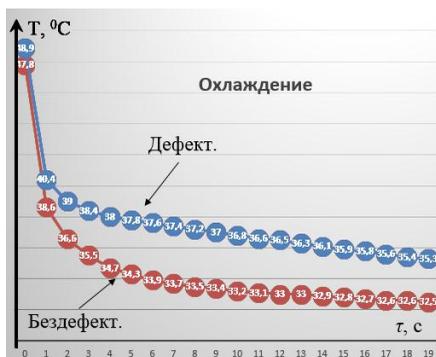
Например, при моделировании нагрева воздушным потоком с температурой  $T_a = 120^{\circ}\text{C}$  на шестой секунде была выявлена разность температур между зонами  $\Delta T = 1,1^{\circ}\text{C}$ . Данное значение на порядок больше чувствительности основной части тепловизоров. Очевидно, что и на этапе охлаждения разность температур для дефектной и бездефектной зон тоже будет создана. Поэтому с данного момента было начато моделирование охлаждения МСК. Полученные значения температур по глубине конструкции этапа нагрева для данного момента времени были приняты за начальные для моделирования этапа охлаждения. Процесс охлаждения обшивки над дефектной и бездефектной зонами отражён на рисунке 4а.

Из полученной зависимости  $\Delta T = \varphi(\tau)$  определялись следующие параметры:

- максимальная разность температур  $\Delta T_{\max}$  ( $\Delta T_{\max} = 3,7^{\circ}\text{C}$ ) – для оценки возможности проведения теплового контроля исходя из возможностей (характеристик) средств теплового контроля;
- время  $\tau$  достижения максимального значения  $\Delta T_{\max}$  ( $\tau = 6 \text{ с}$ ), т.к. неразрушающий контроль необходимо выполнять добившись максимального сигнала о дефекте;

- время  $\Delta\tau$ , в течении которого будет наблюдаться данный максимум ( $\Delta\tau = 3$  с), – для оценки возможности принятия решения дефектоскопистом.

Полученное  $\Delta T_{\max} = 3,7^{\circ}\text{C}$ , при чувствительности инфракрасных камер в  $0,1^{\circ}\text{C}$  позволяет говорить о возможности проведения контроля с меньшим временем нагрева. Т.о. рассматривались случаи нагрева в течении 1 с и 3 с, а также 12 с – для более глубокого представления о влиянии времени нагрева. Также моделировались процессы с теми же значениями времён, но различной температурой нагрева:  $90^{\circ}\text{C}$ ,  $150^{\circ}\text{C}$  и  $180^{\circ}\text{C}$ . Из полученных зависимостей  $\Delta T = \varphi(\tau)$  определялись вышеперечисленные параметры.



а



б

а – значения температур над дефектной и бездефектной зонами

б – разность температур над зонами

Рисунок 4 - Зависимости температуры от времени

Полученные результаты были отражены в плоскостях на которых по оси абсцисс обозначалось время нагрева  $\tau_{h_2}$ , по оси ординат обозначались  $\Delta T_{\max}$ ,  $\tau$ ,  $\Delta\tau$ .

Каждая плоскость соответствует определённой температуре нагревающего потока (рисунок 5): *а* - 90 °С, *б* - 120 °С, *в* - 150 °С, *г* - 180 °С.

Анализ полученных значений позволил сделать следующие выводы:

- проведение ТНК моделируемой многослойной конструкции, для выявления отслоений обшивки от заполнителя возможно при определённых показателях температуры нагревающего воздушного потока  $T_a$  и времени нагрева  $\tau_h$ ;

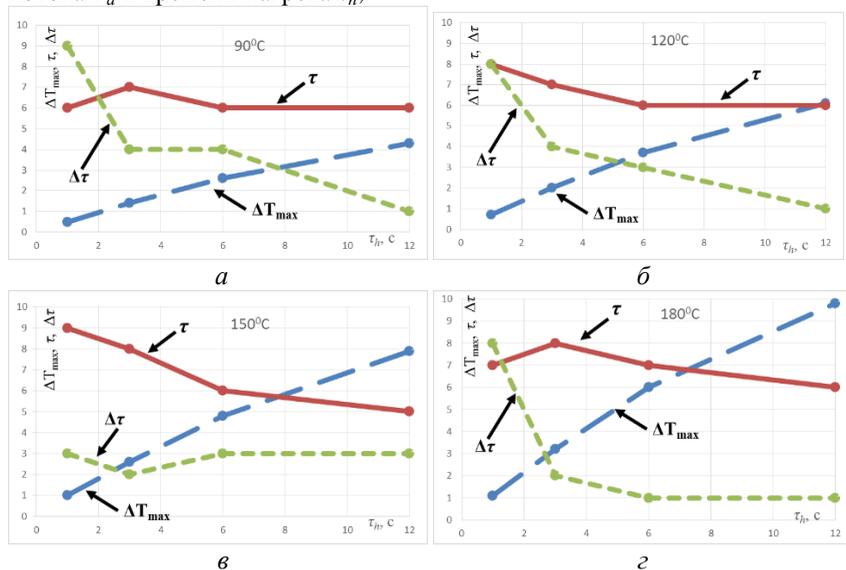


Рисунок 5 - Результаты моделирования

- увеличение времени нагрева приводит к росту разности температур дефектной и бездефектной зон, но уменьшает время наблюдения максимальной разности температур, повышает динамичность изменения температурных полей на поверхности ОК;

- увеличение температуры нагревающего воздушного потока приводит к росту разности температур дефектной и бездефектной зон, но уменьшает время наблюдения максимальной разности температур, повышает динамичность изменения температурных полей на поверхности ОК;

- увеличение времени нагрева или температуры воздушного потока слабо влияют на время достижения максимальной разности температур дефектной и бездефектной зон.

- высокая динамичность температурных полей является нежелательным явлением, т. к. сокращается время для оценки температурных аномалий и выявления дефектных зон.

### Библиографический список

1 Беда П. И. Методические рекомендации по контролю многослойных клеевых конструкций авиационной техники акустическими методами при эксплуатации и ремонте. б/м, 2005. 184 с.

2 Вавилов В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. – 2-е изд., доп. М.: Издательский дом «Спектр», 2013. 544с.

3 Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов. Учебное пособие для втузов. – 13-е изд. М.: Наука, 1985. 560 с.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

**I. A. Chizhov, N. P. Zaets**

**Air Force Academy (Voronezh)**

#### **PROCESS MODELING OF THERMAL CONDUCTIVITY OF A MULTILAYER STRUCTURE TO PERFORM THERMAL CONTROL**

**Abstract.** *The article presents phase flow simulation of heat flow in layered structures applied numerical solutions for mathematical modeling. Lists considered in the model parameters and the analysis of factors of thermal non-destructive control.*

**Keywords:** *modeling of heat conduction, numerical solution, thermal control, multi-layer design.*

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Абрамова Татьяна Викторовна, старший преподаватель каф. «Высшей математики-2» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, tanusha-atv@mail.ru

Абу-Бакр Али Фатхи Габер, мнс лаборатории математического моделирования физико-химических процессов в многофазных средах, аспирант кафедры математической физики- Уральский федеральный университет, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, alibakrm@yahoo.com

Богомолов Дмитрий Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГКВБОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж (ВУНЦ ВВС «ВВА»), mantisoff@mail.ru.

Валяева Галина Геннадьевна, к.э.н., доцент каф. Математические методы в экономике, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Васильева Татьяна Анатольевна, к.ф.-м.н., доцент, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет, институт математики и информационных технологий», г. Волгоград, tatiana\_vas@mail.ru.

Гончаренко Александр Вадимович, аспирант, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, e-mail: goncharenko@nm.ru

Ефимова Ксения Викторовна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, ksushaefimova@mail.ru.

Заец Николай Петрович, адъюнкт, ФГКВБОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж (ВУНЦ ВВС «ВВА»), zaecnp@mail.ru

Зубарев Андрей Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Andrey.zubarev@usu.ru.

Иванова Татьяна Александровна, к.э.н., доцент, доц. каф. ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, jun275@mgn.ru.

Ильшева Нина Николаевна, доктор. экон. наук, профессор, заведующая кафедрой учета, анализа и аудита, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, n.n.ilysheva@ustu.ru

Карелина Мария Геннадьевна, к.э.н., доцент каф. Экономики и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, marjyshka@mail.ru.

Киндаев Александр Юрьевич, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, alekindaev@yandex.ru.

Клюева Татьяна Юрьевна, студентка 3 курса направления подготовки «Экономика», профиль «Финансы и кредит», ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина» (ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина), г. Вологда

Липатников Андрей Владимирович, ведущий инженер, ООО «ММК-Информсервис», старший преподаватель кафедры экономики и маркетинга ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, e-mail lipass@mail.ru.

Мельникова Анна Викторовна, студентка, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург.

Моисеев Александр Владимирович, к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика и исследование операций в экономике», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет» или ПензГТУ, moigus@mail.ru

Мочалов Вячеслав Михайлович, к.т.н., доцент, руководитель территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, г.Барнаул.

Мхитарян Владимир Сергеевич, д.э.н, профессор, зав. отделением Статистики, анализа данных и демографии, ВШЭ, г. Москва.

Павлова Ирина Юрьевна, доцент кафедры статистики и экономического анализа, ФГБОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева», г. Курган, pavlova09061968@mail.ru

Плотникова Юлия Николаевна, заместитель начальника отдела статистики цен и финансов территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, ст. преп.

кафедры «Менеджмент», ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г.Барнаул, [ulyaiaplotnikova@inbox.ru](mailto:ulyaiaplotnikova@inbox.ru).

Реент Наталья Анатольевна, к.э.н., доцент каф. экономики и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Рыжков Александр Андреевич, магистрант 1 года обучения ИМИТ, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет, институт математики и информационных технологий», г. Волгоград

Рябова Ольга Анатольевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Савченко Ирина Алексеевна, аспирант, ФГБОУ ВПО «МГТУ им.Г.И. Носова», Магнитогорск, [irina\\_goncharova91@mail.ru](mailto:irina_goncharova91@mail.ru)

Степанова Анна Евгеньевна, экономист первой категории, ОАО «ММК», г. Магнитогорск, [e-mail.stepanova.ae@mmk.ru](mailto:e-mail.stepanova.ae@mmk.ru)

Трофимова Виолетта Шамильевна, к.э.н., доцент каф. экономики и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, [violat@mail.ru](mailto:violat@mail.ru).

Фомина Евгения Сергеевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, [Queen\\_bee@bk.ru](mailto:Queen_bee@bk.ru).

Хейнонен Виктория Анатольевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, [heinonen-viktori@mail.ru](mailto:heinonen-viktori@mail.ru).

Цымбалов Александр Алексеевич, кандидат технических наук, генеральный директор ООО Научная организация «Архимед» (ООО НО «Архимед»), г.Саратов, [arhimed64@mail.ru](mailto:arhimed64@mail.ru)

Шихова Оксана Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры статистики и информационных технологий, ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина» (ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина), г. Вологда, [oksana-shikhova@yandex.ru](mailto:oksana-shikhova@yandex.ru)

Научное издание

**ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ  
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник научных трудов  
международной заочной научно-практической конференции

Под общей редакцией В.С. Мхитаряна

Издается полностью в авторской редакции

Подписано в печать 16.06.2014. Рег. № 211-15. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.  
Плоская печать. Усл.печ.л. 9,50. Тираж 75 экз. Заказ 454.



Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГУ»  
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38  
Полиграфический участок ФГБОУ ВПО «МГУ»

**ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ  
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Сборник научных трудов  
международной заочной научно-практической  
конференции**

**Магнитогорск  
2015**