

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 Мхитаряна В.С.

Магнитогорск
2014

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., профессор 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, зав. каф. математических методов в экономике, МГТУ, г. Магнитогорск (технический редактор); *Булычева С.В.*, к.ф.-м.н., доцент каф. математических методов в экономике, МГТУ, г. Магнитогорск (научный редактор); *Трофимова В.Ш.*, к.э.н., доцент каф. математических методов в экономике, МГТУ (г. Магнитогорск).

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, 2014. – 295 с.

ISBN 978-5-9967-0484-2

УДК 51:330.4:62:378(06)

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И.Носова, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</u>	
А.В. Агуреева АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ	8
Е.В. Астратова ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКУПОК ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОАО «ММК» В СООТВЕТСТВИИ С СЕЗОННОЙ ДИНАМИКОЙ ЦЕН	12
Д.А. Асанина, В.Ф. Шишов ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРОВ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	21
А.А. Банных МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА ЗАЕМЩИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СКОРИНГА БЮРО КРЕДИТНЫХ ИСТОРИЙ	25
О.Е.Борисенко, Т.А. Иванова СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ. ПОДХОД М. КРИТСКОГО	33
О.Е.Борисенко, Т.А. Иванова ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТА ОЭСР	39
О.Е. Борисенко, Т.А. Иванова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОНОМИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИИ И ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	49
И.В. Бубис, К.Р. Гилязетдинова, Т.О. Дюкина О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ, ИНДЕКСОМ СЧАСТЬЯ, ИНДЕКСОМ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ИНДЕКСОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	57
М.Ц. Будажданаева РИСКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ	62
Т.А. Васильева, Д.Д. Зеленый СОЗДАНИЕ ОПЦИОННОГО КАЛЬКУЛЯТОРА ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ АЗИАТСКОГО ОПЦИОНА	71
К.И. Дубовских, А.А. Смирнова АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ БЕЗРАБОТИЦЫ И ВВП В РФ	78
К.И. Дубовских, А.А. Смирнова, В.Ш. Трофимова ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В АКТУАРНЫХ РАСЧЕТАХ	82
К.И. Дубовских, А.А. Смирнова, Н.А. Реент ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ХОЛЬТА-УИНТЕРСА	86
К.В. Ефимова, Г.Г. Валяева ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ	90

С.А.Ибрагимова, А.Ч. Тазобекова КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН	99
Т.А.Иванова ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ РФ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СМЕРТНОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ГРУПП ПРИЧИН	104
А.В. Липатников ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ И РИСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	110
В.М. Мочалов, Ю.Н. Плотникова ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	118
М.Г. Поликарпова, В.С. Мхитарян МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУР РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РФ	129
М.Г. Поликарпова, Е.С. Фомина ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РОССИЙСКИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ХОЛДИНГОВ В РАМКАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР	137
Е. И. Полухина, Н.А. Реент ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РФ	145
Е.Е.Сапрыкина, С.В. Булычева СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ	150
А.А. Смирнова, К.И. Дубовских, Г.Г. Валяева ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ПО МАРКОВИЦУ ДЛЯ АКЦИЙ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ	157
Д.Ю. Трофимов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОХОДОВ БЮДЖЕТА МЕТОДАМИ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРА И КЛАССИЧЕСКИХ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ	161
В.Ш. Трофимова, Е.В. Азовцев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ ПЕЧАТИ ДОКУМЕНТОВ В ОАО «ММК»	164
А.Г.Фёдорова, В.Ф.Шишов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ЖИЛЬЯ ДЛЯ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ ПОЖАРОВ	177
Е.С Фомина, Г.Г. Валяева МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА	186
Е.С. Фомина, Т.А. Иванова ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЙТИНГА СУБЪЕКТОВ РФ ПО УРОВНЮ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ С ПОМОЩЬЮ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДИКАТОРА	192
В.А. Хейнонен, Г.Г.Валяева СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ГЕНДЕРНОЕ НЕРАВЕНСТВО НА РЫНКЕ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ?	197

А. В. Шпак, Т.А. Иванова
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАНЯТЫХ В ЭКОНОМИКЕ 204

ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Т.В. Абрамова, В.И. Сырякин
ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОРИЕНТИРОВ В РОССИИ 209

Т.В.Абрамова
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ И ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ 213

О.С. Андросенко, Е.П. Маяченко
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ МЕТАЛЛА 219

О.С. Андросенко, Е.П. Маяченко
ПРИМЕНЕНИЕ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТЖИГА ХОЛОДНОКАТАНОГО МЕТАЛЛА В ПЕЧИ С ВОДОРОДНОЙ ЗАЩИТНОЙ АТМОСФЕРОЙ 225

А.Yu. Zubarev, A. F. Abu-Vakr
HYPERTHERMIA EFFECT PRODUCED BY NON-SPHERICAL MAGNETIC PARTICLES 230

А.Н. Калитаев, В.Д. Тутарова, Р.Г. Закирова
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА СЛЯБОВЫХ ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ 242

А.Ю. Киндаев, В.Ф. Шишов
НЕЙРОСЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ПОЖАРОВ 252

А.А. Николаев, Г.П. Корнилов, А.В. Ануфриев, Е.В. Повелица
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТУРА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДУГ 260

Б.Н.Парсункин, С.В.Булычева
ОПЕРАТИВНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ 271

В.Ф. Шишов
ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ АВАРИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ 282

Информация об авторах 292

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемые коллеги!

Математизация физики, химии, биологии, технических и социальных наук стала нормой, однако, успех математического моделирования в разных областях совершенно разный. О непостижимой эффективности математики в физике написал нобелевский лауреат Юджин Вигнер, назвав такой успех счастливым совпадением, которое очень трудно объяснить. Достижения математики в биологии более скромные, несмотря на усилия выдающихся математиков включая Тьюринга и Гельфанда. В социальных же науках, экономике и финансах, на мой взгляд, роль математики пока лишь вспомогательная и за редким исключением не принесла значимых результатов сравнимых с таковыми в физике или технике.

Конечно, есть лежащие на поверхности объяснения этому феномену, связанному с тем, что объекты исследования в биологии и экономике несравненно сложнее таковых в физике или химии. Впрочем, есть и более тонкие философские причины, которые стали часто обсуждаться после известной статьи Вигнера.

С практической же точки зрения решение этой проблемы лежит в совместных усилиях математиков, физиков, инженеров и экономистов в понимании содержательных процессов в естественных и социальных науках. В этом смысле настоящий сборник еще одна попытка объединить ученых из разных дисциплин для решения специфических задач с помощью математического моделирования.

Конечно, развитие процессов глобализации стимулирует применение математики для его описания, но часто это происходит простым перенесением известных математических методов из физики и химии в новые области. Вот почему важно для развития новых подходов объединение усилий специалистов из совершенно разных областей для стимулирования обмена содержательными идеями. Физику полезно послушать или почитать социолога и экономиста, финансисту чрезвычайно полезно понимание того, как мыслит инженер или химик. Трудности перевода преодолимы с помощью математики. Поэтому всякая инициатива для объединения ученых разных специальностей должна приветствоваться и поддерживаться. Этот сборник в русле этих идей и представляет поэтому несомненную ценность.

В качестве иллюстрации из истории хотелось бы вспомнить знаменитую формулу японского математика Ито, который разработал теорию стохастического дифференциала. Эта формула была результатом длительной эволюции обмена идеями между физиками и математиками.

И только в семидесятые годы 20 века Блэку и Шоулзу удалось ее применить в мире финансов, но настолько успешно, что тысячи финансистов по всему миру используют ее сейчас как инструмент. Ее использование в финансах стимулировало развитие новых областей в стохастической математике. Это редкий пример действительно громкого успеха математических наук в такой сложной системе как финансы. Несмотря на огромное количество математических моделей в экономике и финансах, они, как правило, не носят фундаментального характера сравнимых с законами Ньютона и Эйнштейна.

В заключение хотелось бы еще раз поддержать инициативу Магнитогорского университета в попытке объединить усилия математиков, экономистов и представителей технических наук в решении задач средствами математики. Главное здесь даже не решение специфических задач, а взаимное обогащение идеями из разных дисциплин. Междисциплинарные исследования сейчас не просто мода, а насущная необходимость.

Сергей Федотов

Профессор прикладной математики, директор совместных программ по математике, бизнесу и финансам Манчестерского университета, Великобритания.

УДК 338.2

А.В.Агуреева

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

***Аннотация.** В данной статье проанализировано внедрение инновационной технологии на предприятии. Была рассчитана себестоимость продукции, выпускаемой с использованием существующей и внедряемой технологий. Также был подсчитан срок окупаемости проекта по внедрению инновационной технологии с учетом возможных случайных изменений.*

***Ключевые слова:** инновация, себестоимость, затраты, объем выпуска, прибыль, дисконтированный срок окупаемости, спрос, случайные колебания, коэффициент вариации, датчик случайного распределения, коридор значений.*

Цель данной работы – проанализировать внедрение инновационной технологии на предприятии. Был проведен анализ инновационного процесса на примере ООО «ЗЖБИ №3». При разработке данной темы, был сделан упор на практическом аспекте.

ООО «ЗЖБИ №3» является одним из крупнейших предприятий в Самарской области, и в настоящий момент способно выпускать порядка 20 тысяч кубов изделий из сборного железобетона. Сегодня ООО «ЗЖБИ №3» использует классический метод формованы бетона - далее я буду называть этот метод технология №1. В скором времени планируется внедрение инновационной технологии (далее технология №2), технологии безопалубочного формования. Вкратце, главные различия этих двух методов заключаются в используемых производственных машинах и в занимаемой ими территории. Таким образом, главный вопрос, который был поднят при анализе, выгодно ли внедрение новой технологии. И если да, то каков срок окупаемости данного проекта. Сравнение технологий было проведено по следующим пунктам:

- Занимаемая производственная площадь
- Затраты на электроэнергию
- Затраты на оплату труда
- Объем выпуска

Результаты сравнений представлены на таблице 1.

Таблица 1 - Результаты сравнений технологий

	Технология №1	Технология №2
Материалы	2449,89	3138,05
ФЗП	193,53	305,27
Инвентарь доп.материалы	266	70,89
Занятая производственная площадь	1198	1080
Износ форм	52,7	0
ИТОГО переменные издержки	2962,12	3514,21
Непроизводственные издержки	4027,4	2961,32
ИТОГО издержки	6989,52	6475,53
Дополнительные затраты		
Стоимость оборудования		30000000
Половое покрытие		8000000
Услуги по установке, монтажу, пуске-наладке		5000000
Доп затраты		43000000
Объем производства (плит в день)	50	68
Выручка	440000	598400
Прибыль	90524	158063,96

Данные в таблице представлены в рублях. Первый блок затрат представляет собой перечень затрат на производство 1 плиты, которые в дальнейшем сыграют свою роль в формировании прибыли. Дополнительные затраты связаны как раз таки с внедрением инноваций на производство и отражают приобретение нового оборудования, изменение полового покрытия, демонтаж старого оборудования и монтаж, установку и наладку нового. Итак, после возможного внедрения технологии №2 переменные затраты должны упасть примерно на 18%. В то же время, непроизводственные издержки сократятся на 27%. Сумма дополнительных затрат будет учтена при расчете дисконтированного срока окупаемости проекта.

Таким образом, при использовании технологии №1 прибыль составляла 440000 руб в день, а после внедрения возможно увеличение до 598400 руб. Иначе, абсолютный прирост прибыли в перспективе будет

составлять около 158000 руб в день. Срок окупаемости проекта - около 2 лет (рис. 1).

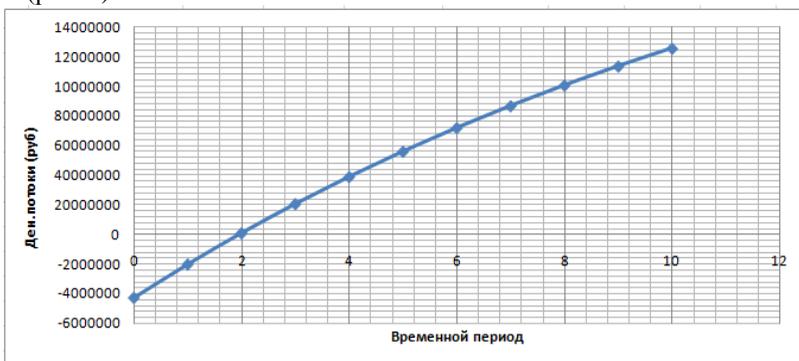


Рисунок 1 - Дисконтируемый срок окупаемости внедрения технологии №2

Таким образом, при существующем и достаточно большом спросе на эту продукцию, внедрение инновации целесообразно и способно привести к увеличению объема выпуска и размера прибыли (рисунок 2).

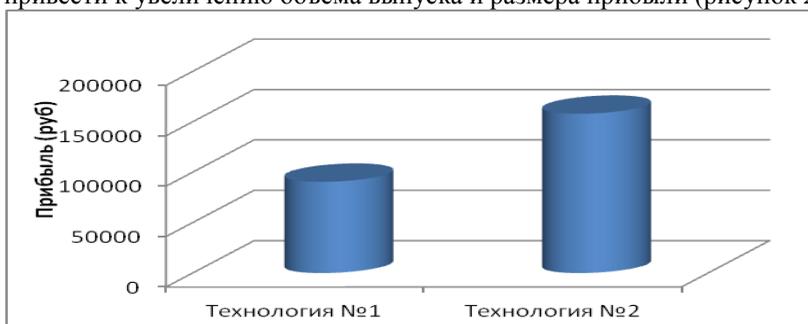


Рисунок 2 - Сравнение прибыли при исследуемых технологиях

Для учета возможных изменений в себестоимости выпускаемой продукции, была использована следующая формула:

$$x_i^* = m_x + m_x * k_i - y_i,$$

где

x_i^* - новое значение используемого в формировании себестоимости фактора,

m_x - его исходное значение, указанное в таблице 1,

k_i - коэффициент вариации, определённый экспертно,

y_i - параметр нормального распределения.

Используемые коэффициенты вариации отражают случайное отклонение используемых параметров, находятся в диапазоне от 0,03 до 0,06 и влияют на окончательный срок окупаемости проектов. По

результатам исследования различных коэффициентов вариации, было выяснено, что возможные колебания не критично меняют срок окупаемости (рис. 3).

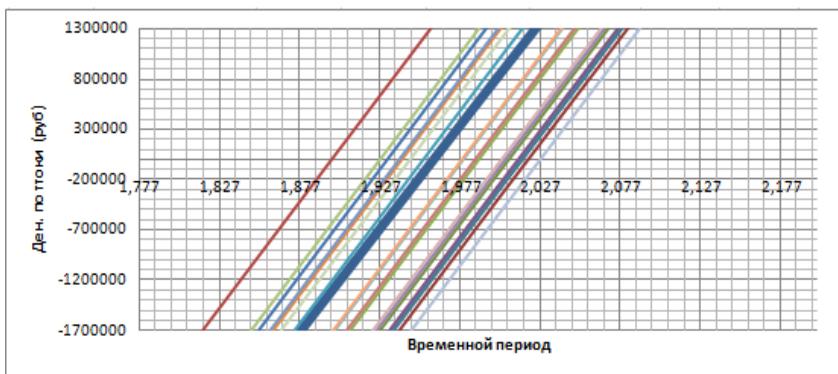


Рисунок 3 - Коридор значение дисконтируемого срока окупаемости

Таким образом, по результатам проведенной работы можно сделать вывод о том, что внедрение технологии №2 целесообразно и адекватно. Срок окупаемости даже при возможных колебаниях составит около 2 лет.

Библиографический список

1. Баранчев В.П. Управление инновационными проектами (стратегии прорыва хайтек-продуктов). Научно-практическое пособие. – М.: ООО Фирма «Благовест-В», 2007. – 192 с. (Объем 12,0 п.л. Тираж 2500 экз.).
2. Десмонд Г.М., Келли Р.Э.. Руководство по оценке бизнеса
3. Инновационный менеджмент. Справ.пособие / под ред. П.Н. Завлина и др; - М., 1998.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A.V.Agureeva

SSAU named by S.P.Koroleva

MANUFACTURING APPLICATION OF INNOVATION TECHNIQUE

Annotation. In this article manufacturing of innovation technique is analysed. It is found the production price which is formed by using the existing and the introducing technologies. It is also got the discounted payback period of the application-project with an allowance for risk.

Keywords: innovation, production price, costs, make quantity, profit, discounted payback period, demand, risk, coefficient of variation, sensor of the random allocation, range of the parameter points.

УДК 519.87

Д.А. Асанина, В.Ф. Шишов

Пензенский государственный технический университет, Россия

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРОВ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** Статья посвящена анализу показателей, характеризующих обстановку с пожарами в Пензенской области. Авторы предлагают несколько видов математических моделей для описания приведенных процессов и построения прогноза на 2014 год.*

***Ключевые слова:** пожар, пожарная безопасность, математическая модель, прогнозирование.*

Пожар – страшное бедствие, которое наносит не только большой материальный ущерб, но и невосполнимые потери человеческих жизней. Обстановка с пожарами на территории России по сей день является напряженной.

По данным отчета, за 2012 год в России произошло 162900 пожаров. Это на 3,3% меньше, чем за 2011 год.

По официальным статистическим данным в период с 2004 по 2013 гг. на территории города Пензы и Пензенской области произошло 18601 пожаров. Также имеются данные по ущербу от пожаров, уничтоженным зданиям, числу травмированных людей и их гибели. Можно отметить то, что с каждым годом количество пожаров сокращается. Если в 2004 году число пожаров составляло 2323, то к 2013 году эта цифра снизилась до 1292 случаев. Сокращение произошло более чем на 44% (рисунок 1).

Рассмотрим как складывается обстановка с пожарами по районам Пензенской области. По официальным статистическим данным в период с 2004 по 2013гг. по районам Пензенской области зарегистрировано 13403 пожаров. Необходимо отметить, что с каждым годом их количество сокращается. Если в 2004 году количество пожаров составляло 1613, то к 2013 году эта цифра снизилась до 956 случаев. Сокращение произошло более чем на 40%.

Прогнозирование количества пожаров и всех связанных с ними показателей является актуальной на сегодняшний день задачей для своевременного принятия необходимых мер с целью повышения пожарной безопасности в регионе. В работе проведен статистический анализ рассматриваемых показателей и построены модели регрессии, позволяющие определить прогнозные показатели по городским пожарам

на следующий год по каждому муниципальному образованию региона. Анализ построенных моделей показывает, что по некоторым показателям для большинства муниципальных образований хорошо подходят полиномиальные модели (как правило - полиномы 2-й степени). [3]



Рисунок 1 - Количество пожаров в Пензенской области в 2004 - 2013гг.

Так модель вида $y = 0,383x^2 - 50,379x + 779,75$ является наилучшей для описания изменения количества пожаров в г.Пензе (коэффициент детерминации $R^2 = 0,953$, средняя ошибка аппроксимации $e = 6,592\%$, $F_B = 50,2$, $DW = 1,67$) (рис. 2).

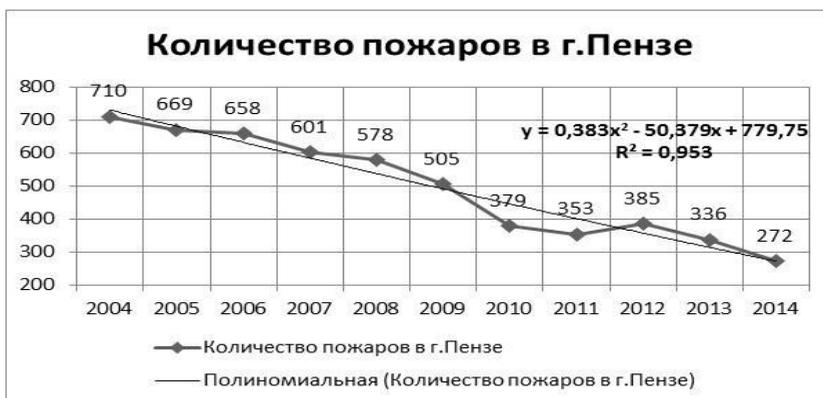


Рисунок 2 – Количество пожаров в г.Пензе с учетом прогноза на 2014 г.

Для описания изменения количества пожаров в Башмаковском районе Пензенской области наиболее подходящей является экспоненциальная модель вида

$$y = 67,439e^{-0,118x}$$

(коэффициент детерминации $R^2 = 0,9552$, средняя ошибка аппроксимации $e = 8,143\%$, $F_B = 38,7$, $DW = 1,67$) (рис. 3).

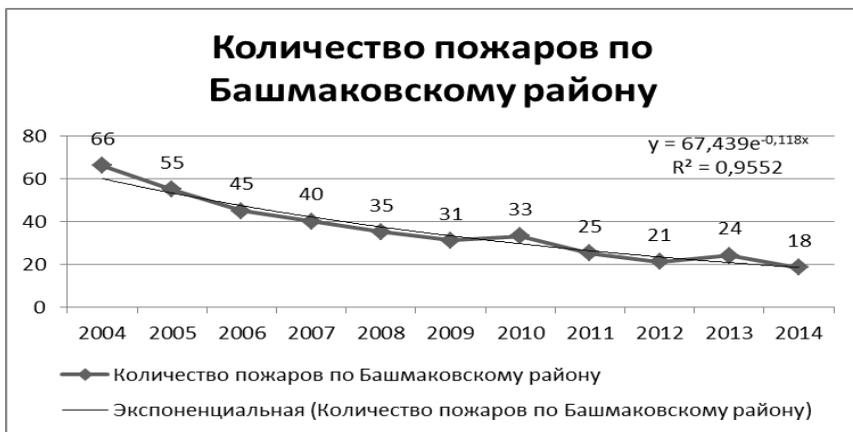


Рисунок 3 – Количество пожаров в Башмаковском районе с учетом прогноза на 2014 г.

Аналогичным образом были подобраны модели для описания изменения количества пожаров по всем муниципальным образованиям региона. В большинстве районов Пензенской области наблюдается явная тенденция снижения количества пожаров в 2014 году. В таблице 1 приведены прогнозные значения количества пожаров на 2014 год для некоторых муниципальных образований.

Таблица 1 - Прогнозные значения количества пожаров на 2014 год

Районы	Год					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Башмаковский	31	33	25	21	24	18
Бековский	20	29	17	18	13	13
Белинский	54	38	23	36	34	28
Бессоновский	92	100	76	74	69	53
Вадинский	39	32	23	19	19	12

Для описания изменения количества погибших при пожаре людей по Городищенскому району была подобрана полиномиальная модель вида

$$y = -0,186x^2 + 1,860x + 3,117$$

(коэффициент детерминации $R^2 = 0,9848$, средняя ошибка аппроксимации $e = 7,458\%$, $F_B = 26,7$, $DW = 1,53$) (рис. 4).



Рисунок 4 – Количество погибших при пожаре людей в Городищенском районе с учетом прогноза на 2014 г.

Для описания изменения количества погибших при пожаре людей по Сосновоборскому району была подобрана полиномиальная модель 3 степени вида

$$y = 0,063x^3 - 1,099x^2 + 5,035x - 1,457$$

(коэффициент детерминации $R^2 = 0,9273$, средняя ошибка аппроксимации $e = 5,863\%$, $F_B = 31,9$, $DW = 1,61$) (рисунок 5).

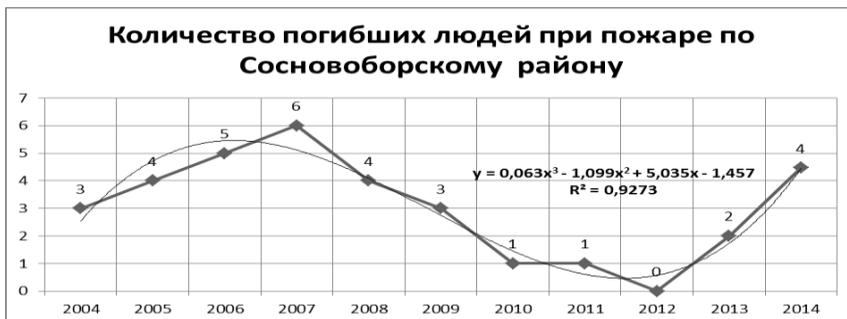


Рисунок 5 – Количество погибших при пожаре людей в Городищенском районе с учетом прогноза на 2014 г.

Аналогичным образом были подобраны модели для описания изменения количества погибших при пожаре людей по всем муниципальным образованиям региона. В таблице 2 приведены прогнозные значения количества погибших на 2014 год для некоторых муниципальных образований.

Таблица 2 - Прогнозные значения количества погибших при пожаре людей на 2014 год

Районы	Год					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Башмаковский	5	9	6	5	7	5
Бековский	1	4	4	3	3	2
Белинский	9	10	7	3	6	4
Бессоновский	13	10	7	14	4	2
Вадинский	4	1	1	3	4	3

Аналогичным образом была подобрана модель для описания изменения травмированных людей. Например, в г. Пензе количество травмированных людей в результате пожаров можно описать с помощью экспоненциальной модели

$$y = 83,695e^{-0,128x}$$

(коэффициент детерминации $R^2 = 0,8887$, средняя ошибка аппроксимации $e = 8,146\%$, $F_B = 34,7$, $DW = 1,56$) (рисунок 6).

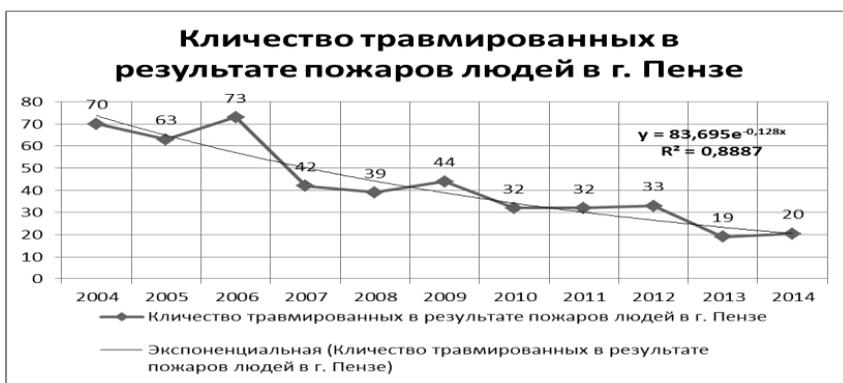


Рисунок 6 – Количество травмированных при пожаре людей в г. Пензе с учетом прогноза на 2014 г.

Подобным образом были подобраны модели для описания изменения количества травмированных при пожаре людей по всем муниципальным образованиям региона. В таблице 3 приведены прогнозные значения

количества травмированных на 2014 год для некоторых муниципальных образований.

Таблица 3 - Прогнозные значения количества травмированных при пожаре людей на 2014 год

Районы	Год					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Башмаковский	0	5	0	5	2	1
Бековский	0	1	0	0	0	0
Белинский	0	3	2	4	2	1
Бессоновский	4	7	0	8	5	3
Вадинский	1	2	1	1	5	2

На рисунке 11 представлено изменение причиненного пожарами ущерба в Наровчатском районе в период с 2004 по 2013 год с прогнозом на 2014. Наибольший материальный ущерб пожары причинили в 2007 году (1114 тыс.руб.), наименьший – в 2011 (115 тыс.руб.).

Изменение ущерба от пожаров в Наровчатском районе можно описать с помощью полиномиальной модели

$$y = 7,149x^3 - 154,45x^2 + 908,36x - 710,21$$

(коэффициент детерминации $R^2 = 0,8037$, средняя ошибка аппроксимации $e = 7,489\%$, $F_B = 36,3$, $DW = 1,6$) (рисунок 7).



Рисунок 7 – Ущерб, причиненный пожарами в Наровчатском районе, с учетом прогноза на 2014 г.

Подобным образом были подобраны модели для описания изменения материального ущерба от пожара по всем муниципальным образованиям

региона. В таблице 4 приведены прогнозные значения ущерба на 2014 год для некоторых муниципальных образований.

Таблица 4 - Прогнозные значения материального ущерба от пожара на 2014 год (тыс. руб.)

Районы	Год					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Башмаковский	289	603	752	267	50	37
Бековский	882	486	148	1459	213	86
Белинский	1876	0	0	627	80	51
Бессоновский	5374	4053	3340	2638	997	268
Вадинский	590	326	237	36	0	2

В некоторых случаях наиболее подходящими являются авторегрессионные модели, в которых регрессорами выступают лаговые переменные, модели АРМА.

$$\tilde{y}_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Величину лага в модели определяли по частной автокорреляционной функции. В результате получили авторегрессионную модель первого порядка

$$\tilde{y}_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Для идентификации модели АРМА рассмотрим частную автокорреляционную функцию по моделям с разным числом лагов.

Частная автокорреляционная функция представляет собой серию частных коэффициентов автокорреляции, которые измеряют связь между текущим уровнем динамического ряда y_t и предыдущими значениями $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k}, \dots$ в условиях, когда влияние других промежуточных временных лагов устранено.

Так частный коэффициент автокорреляции при лаге k будет представлять собой корреляцию y_t и y_{t-k} , очищенную от влияния $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k-1}$.

Для автокорреляционного процесса порядка p частная автокорреляционная функция отлична от нуля при $k \leq p$ и равна нулю при $k > p$. Это позволяет определить порядок p процесса АР.

Так, например, изменение количества пожаров в Нижнеломовском и Сердобском районе Пензенской области за 10 лет (с 2004 по 2013 гг.) представлено в виде динамических рядов (табл.5).

Таблица 5 - Изменение количества пожаров

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Нижнеломовский район	90	85	82	81	69	70	63	42	52	40
Сердобский район	80	78	76	75	64	69	53	51	46	39

Частная автокорреляционная функция рассматриваемого процесса представлена в табл. 6.

Таблица 6 - Частная автокорреляционная функция

Лаг	1	2	3	4	5
Нижнеломовский район	0,781	0,245	0,096	0,108	0,089
Сердобский район	0,763	0,204	0,87	0,081	0,069

Частная автокорреляционная функция, начиная с лага $P = 2$ достаточно мала (близка к нулю). Аналогичная картина наблюдается и для других муниципальных образований. Поэтому рассматриваемый процесс будем определять его значениями только в предшествующий период времени $t-1$ (также этому способствует и достаточно малая длина временного ряда), т.е. будем рассматривать авторегрессионную модель первого порядка:

$$\tilde{y}_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Используя авторегрессионную модель первого порядка построим модели изменения количества пожаров по муниципальным образованиям Пензенской области. Так, например, количество пожаров в Сердобском районе моделируется зависимостью:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_t &= -5,194 + 1,01 y_{t-1} \\ R^2 &= 0,818, F_B = 31,36 \end{aligned}$$

Количество пожаров в Нижнеломовской районе моделируется зависимостью:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_t &= 0,806 + 0,91 y_{t-1} \\ R^2 &= 0,732, F_B = 19,13 \end{aligned}$$

Аналогичные модели авторегрессии строим и по другим муниципальным образованиям.

По результатам моделирования получаем прогнозные значения количества пожаров на 2014 год (табл. 7).

Таблица 7 - Прогнозные значения количества пожаров в некоторых районах на 2014 год в Пензенской области

Районы	Год					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Неверкинский	22	19	17	16	15	15
Нижнеломовский	70	63	42	52	40	37
Никольский	77	61	53	58	43	40
Сердобский	69	53	51	46	39	34
Шемьшейский	34	29	29	26	17	15

Таким образом, в тех случаях, когда подобранная полиномиальная модель для описания процессов, связанных с пожарами, является неадекватной, необходимо воспользоваться авторегрессионной моделью. Представленные виды моделей наиболее точно подходят для описания приведенных процессов с целью принятия управленческих решений для определения компенсационных выплат пострадавшим и разработки оптимальной противопожарной политики в Пензенской области.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.gks.ru/>
2. Пожары и взрывы и их поражающие факторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://yourlib.net/content/view/10851/125/>
3. Козлов А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. Статистический анализ данных в MS Excel. Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012.–320с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

D.A. Asanina, V.F. Shishov

Penza State Technological University, Penza

CREATION OF MATHEMATICAL MODELS AND FORECASTING OF FIRES IN THE PENZA REGION

Abstract. *This article analyzes the indicators characterizing the situation with fires in the Penza region. The authors offer several types of mathematical models to describe the above processes and the forecast was for 2014.*

Key words: *fire, fire safety, the mathematical model, prediction.*

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКУПОК ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОАО «ММК» В СООТВЕТСТВИИ С СЕЗОННОЙ ДИНАМИКОЙ ЦЕН

Аннотация. В статье рассмотрено решение задачи оптимизации закупок сырья на основе прогнозных моделей закупок и алгоритма перераспределения объемов закупаемого сырья по месяцам.

Ключевые слова: оптимизация, нейросетевая модель, закупка сырья.

В настоящее время на предприятиях черной металлургии сложилась тяжелое финансовое положение.

В последние годы Россия уже традиционно занимала четвертое место в мире по объемам выплавки стали. Однако в 2009 году практически все страны мира, за исключением Китая, Индии и некоторых других, резко сократили выплавку стали.

Российский рынок кризис тоже коснулся, уже в 2010 году Россия заняла лишь пятое место по производству стали. По итогам 2013 года она остается на данном месте, уступая Китаю, Японии, США и Индии (Россия, с объемами производства на уровне 69,4 млн. тонн в 2013 году, снизила свою долю в мировом производстве на -0,2%.)

Черная металлургия занимает важное место в экономике России и формировании ее промышленного потенциала. Значительна роль отрасли в российском экспорте. Доля отрасли в формировании ВВП страны составляет около 6-7%.

Особенностью металлургических предприятий является то, что главная статья затрат у них - это закупаемое сырье.

В последнее время наблюдается рост цен на железорудное сырье, поэтому основной задачей у предприятий, не имеющих своей железорудной базы, является сокращение затрат на закупаемое сырье при помощи оптимизации закупок.

Для решения этой задачи, на примере ОАО «ММК» были выполнены исследования годовых колебаний цен на закупаемое сырье, построена экономико-математическая модель для оптимизации затрат на закупку железорудного сырья. В процессе решения поставленной задачи были проведены следующие исследования:

- анализ динамики цен концентрата с 2006 по 2013 год;

- построение экономико-математической модели для прогнозирования цен;
- оптимизация закупок сырья в соответствии с контрактными условиями поставки железорудного сырья.

Анализ динамики отклонения среднегодовых цен на концентрат по месяцам показал следующие результаты:

- наименее прогнозируемые месяца – январь, февраль, март;
- месяца, в которые цена на сырье повышается относительно среднегодовых – май, июнь, июль, ноябрь, декабрь;
- месяца, в которые цена на сырье снижается относительно среднегодовых – апрель, август, сентябрь, октябрь.

Методика построения графика отклонения среднемесячной цены на концентрат:

$$\Delta C_{ij} = \sum (C_{ij} - C_{срj}) \cdot K_j \quad (1)$$

где $K_j = C_{ср12} / C_{срj}$ – коэффициент роста цен;

ΔC_{ij} – сумма отклонений средней цены i -ого месяца j -ого года от среднегодовой цены ($i = 1 \dots 12$; $j = 1 \dots 7$).

Для описания колебаний цен на концентрат были построены следующие модели: мультипликативная, аддитивная, регрессионная, но наиболее достоверной оказалась авторегрессионная модель, значимость уравнения составила 88%

$$Y = 172,21 + 1,01Y_{-1} - 0,33Y_{-2} + 0,27Y_{-3} \quad (2)$$

Результаты исследований были интегрированы в нейросетевую модель прогнозирования. Нейронная сеть – это программная реализация математических моделей, построенных по принципу работы нервных клеток живого организма.

Вся сеть состоит из входного нейрона, они связаны с ядром нейрона с помощью синапсов, на которых программа предполагает вес (коэффициент) с которым берется цена.

Ядра нейрона осуществляют обработку входных сигналов, которые после их обработки, т.е. сжатия в одну функцию отправляют на аксон и переходят на слой скрытых нейронов, на которых веса корректируются, после чего поступают на выходной нейрон. Далее программа высчитывает отклонения полученных цен от фактических и если она больше чем та, которая была задана изначально, то обучение начинается заново.

Результатом исследования стало обоснование возможности снижения затрат на сырье путем перераспределения объемов закупаемого сырья по месяцам.

Изменение графика закупок проводилось на следующих условиях:

- изменение объемов закупаемого сырья ограничивалось условиями контракта
- перенос объемов по месяцам проводился на основе построенных моделей
- общий объем закупаемого сырья в году остается неизменным
- временно свободные денежные средства размещаются на депозит, недостаток покрывается кредитом

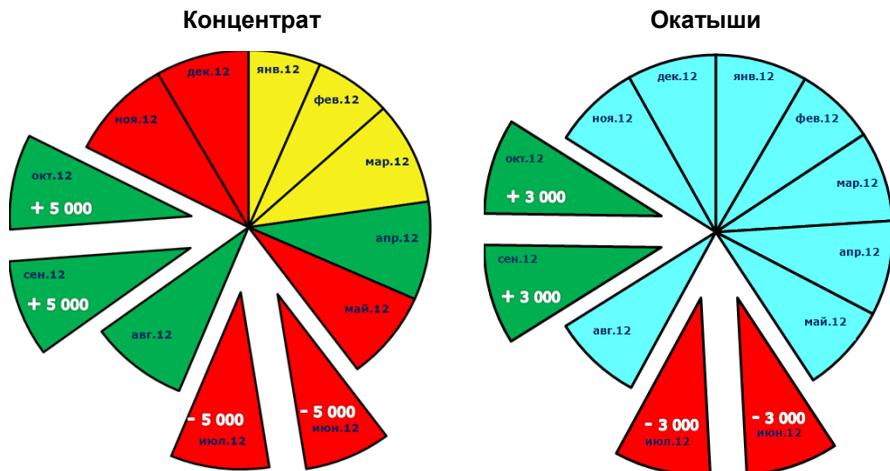


Рисунок 1 - Изменение объемов закупаемого сырья по месяцам

В соответствии с представленным изменением графика закупок концентрата (рисунок 1) приемлемая экономия ОАО «ММК» составила бы 8 494 тысячи рублей, при этом структура закупок концентрата поменялась незначительно.

По аналогичному графику были изменены закупки окатышей, приемлемая экономия составила 5 336 тысяч рублей.

Максимальная экономия может составить около 400 млн. руб., однако, значительно увеличивается риск непоставок сырья и срывов в производстве, так как в таком случае нарушаются условия заключенных контрактов.

Таким образом можно сделать следующие выводы:

Во-первых, «ММК» имеет резерв для снижения себестоимости продукции.

Во-вторых, при составлении плана закупок необходимо учитывать сезонные колебания цен, даже при небольшом изменении объема закупок можно получить прибыль.

В-третьих, разработанную модель можно применять для оперативного планирования цен на железорудное сырье.

Библиографический список

1. Годовые отчеты ОАО "ММК" 2007-2012 гг.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

E.V. Astratova

NMSTU, Magnitogorsk

OPTIMIZATION OF PURCHASES OF IRON ORE TO MMK IN ACCORDANCE WITH THE SEASONAL DYNAMICS OF PRICES

Abstract. In the article the decision of a problem of optimization of purchases of raw material on the basis of forecast models procurement and algorithm of redistribution of volumes of purchased raw materials for months.

Key words: optimization, neural network model, purchase of raw materials.

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА ЗАЕМЩИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СКОРИНГА БЮРО КРЕДИТНЫХ ИСТОРИЙ

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме включения данных о кредитной истории заемщика в систему оценки риска по кредитной заявке. Предложено несколько методик совмещения оценок, полученных с помощью двух скорингов: скоринга, основанного на социальных параметрах заемщика, и скоринга, основанного на кредитной истории. Оценена эффективность предлагаемых методик на примере регионального розничного банка.*

***Ключевые слова:** кредитный риск, кредитный скоринг, скоринг бюро кредитных историй, коэффициент Джини, критерий Колмогорова-Смирнова.*

Скоринговые технологии, основанные на статистических методах, позволяют банкам успешно решать задачи оценки вероятности дефолта заемщика и управления кредитным риском всего банка. Однако всегда остается актуальной проблема недостатка информации о кредитной истории. Немногие финансовые организации располагают качественными и информативными данными о своих заемщиках. С развитием сервисов, предоставляемых бюро кредитных историй (БКИ), банки получили возможность использовать в моделях агрегированные данные о платежной дисциплине заемщиков в виде скорингового балла БКИ. Таким образом, становится актуальной проблема совмещения оценки риска заемщика, основанной на социальных параметрах (анкетного скоринга), и оценки риска заемщика, основанной на кредитной истории (скоринга БКИ), поскольку эффективность прогноза модели в рамках интегральной системы может быть значительно ниже эффективности прогноза каждой скоринговой модели взятой в отдельности. Целью данного исследования является разработка методики оценки риска потенциального заемщика на основе совмещения оценок, полученных с помощью анкетного скоринга банка и скоринга БКИ.

Скоринг БКИ (application scoring), запрашиваемый на этапе обработки кредитной заявки, предсказывает вероятность возникновения у заявителя 90-дневной непогашенной задолженности по кредиту в течение последующих 12 месяцев. Скоринговая оценка рассчитывается на основе информации из кредитного отчета. При расчете балла учитываются следующие данные, характеризующие поведение заемщика: давность и

длительность кредитной истории; глубина и частота возникновения просроченной задолженности; количество открытых и закрытых счетов; типы используемых кредитов (автокредит, ипотека, кредитная карта, розница); сумма задолженности; количество запросов кредитной истории и другая доступная бюро информация.

По своей прогностической силе поведенческие данные имеют большее значение, чем демографические характеристики анкетного скоринга, так как они ближе к реальному поведению человека по отношению к обслуживанию долга, чем типичные переменные для скоринга по демографическим данным, такие как пол, возраст, образование, семейное положение и др. Скоринг по демографическим характеристикам отражает «образ» типичного клиента целевой группы банка, а также, косвенно, социально-экономические показатели конкретного региона. В результате совмещения в модели оценки кредитного риска заемщика поведенческих и демографических данных повышается ее прогностическая сила.

Построение совмещенной оценки состоит из нескольких этапов: оценки качества скоринга БКИ на портфеле банка, выбора способа совмещения внешних и внутренних оценок.

Качество скоринговой оценки БКИ на портфеле банка проверялось с помощью ретро-скоринга. Ретро-скоринг – это услуга, предоставляемая бюро кредитных историй. Название имеет приставку «ретро», так как расчет скоринговой оценки производится на определенный момент в прошлом. Для целей application scoring балл рассчитывается на момент подачи кредитной заявки. Полученная оценка была сопоставлена с реальным поведением заемщика, на основе полученных результатов был сделан вывод об эффективности моделей на популяции банка.

В анализе участвовали три крупнейших кредитных бюро России, совместный охват кредитных историй которых составляет 90% от общего числа потенциальных заемщиков [1].

По каждому бюро была рассчитана доля идентифицированных заявок (Hit Rate). Hit Rate – это показатель, отражающий долю заявок, по которым был получен скоринговый балл. Для расчета использовались одинаковые выборки объемом 200 тыс. заявок, отправленные в три бюро – БКИ1, БКИ2, БКИ3.

Таблица 1 - Сравнение показателей Hit Rate

БКИ1		БКИ2		БКИ3	
Количество полученных оценок	Hit Rate	Количество полученных оценок	Hit Rate	Количество полученных оценок	Hit Rate
156 784	47%	158 124	51%	164 836	56%

Наивысший показатель Hit Rate у БКИЗ. В этом бюро было рассчитано наибольшее количество оценок.

Качество прогноза, полученного с помощью моделей бюро, оценивалось с помощью коэффициента Джини и критерия Колмогорова-Смирнова. Коэффициент Джини позволяет судить о дискриминирующей способности модели, то есть способности отличать «хороших» и «плохих» заемщиков. Статистика KS показывает, насколько на определенном уровне скорингового балла и ниже доля плохих кредитов превышает долю хороших. Чем значительнее разница между долей плохих и хороших кредитов, тем выше данный показатель и эффективнее работа скоринговой модели [2].

Таблица 2 - Показатели Gini и KS

Показатель	БКИ1	БКИ2	БКИ3	Анкетный скоринг
Индекс Gini	0,54	0,32	0,59	0,47
Статистика KS	38,50	23,70	43,60	45,30

Интерес также представляет кумулятивное распределение «хороших» и «плохих» заемщиков. Качество модели тем лучше, чем меньше «хороших» заемщиков модель будет отсекал при одобрении 50% «плохих».

Таблица 3 - Кумулятивное распределение «хороших» и «плохих»

Модель	Кумулятивный процент «плохих»	Кумулятивный процент «хороших»
БКИ1	50,97%	12,43%
БКИ2	50,56%	27,95%
БКИ3	50,18%	12,56%
Анкетный скоринг	50,33%	10,90%

Как видно из таблицы 2, наилучшими прогностическими свойствами обладает модель БКИЗ, поэтому все расчеты проведены с использованием скоринговых оценок этого бюро.

Существует несколько методов построения интегральной системы оценки. При последовательной стратегии заявитель, не прошедший определенный этап, не переходит на следующий. При последовательном подходе клиент оценивается сначала на основе анкетного скоринга, затем — с помощью скоринга БКИ. Клиенты, набравшие по первой модели балл ниже порогового, отсеиваются, и дальнейшая работа системы в отношении данных клиентов прекращается. При матричном подходе к применению общей системы оценки ее элементы функционируют

совместно; между прогнозами отдельных частей системы допускается компромисс. Например, клиент может получить низкий показатель по одной из скоринговых моделей и высокий - по другой; его общая оценка в таком случае будет удовлетворительной [2].

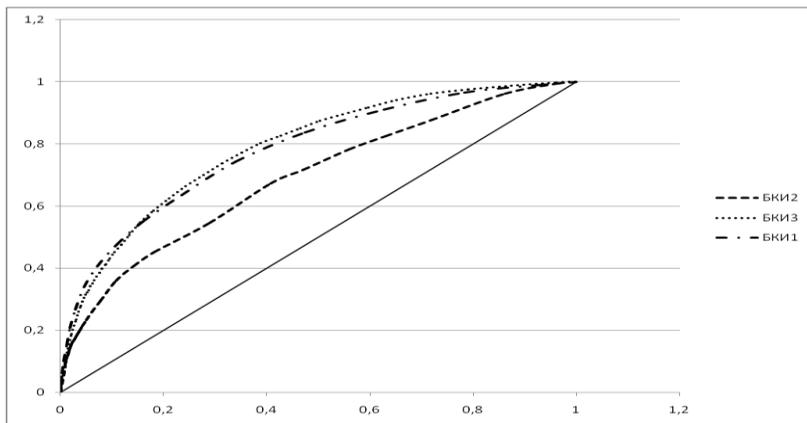


Рисунок 1 - ROC-кривые для скоринговых оценок трех бюро

Сравним между собой несколько подходов к совмещению анкетного скоринга и скоринга БКИ. Первая методика предполагает следующий алгоритм действий. На первом этапе на основе данных ретро-скоринга была построена матрица оценок вероятностей. Каждый элемент матрицы — это историческая оценка вероятности дефолта по группе клиентов с определенным сочетанием скоринговых баллов по двум моделям. Далее были рассчитаны поправочные коэффициенты к оценке вероятности дефолта, получаемой на основе модели анкетного скоринга (табл. 4).

Формула для расчета поправочного коэффициента: $k = \frac{P_{i,j}}{a_i}$, где k

поправочный коэффициент; $P_{i,j}$ - историческая оценка вероятности дефолта, рассчитанная на основе ретро-скоринга, в i -ом диапазоне по анкетному скорингу и в j -ом диапазоне по скорингу БКИ; a_i – средний скоринговый балл по i -ому диапазону анкетного скоринга.

Таблица 4 - Матрица вероятностей и коэффициенты для БКИЗ

Диапазон баллов анкетного скоринга	Матрица вероятностей				Коэффициенты			
	Диапазон баллов БКИ				Диапазон баллов БКИ			
	Больше или равно 755	От 755 до 722 включ.	От 722 до 678 включ.	Менее 678	Больше или равно 755	От 755 до 722 включ.	От 722 до 678 включ.	Менее 678
От 0 до 2%	0,34%	1,01%	1,34%	3,30%	0,31	0,91	1,21	2,98
От 2 до 4%	0,86%	1,82%	3,19%	7,10%	0,30	0,63	1,10	2,44
От 4 до 6%	1,43%	2,94%	3,68%	9,69%	0,29	0,60	0,75	1,98
От 6 до 8%	1,96%	4,42%	5,78%	12,88%	0,28	0,64	0,83	1,86
От 8 до 10%	2,40%	3,41%	7,60%	17,63%	0,27	0,38	0,85	1,97
От 10 до 12%	3,32%	6,17%	8,45%	20,63%	0,30	0,56	0,77	1,88
От 12 до 14%	4,32%	5,75%	6,94%	19,74%	0,33	0,44	0,54	1,53
От 14 до 16%	4,37%	4,75%	11,30%	23,51%	0,29	0,32	0,76	1,58
От 16 до 18%	4,50%	6,67%	11,66%	25,93%	0,27	0,39	0,69	1,53
Более 18%	7,57%	7,54%	14,02%	31,89%	0,30	0,30	0,56	1,28

Пусть s - это анкетный скоринговый балл. Окончательная оценка вероятности дефолта заемщика получена путем умножения анкетного скорингового балла на поправочный коэффициент, соответствующий группе заемщика, определяемой на основе набранных баллов, и равна $s' = \min\{s \cdot k; 1\}$.

Вторая методика предполагает разработку статистической модели, использующей в качестве независимых переменных две скоринговые оценки. В рамках данного подхода была построена модель логистической регрессии, в которой баллы анкетного скоринга и баллы бюро участвуют как категориальные переменные.

В этой модели была введена специальная категория: нет кредитной истории.

Качество регрессионной модели оценивается при помощи функции подобия. Мерой правдоподобия служит величина $-2 \text{ Log Правдоподобие}$. Этот показатель для полной модели, включающей все переменные, составляет 4535,265, что на 1256,350 меньше, чем для модели, включающей только константу. Уменьшение величины $-2 \text{ Log Правдоподобия}$ означает улучшение качества модели; разность обозначается как величина хи-квадрат. В нашем случае эта величина является значимой.

Таблица 5 - Кодировки категориальных переменных

Диапазон баллов		Частота	Кодирование параметра			
			(1)	(2)	(3)	(4)
БКИЗ	Нет кредитной истории	10425	1,000	,000	,000	,000
	От 1 до 515	1306	,000	1,000	,000	,000
	От 516 до 695	2204	,000	,000	1,000	,000
	От 696 до 858	2308	,000	,000	,000	1,00
	Более 858	3037	,000	,000	,000	,000
Анкетный скоринг	От 6 до 60%	3300	1,000	,000	,000	
	От 3 до 6%	3651	,000	1,000	,000	
	От 1 до 3%	4856	,000	,000	1,000	
	Менее 1%	7473	,000	,000	,000	

Таблица 6 - Сводка для модели

-2 Log Правдоподобие	R^2 Кокса и Снелла	R^2 Нэйджелкерка
4535,265	0,063	0,243

Два других показателя, R^2 Кокса и Снелла и R^2 Нэйджелкерка, являются мерами определенности. Они указывают на часть дисперсии зависимой переменной, которую можно объяснить с помощью логистической регрессии. Мера определенности по Коксу и Снеллу имеет тот недостаток, что значение равное 1 является теоретически не достижимым; этот недостаток устранен благодаря модификации данной меры по методу Нэйджелкерка. Таким образом, часть дисперсии, объяснимой с помощью логистической регрессии, составляет 24,3%. Все значения R^2 , рассмотренные здесь, являются низкими по сравнению со значениями R^2 , обычно наблюдаемыми в хороших моделях линейной регрессии. Низкие значения R^2 в логистической регрессии являются нормой, поэтому этот показатель используется в качестве дополнительного [8].

Гипотеза о том, что коэффициенты регрессии отличны от нуля, проверяется с помощью статистики Вальда, использующей распределение хи-квадрат, которая представляет собой квадрат отношения соответствующего коэффициента к его стандартной ошибке. Таблица показывает, что все коэффициенты в модели являются значимыми.

Таблица 7 - Переменные в уравнении

Модель	Значение переменной	B	Стд.ош.	Вальд	Ст.св.	Знач.
Анкетный скоринг	Менее 1%			433,199	3	,000
	От 6 до 60% (1)	3,786	,258	215,536	1	,000
	От 3 до 6% (2)	2,776	,264	110,193	1	,000
	От 1 до 3% (3)	1,810	,277	42,575	1	,000
БКИЗ	Более 858			299,180	4	,000
	Нет кредитной истории (1)	1,089	,288	14,281	1	,000
	От 1 до 515 (2)	2,608	,293	79,353	1	,000
	От 516 до 695 (3)	1,224	,302	16,369	1	,000
	От 696 до 858 (4)	,913	,316	8,340	1	,004
	Константа	-7,152	,361	391,526	1	,000

Рассчитав таким образом значения вероятности дефолта заемщика, используя баллы анкетного скоринга и баллы каждого из бюро, сравним коэффициенты Gini и KS для двух подходов.

Таблица 8 - Показатели Gini и KS совмещенных моделей

Показатель	Первый подход	Второй подход
Индекс Gini	0,71	0,71
Статистика KS	55,10	52,80

Как видно из таблицы 8, индексы Gini у двух моделей совпадают, статистика KS у второй модели чуть хуже, чем у первой.

Разработанные методики оценки кредитного риска заемщика с применением скоринга БКИ помогают улучшить качество прогноза, полученного с помощью анкетного скоринга. Первый подход лучше применять, если банк располагает достаточно большим объемом накопленной статистики. Второй подход является немного более трудоемким. Оценки, полученные с помощью второго подхода, необходимо калибровать, так как они могут не соответствовать реальной вероятности дефолта. Итоговую оценку вероятности дефолта заемщика, полученную с помощью любой из предложенных моделей, удобно использовать для расчета риска по портфелю в целом, а так же для

управления кредитным риском в соотношении с доходностью кредитного портфеля.

Библиографический список

1. Бюро кредитных историй готовятся работать по западному образцу// «Эксперт» №46 (828) интернет-журн., 19 ноября 2012 — 25 ноября 2012. URL: <http://m.expert.ru/expert/2012/46/popast-v-istoriyu/> (дата обращения: 26.09.2013)

2. Руководство по кредитному скорингу; под ред. Элизабет Мэйз; пер. с англ. И.М. Тикота; науч. ред. Д.И. Вороненко. Минск: Гревцов Паблишер, 2008. 464 с.

3. И.С. Корчагин, Использование баллов БКИ в аппликационном скоринге // Риск-менеджмент в кредитной организации. 2013. №3(11). С. 12-20.

4. Энциклопедия финансового риск-менеджмента; под ред. канд. экон. наук А.А. Лобанова и А.В. Чугунова. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 932 с.

5. Siddiqi, N. Credit risk scorecards: developing and implementing intelligent credit scoring / N. Siddiqi. Canada: John Wiley & Sons, Inc. - 1969. 196 с.

6. А.В. Груздев, Метод бинарной логистической регрессии в банковском скоринге // Риск-менеджмент в кредитной организации. 2012. №1(05). С. 71-88.

7. А.В. Груздев, Метод бинарной логистической регрессии в банковском скоринге // Риск-менеджмент в кредитной организации. 2012. №2(06). С. 92-107.

8. Hosmer, David W. Applied logistic regression / David W. Hosmer. Jr., Stanley Lemeshow.—2nd ed. - 2000. 375 с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A.A. Bannykh

UdSU, Izhevsk

METHODS OF CREDIT RISK ASSESSMENT WITH USING CREDIT BUREAU SCORING

Abstract. *The article is devoted to the problem of including credit history data in credit risk assessment system. Several methods of combining estimates are proposed. Estimates are obtained with using two scoring, the first is based on social parameters of applicant, and the second is based on credit history data. Efficiency of proposed methods is estimated on example of the regional retail Bank.*

Key words: *credit risk, credit scoring, credit Bureau scoring, Gini coefficient, Kolmogorov-Smirnov criterion.*

УДК 338.34.021

О.Е.Борисенко, Т.А. Иванова

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И Носова*

СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ. ПОДХОД М.М.КРИТСКОГО

***Аннотация.** В работе осуществляется оценка стоимости человеческого капитала населения РФ в 2012 году на основе подхода М.М.Критского. Производится анализ полученных валовых и душевых оценок человеческого капитала по возрастным группам.*

***Ключевые слова:** человеческий капитал, валовой объем человеческого капитала, среднедушевой уровень человеческого капитала*

Доктор экономических наук, профессор М.М. Критский, является одним из тех, в чьих работах концепция человеческого капитала (ЧК) получила дальнейшее развитие. Он определил категорию «человеческий капитал» следующим образом: «всеобщая конкретная форма жизнедеятельности, ассимилирующая предшествующие формы, адекватные эпохам присваивающего и производящего хозяйства и осуществляющаяся как итог исторического движения человеческого общества к его современному состоянию».

Одним из основных теоретических положений в подходе М.М.Критского к оценке стоимости человеческого капитала является то, что человеческий капитал не только продается и покупается, но и амортизируется, авансируется (то есть осуществляется вложение денежных средств, обещающее принести в будущем прибыль) и возмещается как основной капитал. Человеческий капитал является долговременным капитальным ресурсом. Он осуществляет специфический экономический оборот, проходя соответствующие стадии своего воспроизводства, и проявляется в различных функциональных формах.

В результате функционирования и амортизации человеческий капитал выступает как взаимодействие следующих составляющих элементов:

- 1) фонд потребления;
- 2) фонд потребительских услуг;
- 3) фонд нематериализованных производительных способностей населения.

В совокупности перечисленные фонды образуют фонд удовлетворения материализованных и нематериализованных

потребительских потребностей, которые реализуются в стоимости жизни населения.

Совокупный человеческий капитал в составе национального богатства страны обладает, по мнению М.М.Критского, рядом существенных особенностей. Стоимостная оценка человеческого капитала сопряжена с определением нестоимостных макроэкономических составляющих, которые отображаются в фонде нематериализованных производительных способностей населения. Кроме того, стоимостная оценка совокупного человеческого капитала учитывает накопление качественных характеристик индивидуальных человеческих капиталов и потенциал их будущей реализации, а также численность населения по возрастным группам и среднюю продолжительность его жизни.

При расчете совокупного человеческого капитала методом М.М.Критского требуются следующие исходные данные: структура населения по возрасту, величина совокупного фонда потребления (ФП), структура занятости населения, включающая численность населения, занятого производством потребительских услуг ($N_{пр}$), численность населения, занятого в материальном производстве ($N_{м}$) и численность незанятого в производстве населения ($N_{нпр}$), а также средняя продолжительность жизни населения (T).

Расчеты осуществляются в несколько этапов. На первоначальном этапе необходимо определить коэффициенты переключения потребностей населения: коэффициент переключения потребностей на потребительские услуги ($K_{у}$) и коэффициент переключения потребностей населения с удовлетворения потребительских потребностей на потребности в сохранении и развитии личности ($K_{с}$). Затем рассчитывается величина совокупного фонда потребительских услуг ($У$) и величина совокупного фонда производительных способностей ($С$). На третьем этапе определяется величина годовой амортизации совокупного человеческого капитала ($G_{н 1}$), величина годовой амортизации среднего индивидуального человеческого капитала ($G_{н 1 i}$) и величина годовой амортизации человеческого капитала для конкретной возрастной группы ($G_{н 1 i}$). Далее рассчитывается величина применяемого в течение средней продолжительности жизни населения (T) совокупного человеческого капитала ($G_{пп}$) и величина потребленного на данный год совокупного человеческого капитала ($G_{н}$). На заключительном этапе оценивается совокупный человеческий капитал на данный год (G).

Источником данных для оценки стоимости человеческого капитала России в 2012 году методом М.М.Критского является база данных Росстата. Величина совокупного фонда потребления в 2012 году составила 3 725,5 млрд. руб.

Структура занятости населения РФ в 2012 году:

- 1) общая численность населения страны N : 142,9 млн. чел.;
- 2) численность населения, занятого производством потребительских услуг $N_{пт}$: 42,5 млн. чел.;
- 3) численность населения, занятого в материальном производстве N_t : 25,4 млн.чел.;
- 4) численность незанятого в производстве населения $N_{пр}$: 75 млн. чел.

Средняя продолжительность жизни населения РФ в 2013 году равна 69 годам.

Расчет величины совокупного человеческого капитала населения РФ в 2012 году, как было сказано ранее, осуществляется в несколько этапов:

1. коэффициент переключения потребностей на потребительские услуги K_y рассчитывается как отношение численности населения занятого производством потребительских услуг к численности населения, занятого в материальном производстве:

$$K_y = \frac{N_{пт}}{N_t}; \quad K_y = \frac{42,5}{25,4} = 1,67.$$

Коэффициент переключения потребностей населения с удовлетворения потребительских потребностей на потребности в сохранении и развитии личности K_c равен отношению численности незанятого в производстве населения к суммарной численности населения, занятого производством потребительских услуг и в материальном производстве:

$$K_c = \frac{N_{пр}}{N_{пт} + N_t}; \quad K_c = \frac{75}{42,5 + 25,4} = 1,1;$$

2. так как величина совокупного фонда потребления является данной, она используется для расчета совокупного фонда потребительских услуг (Y) и совокупного фонда производительных способностей населения (C):

$$\begin{aligned} Y &= \Phi П \cdot K_y; \quad C = K_c \cdot \Phi П (1 + K_y); \\ Y &= 3725,5 \cdot 1,67 = 6215,3 \text{ млрд.руб.}; \\ C &= 1,1 \cdot 3725,5(1 + 1,67) = 10974,2 \text{ млрд.руб.}; \end{aligned}$$

3. величина годовой амортизации совокупного человеческого капитала $G_{п-1}$ представляется как совокупность фондов:

$$\begin{aligned} G_{п-1} &= \Phi П + Y + C; \\ G_{п-1} &= 3725,5 + 6215,3 + 10974,2 = 20914,9 \text{ млрд.руб.} \end{aligned}$$

Величина годовой амортизации среднего индивидуального человеческого капитала $g_{п-1}$ равна отношению годовой амортизации совокупного человеческого капитала к общей численности населения:

$$g_{п 1} = \frac{G_{п 1}}{N};$$

$$g_{п 1} = \frac{20914,9}{142,9} = 146,4 \text{ тыс. руб.}$$

Величина годовой амортизации человеческого капитала для конкретной возрастной группы $G_{п 1 i}$ определяется как произведение величины годовой амортизации среднего индивидуального человеческого капитала на численность населения данной возрастной группы:

$$G_{п 1 i} = g_{п 1} \cdot N_i;$$

Результаты расчетов приведены в таблице;

4. величина применяемого в течение средней продолжительности жизни населения совокупного человеческого капитала $G_{пп}$ рассчитывается как сумма применяемого человеческого капитала m возрастных групп населения:

$$G_{пп} = \sum_i^m G_{пп i};$$

где $G_{пп i}$ – применяемый человеческий капитал i -ой возрастной группы
 $G_{пп i} = g_{п 1} \cdot N_i \cdot T;$

m – число возрастных групп населения.

Величина потребленного на данный год совокупного человеческого капитала $G_{п}$ равна сумме потребленного к данному году человеческого капитала m возрастных групп населения:

$$G_{п} = \sum_i^m G_{п i};$$

где $G_{п i}$ – потребленный человеческий капитал i -ой возрастной группы
 $G_{п i} = g_{п 1} \cdot N_i \cdot t_i;$

m – число возрастных групп населения;

t_i – средний возраст населения i -ой возрастной группы;

Результаты расчетов также приведены в таблице 1.

Оцениваемый на данный 2013 год совокупный человеческий капитал населения РФ рассчитывается как разность между применяемым и потребленным человеческим капиталом:

$$G = G_{пп} - G_{п};$$

$$G = 1443131,3 - 786615,9 = 656515,4 \text{ млрд. руб.}$$

Таблица 1 – Стоимостная оценка совокупного человеческого капитала РФ в 2013 году

Возрастные группы населения, лет	Середина возрастного интервала, лет	Численность населения, млн. чел.	Годовая амортизация ЧК, млрд.руб.	Применяемый ЧК, млрд.руб.	Потребленный ЧК, млрд.руб.	Совокупный ЧК, млрд.руб.
			$G_{a,i}$	$G_{p,i}$	$G_{c,i}$	G_i
0-4	2	8,1	1 178,6	81 326,1	2 357,3	78 968,8
5-9	7	7,1	1 041,9	71 891,4	7 293,3	64 598,1
10-14	12	6,6	966,4	66 679,1	11 596,4	55 082,7
15-19	17	8,2	1 205,9	83 204,9	20 499,8	62 705,2
20-24	22	12,1	1 774,6	122 448,7	39 041,6	83 407,1
25-29	27	12,0	1 758,5	121 337,6	47 479,9	73 857,7
30-34	32	11,0	1 612,7	111 276,6	51 606,5	59 670,1
35-39	37	10,2	1 494,9	103 145,0	55 309,7	47 835,4
40-44	42	9,3	1 354,3	93 447,7	56 881,2	36 566,5
45-49	47	10,6	1 546,1	106 680,5	72 666,4	34 014,1
50-54	52	11,5	1 684,9	116 256,6	87 613,7	28 642,9
55-59	57	10,1	1 473,2	101 650,0	83 971,8	17 678,3
60-64	62	8,0	1 168,5	80 629,1	72 449,3	8 179,8
65 и более	67	18,1	2 654,5	183 157,9	177 849,0	5 308,9
Всего:		142,9		1 443 131,3	786 615,9	656 515,4

Согласно рассчитанным по методологии М.М.Критского оценкам располагаемый объем человеческого капитала России в 2012 году составлял 656,5 трлн. руб., при этом среднестатистический россиянин являлся обладателем человеческого капитала в размере 4,6 млн. руб.

В распределении валового объема человеческого капитала по возрастным группам наблюдается отчетливая дифференциация (табл. 2).

Максимальное значение валового объема человеческого капитала соответствует населению в возрасте 20-24 лет (12,7% в суммарном запасе), далее валовой объем человеческого капитала начинает плавно снижаться. Душевые же показатели владения человеческим капиталом максимальны в возрасте от 0 до 4 лет и на протяжении всей возрастной шкалы монотонно убывают.

Очевиден колоссальный разрыв, как по валовым, так и по среднедушевым показателям человеческого капитала между старшими и младшими возрастными группами. Так в 2012 году объем капитала самой младшей возрастной группы (0-4 лет) превосходил объем человеческого капитала самой старшей возрастной группы в 15 раз. По среднедушевым показателям обеспеченности человеческим капиталом младшие возрастные группы превосходили старшие в 34 раза. Указанные различия

вызваны большим сроком предстоящей службы человеческого капитала у младших возрастных групп по сравнению со старшими, а также с ростом потребленного человеческого капитала с увеличением возраста.

Таблица 2 – Показатели человеческого капитала для различных возрастных групп, 2012 год

Возраст, лет	Валовой объем, трлн. руб.	Уровень, млн. руб.	Доля в суммарном запасе, %
0-4	79,0	9,8	12,0
5-9	64,6	9,1	9,8
10-14	55,1	8,3	8,4
15-19	62,7	7,6	9,6
20-24	83,4	6,9	12,7
25-29	73,9	6,1	11,2
30-34	59,7	5,4	9,1
35-39	47,8	4,7	7,3
40-44	36,6	4,0	5,6
45-49	34,0	3,2	5,2
50-54	28,6	2,5	4,4
55-59	17,7	1,8	2,7
60-64	8,2	1,0	1,2
65 и более	5,3	0,3	0,8
Всего	656,5	4,6	100,0

Библиографический список

1. Добрынин А. И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д.. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. СПб: Наука, 1999.
2. Быченко Ю. Г. Важнейший показатель человеческого капитала// Человеческие ресурсы. 2001.
3. Критский М.М. Человеческий капитал. - Л.: Издательство НГУ, 1991.
4. Человеческий капитал: содержание и виды, оценка и стимулирование: монография/ Смирнов В.Т., Сошников И.В., Романчин В.И., Скоблякова И.В.; под ред. д.э.н., профессора В.Т. Смирнова. – М.: Машиностроение-1, Орел: ОрелГТУ, 2005.
5. Образование в Российской Федерации: 2012: стат.сб. – М.: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2012.
6. Российский статистический ежегодник 2013.-М.: Росстат, 2013.

O.E.Borisenko, T.A.Ivanova
NMSTU, Magnitogorsk

RUSSIA'S HUMAN CAPITAL. M.M.KRITSKIY APPROACH

***Abstract.** The work carried out valuation of human capital of the Russian population in 2012 based on the M.M.Kritski's approach. The analysis of the obtained estimates of total human capital by age groups.*

***Keywords:** human capital, gross human capital per capita level of human capital*

УДК 331.101.26

О.Е.Борисенко, Т.А. Иванова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТА ОЭСР

***Аннотация.** В статье дается стоимостная оценка человеческого капитала России на основе методологии Проекта ОЭСР в 2012 году. Осуществляется анализ рассчитанных среднегодовых и пожизненных заработков населения России, а также валовых и душевых оценок стоимости человеческого капитала.*

***Ключевые слова:** человеческий капитал, среднегодовые заработки, пожизненные заработки, валовой объем человеческого капитала, среднедушевой уровень человеческого капитала*

В 2009 году Организацией Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) был начат специальный Проект «Measuring the Stock of Human Capital for Comparative Analysis», посвященный разработке унифицированной методологии измерения человеческого капитала. В качестве методологической основы Проекта ОЭСР был выбран подход Джоргенсона-Фраумени, поскольку он является наиболее практичным и хорошо согласуется со стандартами современной системы национального счетоводства и современной экономической теорией.

Для стоимостной оценки человеческого капитала по методологии Проекта ОЭСР используются следующие исходные данные: численность и возрастная структура населения, ожидаемая продолжительность жизни, характеристики образования, занятости и уровня доходов рабочей силы.

Расчеты строятся только для населения в рабочих возрастах 15-64 года, при этом выделяются два периода: 15-39 лет – индивиды могут учиться или работать и 40-64 – индивиды могут только работать. Человеческий капитал, индивидов моложе 15 лет не учитывается, а пожизненные заработки населения в возрасте 65 и более лет принимают нулевые значения, так как к этому времени индивиды выходят из состава рабочей силы.

Согласно данным Росстата общая численность населения России в возрасте от 15 до 64 лет в 2012 составила 103 млн. чел., при этом детализированная информация об уровне образования имеется только по 99,8 млн. чел. Таким образом, доля той части населения, по которой производились расчеты, составляет 97% от общей численности населения России в возрастном интервале 15-64 года.

Вероятность дожития. В качестве источника информации при расчете вероятностей дожития по возрастным группам использовалась база данных «[The Human Mortality Database. Russia](#)». На рисунке 1 представлены вероятности дожития населения РФ по возрастным группам в 2012 году.

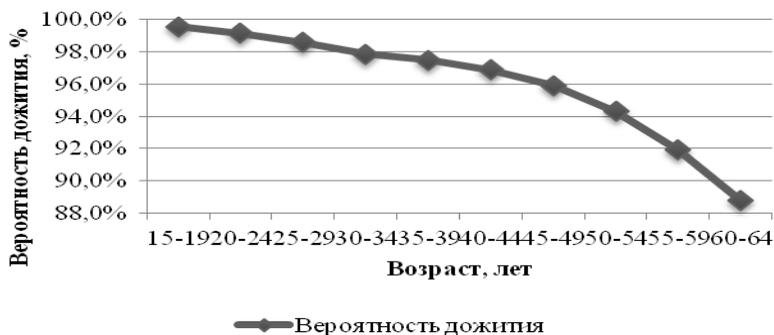


Рисунок 1 - Вероятности дожития населения РФ по возрастным группам, 2012 год

Вполне логично, что с возрастом вероятности дожития населения России снижаются, причем все более ускоряющимся темпом.

Вследствие отсутствия детализированной информации о вероятностях дожития населения по уровням образования, для расчета стоимости человеческого капитала были использованы одни и те же показатели для всех образовательных групп. Следует отметить, что такое допущение ведет к незначительному занижению оценок человеческого капитала.

Уровень образования. При стоимостной оценке человеческого капитала была использована укрупненная классификация из шести

уровней образования: высшее, среднее профессиональное, начальное профессиональное, среднее полное общее, основное общее, отсутствие основного общего. Лица с послевузовским образованием, неполным высшим и не имеющие даже начального в качестве самостоятельных групп не выделялись.

Согласно рисунку 2 образовательная структура российского населения резко смещена в пользу носителей высокой формальной подготовки. Практически четверть россиян в возрасте от 15 до 64 лет имеют высшее профессиональное образование. Кроме того, суммарная доля лиц, имеющих третичное образование, составляет 63,1% (ВПО – 24,2%, СПО – 32,9% и НПО – 6%). Согласно международным стандартам это очень высокий показатель. В то же время, можно говорить о практически полном отсутствии на российском рынке труда лиц с низким уровнем образования, доля которых в 2012 году составила менее 1%.



Рисунок 2 - Структура населения России по уровню образования в возрасте 15-64 лет, 2012 год

Уровень занятости. Источником информации об уровне занятости населения по возрастным группам и уровням образования послужил статистический сборник «Образование в Российской Федерации: 2012». Согласно имеющимся данным с повышением уровня образования показатели занятости последовательно возрастают (рис. 3). По России в 2012 году занятыми, среди имеющих высшее профессиональное образование, были 82,6% населения в возрасте 15-64 лет. Тогда как среди лиц, не имеющих основного общего образования, занятыми были лишь 24,9% населения.

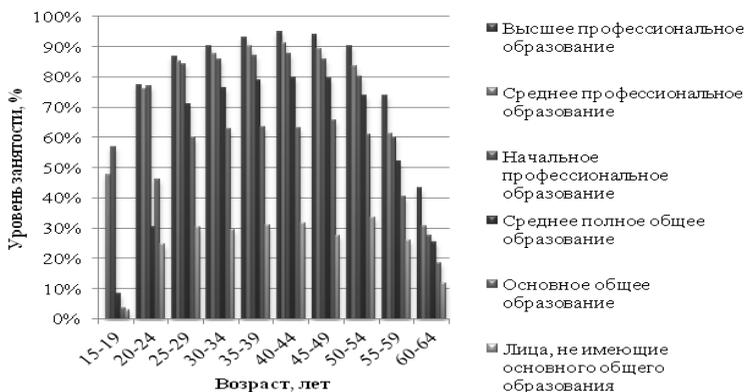


Рисунок 3 - Уровень занятости населения РФ по возрастным и образовательным группам, 2012 год

Показатели заработной платы. В качестве источника данных о заработной плате был также использован статистический сборник «Образование в Российской Федерации: 2012», в котором содержится информация о среднем уровне заработной платы по возрастным группам и уровням образования.

В таблице 1 приведены оценки среднемесячной заработной платы для различных образовательных групп населения РФ.

Таблица 1 – Среднемесячная заработная плата населения РФ по уровню образования, 2012 год

Группы по уровню образования	Среднемесячная заработная плата, руб.
Высшее профессиональное образование	29 463
Среднее профессиональное образование	18 365
Начальное профессиональное образование	19 154
Среднее полное общее образование	18 182
Основное общее образование	16 250
Лица, не имеющие основного общего образования	14 629

Так заработная плата работников с первичным образованием уступает заработной плате работников с третичным образованием на 35%. Окончание ВУЗа обеспечивает прирост заработной платы на 62% (по сравнению с заработками работников с полным средним образованием). Данный показатель укладывается в границы «премий» за высшее

образование, которые являются типичными для развитых стран (50-100%).

Показатели зачисления в учебные заведения следующего уровня. Оценка показателей зачисления в учебные заведения следующего уровня по возрастным группам вызвала значительные трудности. В статистическом сборнике «Образование в Российской Федерации: 2012» содержится информация о численности лиц с определенным уровнем образования, получающих образование следующего уровня по возрастам. Однако этого недостаточно для расчета стоимости человеческого капитала по методологии Джоргенсона-Фраумени, поэтому приходится принимать ряд условных допущений: досрочное выбытие обучающихся из учебных заведений любого типа отсутствует; феномен «второгодничества» отсутствует; повторное обучение в учебных заведениях одного и того же типа во внимание не принимается; также во внимание не принимаются лица, получившие образование более высокого уровня, поступившие затем в учебные заведения более низкого уровня; после 39 лет образовательная активность индивидов полностью прекращается.

Коэффициенты зачисления в учебные заведения всех типов, рассчитанные для отдельных возрастных групп, показали, что в 2012 году среди молодежи в возрасте 15-19 лет учащимися являлись 57,8% населения данной возрастной группы, в возрасте 20-24 – 28,8%, в возрасте 25-29 – 17,9%, в возрасте 30-34 – 9% и, наконец, в возрасте 35-39 – лишь 3,7%.

Норма дисконтирования и ожидаемые темпы прироста реальной заработной платы. Согласно рекомендациям ОЭСР при расчете стоимости человеческого капитала России была использована норма дисконтирования равная 4%. Ожидаемые темпы прироста реальной заработной платы в соответствии с Долгосрочным прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, подготовленного Министерством экономического развития, были приняты равными 5,2%.

Итоговые формулы для расчета стоимости человеческого капитала выглядят следующим образом:

для лиц в возрасте от 60 до 64 лет дисконтированная величина пожизненных заработков принималась равной их текущим заработкам с учетом уровня их занятости:

$$LIN_{age}^{edu} = k \cdot EMR_{age}^{edu} \cdot AIN_{age}^{edu}, \quad (1)$$

где LIN_{age}^{edu} – дисконтированная величина пожизненных заработков лиц в возрасте age с образованием edu;

k – поправочный коэффициент для пятилетнего интервала;

EMR_{age}^{edu} – вероятность быть занятыми для лиц в возрасте age с образованием edu ;

AIN_{age}^{edu} – текущие заработки лиц в возрасте age с образованием edu ;
для лиц в возрасте от 40 до 59 лет:

$$LIN_{age}^{edu} = k \cdot EMR_{age}^{edu} \cdot AIN_{age}^{edu} + SUR_{age+1}^{age} \cdot LIN_{age+1}^{edu} \cdot \left(\frac{1+r}{1+\delta}\right)^5, \quad (2)$$

где SUR_{age+1}^{age} – вероятность для лиц в возрасте age с образованием edu дожить до возраста $age+1$

LIN_{age+1}^{edu} – дисконтированная величина пожизненных заработков лиц в возрасте $age+1$ с образованием edu ;

r – годовой темп прироста реальных заработков;

δ – норма дисконтирования;

для лиц в возрасте от 15 до 39 лет:

$$LIN_{age}^{edu} = k \cdot EMR_{age}^{edu} \cdot AIN_{age}^{edu} + \left(1 - \sum ENR_{age}^{edu-edu}\right) \cdot SUR_{age+1}^{age} \cdot LIN_{age+1}^{edu} \cdot \left(\frac{1+r}{1+\delta}\right)^5 + \sum ENR_{age}^{edu-edu} \cdot \left(SUR_{age+1}^{age} \cdot LIN_{age+1}^{edu} \cdot \left(\frac{1+r}{1+\delta}\right)^5\right), \quad (3)$$

где $ENR_{age}^{edu-edu}$ – доля лиц в возрасте age с образованием edu , получающих образование следующего уровня edu ;

LIN_{age+1}^{edu} – дисконтированная величина пожизненных заработков лиц в возрасте $age+1$ с образованием следующего уровня edu .

Оценка стоимости человеческого капитала осуществляется согласно указанной методологии в несколько этапов. На первоначальном этапе оценивается дисконтированная величина пожизненных заработков, расчеты производятся «снизу-вверх». Сначала оценивается величина пожизненного дохода на одного индивида, в соответствии с уровнем образования, последней возрастной группы (60-64 года) по формуле (1), затем для индивидов в возрасте от 40 до 59 лет по формуле (2), для индивидов в возрасте от 15 до 39 лет по формуле (3). На рисунках 4 и 5 представлены возрастные профили годовых заработков (текущие величины) и пожизненных заработков (дисконтированные величины) для населения России в возрасте 15-64 лет в 2012 году.

Согласно полученным оценкам размер средней годовой заработной платы для различных возрастных и образовательных групп колебался от 140 до 390 тыс. руб.

Величина дисконтированных ожидаемых пожизненных заработков варьировалась от 0,1 до 15,5 млн. руб., следует отметить, что данный показатель представляет собой денежную оценку аккумулированных запасов человеческого капитала.

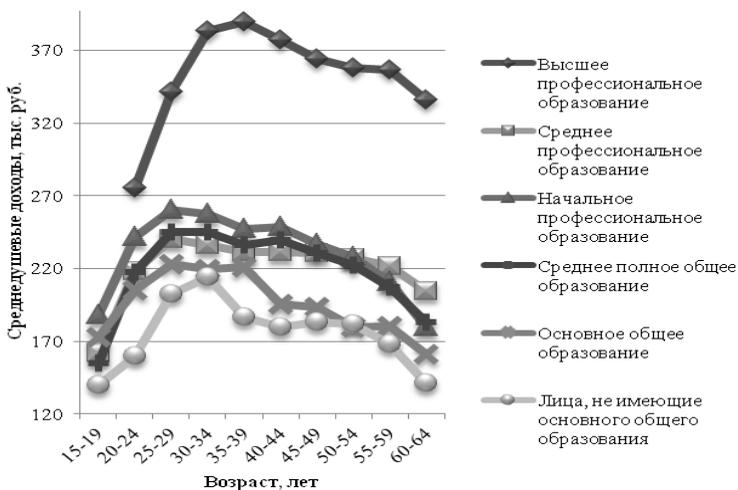


Рисунок 4 - Возрастные профили годовых заработков по уровням образования, 2012 год

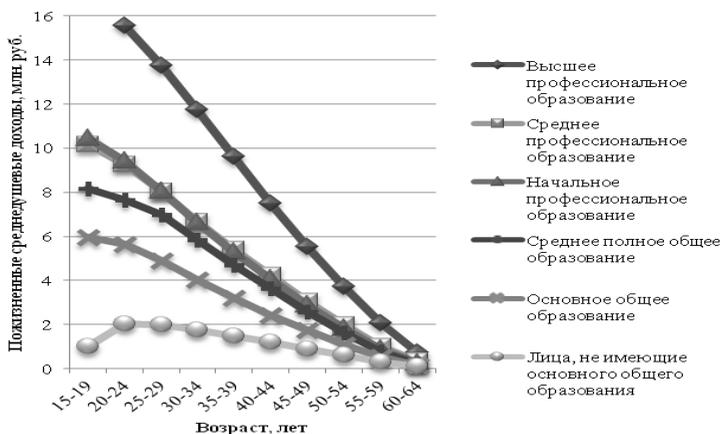


Рисунок 5 - Возрастные профили пожизненных заработков по уровням образования, 2012 год

Таким образом, с увеличением уровня образования наблюдается отчетливая тенденция к росту и годовых, и пожизненных заработков. Профили обладателей высшего образования сдвинуты резко вверх по отношению к остальным профилям. Наблюдается минимальная вариация годовых и пожизненных заработков обладателей среднего профессионального и начального профессионального образования.

Профили годовых и пожизненных заработков имеют отличную друг от друга форму. У всех образовательных групп годовые заработки с увеличением возраста растут, затем достигают максимальных значений в возрасте 30-34 лет, после чего начинают плавно снижаться. Пожизненные же заработки имеют максимум в возрасте 15 лет и на протяжении всей возрастной шкалы монотонно убывают.

Валовые и душевые оценки человеческого капитала

Согласно рассчитанным по методологии Проекта ОЭСР оценкам в 2012 году Россия располагала человеческим капиталом в объеме 504,6 трлн. руб., при этом среднестатистический россиянин являлся «владельцем» человеческого капитала в размере 5,1 млн. руб.

В распределении человеческого капитала по различным социально-демографическим группам обнаруживается отчетливая дифференциация. С возрастом валовые и душевые показатели владения человеческим капиталом возрастают (в связи с повышением уровня образования и, как следствие, увеличением стоимости человеческого капитала), достигают пиковых значений в возрасте 25-29 лет и затем, последовательно убывают (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели человеческого капитала для различных возрастных групп, 2012 год

Возраст, лет	Валовой объем, трлн. руб.	Уровень, млн. руб.	Доля в суммарном запасе, %
15-19	50,9	6,2	10,1
20-24	92,3	7,8	18,3
25-29	104,9	9,0	20,8
30-34	80,6	7,6	16,0
35-39	60,2	6,1	11,9
40-44	42,5	4,8	8,4
45-49	35,4	3,4	7,0
50-54	24,2	2,2	4,8
55-59	10,8	1,1	2,1
60-64	2,7	0,4	0,5
Всего	504,6	5,1	100,0

Так, в 2012 году объем человеческого капитала самой младшей когорты (15-19 лет) превосходил его объем самой старшей когорты (60-64 года) почти в 20 раз, а объем человеческого капитала возрастной группы 25-29 лет превышал его объем возрастной группы 60-64 года практически в 40 раз. В общем запасе человеческого капитала на долю

населения в возрасте 15-19 лет приходилось 10,1%, на долю населения в возрасте 25-29 лет – 20,8%, а на долю населения в возрасте 60-64 года лишь 0,5%. По среднедушевым показателям обеспеченности человеческим капиталом младшие возрастные группы также оказались далеко впереди по сравнению со старшими: 6,2 и 9 млн. руб. против 0,4 млн. руб. Отмеченный разрыв вызван рядом причин: лучшие образовательные характеристики молодых поколений по сравнению с пожилыми; большой срок предстоящей службы человеческого капитала у молодых людей по сравнению с пожилыми; высокие ожидаемые темпы прироста реальной заработной платы, оказывающие влияние на объем человеческого капитала молодых поколений и не влияющие на него для пожилых поколений, в связи со скорым выходом из состава трудовых ресурсов.

Вполне логично, что чем образованнее индивиды, тем более ценным человеческим капиталом (при прочих равных условиях) они обладают (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели человеческого капитала для различных образовательных групп, 2012 год

Возраст, лет	Валовой объем, трлн. руб.	Уровень, млн. руб.	Доля в суммарно м запасе, %
Высшее профессиональное образование	208,4	8,6	41,3
Среднее профессиональное образование	145,4	4,4	28,8
Начальное профессиональное образование	29,8	4,9	5,9
Среднее полное общее образование	84,9	4,4	16,8
Основное общее образование	35,7	3,8	7,1
Лица, не имеющие основного общего образования	0,5	1,3	0,1
Итого	504,6	5,1	100,0

В 2012 году валовой объем человеческого капитала у лиц с высшим образованием превышал 200 трлн. руб. (41,3% в суммарном запасе), тогда как лица, не имеющие даже основного общего образования,

обладали человеческим капиталом в объеме 0,5 трлн. руб. (0,1%). Очевидна, также большая разница в валовом объеме человеческого капитала у обладателей начального профессионального и среднего полного общего образования: 29,8 трлн. руб. против 84,9 трлн. руб. Однако указанные разрывы практически полностью объясняются разницей в численности данных образовательных групп, так численность населения, имеющего высшее профессиональное образование в 70 раз превышает численность населения, не имеющего даже основного общего образования, а численность населения с полным общим средним образованием больше численности индивидов с начальным профессиональным в 3 раза.

Библиографический список

1. Капелюшников, Р.И. Записка об отечественном человеческом капитале: препринт WP3/2008/01. Серия WP3 «Проблемы рынка труда». М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2008.
2. Капелюшников, Р. И. Сколько стоит человеческий капитал России? : препринт WP3/2012/06. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012.
3. Образование в Российской Федерации: 2012: стат.сб. – М.: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2012.
4. Петти У. Экономические и статистические работы. М.: Соцэкгиз, 1940. Т. 1–2.
5. Сценарные условия долгосрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 г. М.: Министерство экономического развития РФ, 2012.
6. Российский статистический ежегодник 2013.-М.: Росстат, 2013.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

О.Е.Borisenko, T.A Ivanova

NMSTU, Magnitogorsk

VALUATION OF RUSSIAN HUMAN CAPITAL BASED ON THE METHODOLOGY OF THE OECD

***Abstract .** The article gives a valuation of human capital of Russia on the basis of the methodology OECD project in 2012. Performed analysis of the calculated annual and lifetime earnings of the population of Russia, as well as gross and per capita cost estimates of human capital.*

***Keywords:** human capital, the average wage-ki, lifetime earnings, gross human capital per capita level of human capital*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОНОМИКО- ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИИ И ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** В статье представлены результаты анализа динамики и прогнозирования основных показателей характеризующих половозрастную структуру населения РФ и Челябинской области с точки зрения участия в экономических процессах.*

Ключевые слова: численность населения, половозрастная структура населения, когортно-компонентный метод, прогнозирование.

Население является не только производительной силой общества, но и одним из основных условий, влияющих на экономический рост. Изменения в населении объективно отражаются на основных показателях развития народного хозяйства. Одновременно и тенденции демографических процессов в значительной мере обусловлены изменениями в экономике и экономических отношениях.

На первоначальном этапе анализа экономико-демографических показателей целесообразно рассмотреть численность и состав населения России в целом и, в частности, Челябинской области. Наглядное представление о составе населения по полу и возрасту дает половозрастная пирамида (рис. 1).

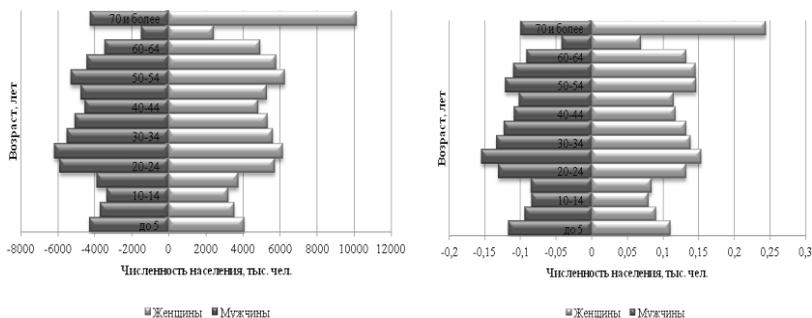


Рисунок 1 - Половозрастная пирамида населения России и Челябинской области, 2012 год

Структурные различия половозрастных пирамид населения России и Челябинской области минимальны. Провал в возрасте 65-69 лет обусловлен снижением уровня рождаемости и численности населения в годы второй мировой войны – это так называемые «дети войны». Так как это малочисленное поколение, то соответственно и у него меньше детей (провал в возрасте 40-49 лет) – это «дети детей войны».

Провал в численности населения в возрасте 10-19 лет обусловлен снижением уровня рождаемости в годы перестройки, нестабильной социально-экономической ситуацией.

В последнее же десятилетие (0-9 лет) наблюдается постепенный рост рождаемости по стране в целом и по Челябинской области, вызванный стабилизацией экономического положения населения, а также внедрением государственных социальных программ, направленных на повышение уровня рождаемости (материнский капитал).

Абсолютный и относительный перевес численности мужчин и численности женщин являются одними из основных показателей численности и состава населения. По результатам подсчетов, численность женщин превышает численность мужчин в абсолютном выражении по России – на 10 млн. 704 тыс. чел. (на 7,5%), а по Челябинской области – на 295 тыс. чел. (на 8,5%). Таким образом, наблюдается существенная степень диспропорциональности полового состава населения.

Анализ структуры возрастного распределения населения по демографическим поколениям показал, что доли групп населения (дети, родители и прапородители) России и Челябинской области имеют минимальные различия (рис. 2). Согласно классификации Г.Сундберга и исследуемому региону, и стране в целом присущ регрессивный тип возрастной структуры.

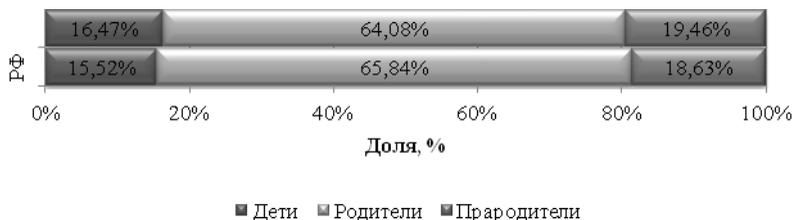


Рисунок 2 - Доли возрастных групп населения России и Челябинской области, 2012 год

Для изучения возрастной структуры населения с позиций его участия в общественном производстве рассчитаны коэффициенты трудовой нагрузки.

Коэффициент нагрузки детьми показал, что в 2012 году на 1000 человек родителей по России приходится 235 детей, а по Челябинской области – на 18 больше – 257. Коэффициент нагрузки стариками показал, что на 1000 человек родителей по России приходится 282 прародителя, а по Челябинской области – на 22 больше – 304. Таким образом, общий коэффициент демографической нагрузки по России составил 518, а по Челябинской области – 561.

Для оценки демографического старения населения были рассчитаны коэффициенты старости. Данный показатель в 2012 году для России составил – 18,63%, для Челябинской области – 19,46%. Согласно шкале Ж.Божё-Гарнье – Э.Россега населению России и Челябинской области в частности предписывается очень высокий уровень демографической старости, т.к. коэффициент превышает значение в 18%.

Важной характеристикой возрастной структуры населения является долголетие. Под долголетием понимается достижение человеком возраста 80 лет и старше. Для России коэффициент долголетия составил 53,95, для Челябинской области – 50,67. Таким образом, к 2012 году, из каждых ста человек, доживших до старческого возраста, по России возраста долголетия достигнут 54 человека, а по Челябинской области – 51.

Важной характеристикой трудовой структуры населения является коэффициент трудового замещения. По России в целом на каждые 100 человек рабочего возраста существует 25 человек, которые в будущем могли бы войти в состав населения трудоспособного возраста, по Челябинской области данный показатель оказался выше и составил 28 человек.

Относительные показатели занятости характеризуют степень вовлечения в экономику населения и его отдельных групп. Общий коэффициент занятости населения по России в 2012 году составил 49,4%, а по Челябинской области – 50,5%. Следует отметить, что по данному показателю нельзя объективно судить об уровне занятости, т.к. коэффициент не учитывает, что не все население может принимать участие в производственной деятельности.

Для более углубленного анализа применяют коэффициент занятости трудовых ресурсов. Так в 2012 году по России он составил 93,4%, по Челябинской области – 93,6%, следовательно, можно говорить о высоком уровне занятости населения по стране и исследуемому региону.

Коэффициент занятости трудовых ресурсов может быть рассмотрен более узко, т.е. по отношению к населению трудоспособного возраста, т.к. именно население трудоспособного возраста составляет ядро трудовых ресурсов. Коэффициент занятости трудовых ресурсов в 2012 году по России составил 80%, по Челябинской области – 84,3%.

На рисунке 3 представлены возрастные коэффициенты занятости населения России и Челябинской области в 2012 году, рассчитанные как отношение численности занятых к общей численности населения данной возрастной группы. По графику видно, что коэффициенты занятости по Челябинской области приблизительно соответствуют коэффициентам по России в целом. Наивысший уровень занятости соответствует населению в старших трудоспособных возрастах (39-49 лет). Следует отметить, что около 20% населения старших возрастных групп (60-69 лет), т.е. пенсионеры заняты трудовой деятельностью.

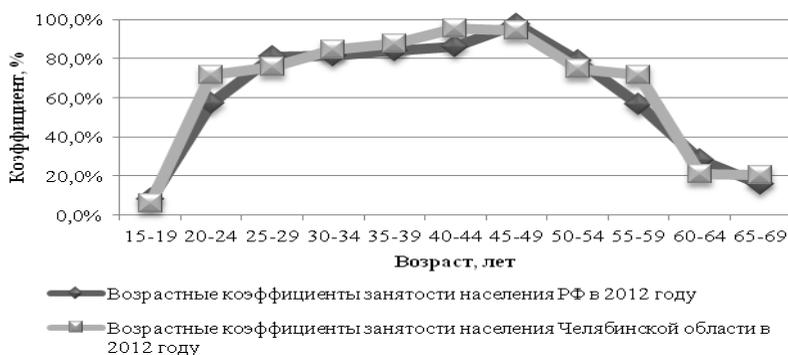


Рисунок 3 - Возрастные коэффициенты занятости населения РФ и Челябинской области, 2012 год

Анализ структуры занятого населения РФ и Челябинской области за 2012 год (рис. 4) показал, что большая часть занятых приходится на население в возрасте 25-39 лет – это население в молодых трудоспособных возрастах, составляющее ядро трудовых ресурсов.

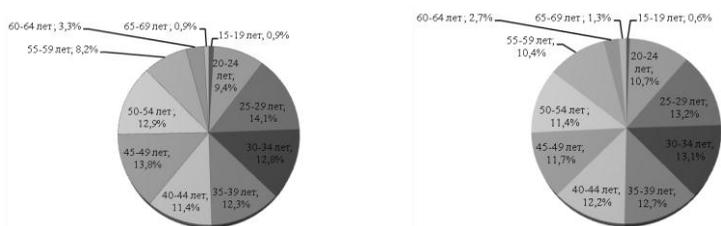


Рисунок 4 - Структура занятого населения России и Челябинской области, 2012 год

Согласно коэффициентам структурных сдвигов различия в структуре занятых по России и Челябинской области минимальны (коэффициент Казинца составил 0,01; индекс Гатева – 0,08; индекс Салаи – 0,09).

Относительные показатели безработицы характеризуют уровень официально зарегистрированных безработных. В 2012 году уровень безработицы по России составил 6,6%, по Челябинской области данный показатель оказался меньше – 6,4%. Коэффициент безработицы ЭАН по России составил 1,7%, по Челябинской области – 1,6%. Таким образом, с начала двухтысячных годов уровень безработицы достиг минимального значения.

Прогноз численности и половозрастной структуры населения России и Челябинской области на 2017 год методом передвижки возрастов осуществляется на основе данных о половозрастной структуре населения и коэффициентов рождаемости женщин фертильного возраста по стране в целом и исследуемому региону за 2012 год.

К 2017 году ожидается сокращение общей численности населения как по России в целом (со 143 млрд. 56 млн. чел. до 141 млрд. 243 млн. чел.), так и по Челябинской области (с 3 млн. 485 тыс. чел. до 3 млн. 435 тыс. чел.). При этом сокращение общей численности мужчин и женщин, и по России, и по Челябинской области осуществляется в равной мере, приблизительно на 1,4%, следовательно, сохранится существенная степень диспропорциональности полового состава. Как и прежде тип возрастной структуры останется регрессивным, сохранится очень высокий уровень демографической старости, вследствие высоких показателей демографической нагрузки стариками.

Прогнозы занятости населения являются важнейшей составной частью прогнозирования развития общества. На первоначальном этапе осуществляется прогноз коэффициентов занятости населения России и Челябинской области на 2017 год на основе коэффициентов занятости за 2007 и 2012 годы методом непосредственной экстраполяции по возрасту и полу, а также методом экстраполяции по когортам.

Для расчета предполагаемой численности занятого населения в 2017 году полученные коэффициенты занятости умножаются на рассчитанную в прогнозную численность населения в 2017 году. Результаты приведены на рисунке 5.

Несмотря на то, что в 2017 году ожидается сокращение общей численности населения России и Челябинской области в частности, сохранится тенденции и пропорции к росту занятости населения, имевшие место в 2007-2012 годах.

Однако предполагаются некоторые изменения структуры занятого населения. Ожидается рост численности занятых в старших трудоспособных возрастах и в пенсионном возрасте, вызванный

увеличением численности населения данных возрастных групп. Предполагается снижение численности занятых в молодых трудоспособных возрастах (20-29 лет), вследствие сокращения численности населения соответствующих групп.

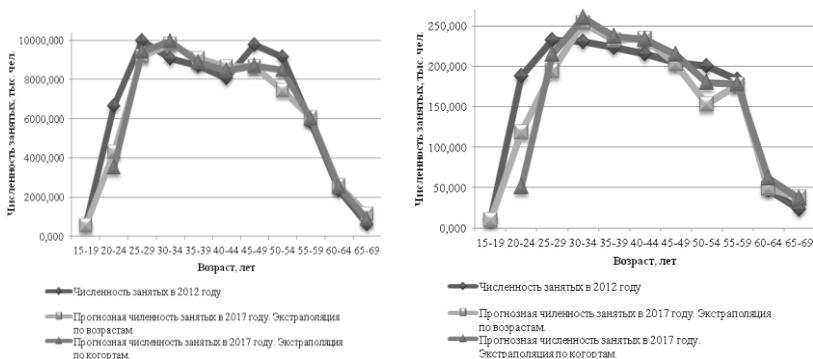


Рисунок 5- Предполагаемая численность занятого населения России и Челябинской области в 2017 году

При этом, выявленные закономерности сохранятся. Самой многочисленной останется группа населения в молодых трудоспособных возрастах, сохранятся высокие показатели занятости и низкий уровень безработицы, большая часть занятых также будет приходиться на возрастной интервал 25-39 лет, неизменным останется и превышение трудовой нагрузки стариками над нагрузкой детьми, общество по-прежнему будет ориентировано на содержание пенсионеров.

Изменения в населении объективно отражаются на основных показателях развития народного хозяйства, однако и тенденции демографических процессов в значительной мере обусловлены изменениями в экономике и экономических отношениях. Рассмотрев основные показатели численности и состава населения, трудового потенциала и трудовой структуры, занятости и безработицы по России в целом, и Челябинской области в частности можно сделать следующие выводы.

Половозрастная структура населения России и Челябинской области весьма схожи. В последнее десятилетие наблюдается рост рождаемости, вызванный стабилизацией экономического положения населения, внедрением государственных программ, направленных на повышение уровня рождаемости. Тем не менее, населению РФ, как и прежде, предписывается очень высокий уровень демографической старости,

наблюдается регрессивный тип возрастной структуры, экономика ориентирована на содержание пенсионеров. Наблюдается существенная степень диспропорциональности полового состава населения, численность женщин превышает численность мужчин, особенно в старших возрастных группах.

Трудовая структура населения России и Челябинской области имеют минимальные различия. Самой многочисленной является группа населения в молодых трудоспособных возрастах, при этом и большая часть занятых в экономике приходится на население в возрасте 25-39 лет. Наблюдаются высокие показатели занятости и низкий уровень безработицы.

Согласно полученному прогнозу численности и половозрастной структуры населения России и Челябинской области к 2017 году ожидается сокращение общей численности населения, однако структура возрастного распределения численности населения по демографическим поколениям не изменится, на прежнем уровне останется и уровень демографической старости населения.

Аналогично сокращению общей численности населения России и Челябинской области в частности, к 2017 году, ожидается и сокращение общей численности занятых. Однако предполагаются некоторые изменения структуры занятого населения: ожидается рост численности занятых в старших трудоспособных возрастах и в пенсионном возрасте, и снижение численности занятых в молодых трудоспособных возрастах.

При этом некоторые выявленные тенденции сохранятся. Самой многочисленной останется группа населения в молодых трудоспособных возрастах, сохранятся высокие показатели занятости и низкий уровень безработицы, большая часть занятых также будет приходиться на возрастную интервал 25-39 лет, неизменным останется и превышение трудовой нагрузки стариками над нагрузкой детьми.

Таким образом, можно сказать, что с точки зрения основных экономико-демографических показателей Челябинская область является одним из типичных субъектов Российской Федерации.

Библиографический список

1. Егорова Е.А., Карманов М.В., Кучмаева О.В. Экономическая демография / Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. - М.: 2003. - 83 с.
2. Бойко А.И., Карманов М.В. Экономическая демография: Учебное пособие / Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. - М.: 2003. - 64 с.

3. Курс демографии / Под ред. проф. А. Я. Боярского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 391 с.
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. – С. 61-68.
5. Романчук М. Н., Карманов М. В. Статистика занятости населения: Текст лекций / Московский экономико-статистический институт. - М., 2008. - 79 с.
6. Демографический ежегодник России: Стат. сб. / Госкомстат России. - М., 2012.
7. Уровень жизни населения России: Стат. сб. / Госкомстат России. - М., 2012.
8. Труд и занятость в России: Стат. сб. / Госкомстат России. - М., 2012.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

O.E.Borisenko, T.A Ivanova

NMSTU, Magnitogorsk

COMPARATIVE STATISTICAL ANALYSIS AND FORECASTING OF THE MAIN ECONOMICAL AND DEMOGRAPHIC INDICATORS OF RUSSIA AND CHELYABINSK REGION

***Abstract.** Results of the analysis of dynamics and forecasting of the main indicators are presented in article characterizing gender and age structure of the population of the Russian Federation and Chelyabinsk region from the point of view of participation in economic processes.*

***Keywords:** population, gender and age structure of the population, kogortno-component method, forecasting.*

О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ, ИНДЕКСОМ СЧАСТЬЯ, ИНДЕКСОМ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ИНДЕКСОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

***Аннотация.** В настоящей работе осуществлено исследование взаимосвязи между ВВП на душу населения, всемирным индексом счастья, индексом экологической эффективности, а также индексом развития человеческого потенциала на основе расчетов коэффициентов Пирсона и Спирмена. Подтверждено, что с увеличением значений экономических показателей люди не всегда становятся в полной мере счастливыми. Установлено, что чем лучше экономическая ситуация в стране, тем выше уровень индекса развития человеческого потенциала, который, в свою очередь, практически не связан с индексом счастья.*

***Ключевые слова:** ВВП на душу населения, всемирный индекс счастья, индекс экологической эффективности, индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), линейный коэффициент корреляции Пирсона, ранговый коэффициент корреляции Спирмена.*

Сегодня математические и статистические методы широко применимы в любой сфере научной деятельности, в частности в экономике. Современная экономическая статистика ведет свои исследования по множеству направлений, например, для выявления взаимосвязи между различными показателями. Данное исследование посвящено корреляционному анализу ряда показателей, характеризующих экономический рост, состояние экологии, уровень жизни, благосостояния, а также образования и грамотности населения.

Вышеперечисленные факторы можно объединить в четыре ключевых показателя: экономический – ВВП на душу населения (GDP per capita), социальные – HPI (The Happy Planet Index – Всемирный индекс счастья) и HDI (The Human Development Index – Индекс развития человеческого потенциала), а также экологический – EPI (The Environmental Performance Index – Индекс экологической эффективности).

Валовой внутренний продукт (ВВП) является одним из основных показателей динамики экономического развития. «ВВП – важнейший показатель системы национальных счетов, характеризующий стоимость конечных товаров и услуг в ценах конечного покупателя (в рыночных

ценах), произведенных резидентами данной страны за тот или иной промежуток времени» обычно за год [1]. Увеличение данного показателя с учетом инфляции свидетельствует об экономическом росте, увеличении объема производства и сферы услуг, поэтому большинство стран мира, в том числе и Россия, стремятся к увеличению его значения. Несмотря на то, что на данный момент в мировой практике ВВП является главным индикатором экономического развития, ВВП на душу населения является макроэкономическим показателем, наиболее точно и в полной мере отображающим уровень богатства и благосостояния населения той или иной страны. Этот показатель нужен, прежде всего, для того, чтобы объективно сопоставлять уровень экономического развития различных стран с учетом численности населения. Данные о ВВП на душу населения публикуются Всемирным банком ежегодно.

Всемирный индекс счастья – это комбинированный показатель, который измеряет достижения как стран мира, так и отдельных регионов с точки зрения их способности обеспечить своим жителям счастливую жизнь. Показатель был разработан британским исследовательским центром The New Economic Foundation совместно с экологической организацией Friends of the Earth, а также гуманитарной организацией The World Development Movement в 2006 году, с тех пор рейтинг счастья составлялся раз в два-три года, а именно в 2006, 2009 и 2012 гг. Индекс счастья измеряет показатели удовлетворенности жизнью жителей каждой страны (Experienced well-being) и среднюю продолжительность их жизни (Life expectancy) в соотношении с количеством потребляемых ими природных ресурсов (Ecological footprint).

Всемирный индекс счастья измеряется по шкале от 0 до 100. При этом составители рейтинга счастья считают, что общей целью всех стран является достижение оценки «89» к 2050 году. Однако результаты последнего исследования индекса счастья за 2012 год показали, что жителей нашей планеты нельзя назвать в полной мере счастливыми. Ни одна страна до сих не может достигнуть максимальных значений по всем трем составляющим индекса.

Следующий показатель - индекс экологической эффективности (The Environmental Performance Index) — это комбинированный показатель, который измеряет достижения страны с точки зрения состояния экологии и управления природными ресурсами. Данный индекс был разработан в 2006 году центром экологической политики и права при Йельском университете (The Yale Center for Environmental Law and Policy), и с тех пор рейтинг экологической эффективности составляется раз в два года. Таким образом, на официальном сайте представлены отчеты за 2006, 2008, 2010, 2012 и 2014 года.

Отчёт 2012 года базируется на двух больших группах показателей: жизнеспособности экосистемы (управление природными ресурсами) и экологическом здоровье, оценивающем влияние окружающей среды на здоровье человека.

При этом в группу показателей экологического здоровья включаются:

- экологическое здоровье;
- загрязнение воздуха, влияющее на здоровье человека;
- загрязнение воды, влияющее на здоровье человека.

В свою очередь жизнеспособность экосистемы включает в себя следующие категории:

- водные ресурсы, влияющие на экосистему;
- загрязнение воздуха, влияющее на состояние экосистем;
- биоразнообразие;
- лес;
- рыбная ловля;
- сельское хозяйство;
- изменение климата и энергоресурсы.

Индекс развития человеческого потенциала — это совокупный показатель уровня развития человека в той или иной стране. Нередко он используется в качестве синонима таких понятий как «качество жизни» или «уровень жизни». Измеряя достижения страны с точки зрения состояния здоровья, получения образования и фактического дохода ее граждан, индекс развития человеческого потенциала включает в себя:

- среднюю ожидаемую продолжительность жизни при рождении;
- среднюю ожидаемую продолжительность обучения;
- валовой национальный доход на душу населения в долларах США по паритету покупательной способности.

Эти три показателя стандартизируются в виде числовых значений от 0 до 1, среднее геометрическое которых представляет собой совокупный показатель индекса человеческого развития. Соответственно ИРЧП принимает значения в диапазоне от 0 до 1.

Для выявления взаимосвязи использовались два показателя — линейный коэффициент Пирсона и ранговый коэффициент корреляции Спирмена, данные 107 стран были взяты за 2012 год. Результаты расчетов представлены в таблице.

Анализ данных таблицы показал, что согласно ранговому коэффициенту Спирмена между вариацией НРІ и вариацией ЕРІ имеется слабая прямая связь. В свою очередь, значение линейного коэффициента Пирсона говорит о том, что линейная связь практически отсутствует.

Таблица 1 - Результаты корреляционного анализа по данным 107 стран в 2012 году

Показатели	Ранговый коэффициент Спирмена	Линейный коэффициент корреляции Пирсона
HPI&EPI	0,11	0,12
HPI&GDP per capita	-0,03	-0,08
EPI&GDP per capita	0,63	0,60
GDP per capita&HDI	0,94	0,71
HPI&HDI	0,04	0,10
EPI&HDI	0,65	0,58

Несмотря на отрицательные значения коэффициентов корреляции для

GDP per capita и HPI, полученные величины очень малы. Таким образом, можно утверждать, что связь не наблюдается. Отметим также, что в исследовании с большим количеством стран, а именно 138, была выявлена на основании рангового коэффициента Спирмена, равного 0,22, линейного коэффициента Пирсона, равного 0,04 прямая слабая связь между вариациями GDP per capita и HPI. Связь между вариацией EPI и GDP per capita прямая средней силы. Согласно ранговому коэффициенту Спирмена, равному 0,04, и линейному коэффициенту Пирсона, равному 0,1, между вариациями HDI и HPI наблюдается прямая слабая связь. Между вариациями ИРЧП и EPI существует прямая связь средней силы, о чем говорят значения выбранных корреляционных коэффициентов. Связь между вариацией ИРЧП и вариацией ВВП на душу населения сильная прямая, на что указывают полученные значения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что не всегда с увеличением значений экономических показателей люди становятся счастливее. Однако, чем лучше экономическая ситуация в стране, тем выше уровень доходов граждан и соответственно выше уровень развития человеческого потенциала. Кроме того, увеличение валового внутреннего продукта положительно сказывается на состоянии экологии в стране. С другой стороны, связь между индексом счастья и индексом развития человеческого потенциала практически отсутствует.

Библиографический список

1. Мелкумов Я.С. Социально-экономическая статистика: Учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2009. – 234 с.

2. The World Bank// URL:
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> (дата обращения: 20.04.2014).

3. The Happy Planet Index: 2012 Report // URL:
<http://www.happyplanetindex.org/assets/happy-planet-index-report.pdf> (дата обращения: 20.04.2014).

4. 2012 Environmental Performance Index Report // URL:
<http://www.ciesin.org/documents/2012-epi-full-report.pdf> (дата обращения: 20.04.2014).

5. Human Development Report 2013 The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World URL:
http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/14/hdr2013_en_complete.pdf (дата обращения: 20.04.2014).

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

I.V. Bubis, K.R. Giliazetdinova

SPSU, Saint-Petersburg

RELATIONSHIP BETWEEN GDP PER CAPITA, THE HAPPY PLANET INDEX, THE HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX

***Abstract.** With the use of Pearson's product moment correlation coefficient and Spearman's rank correlation coefficient carried out the correlation analyses to identify the relationship between GDP per capita, the Happy Planet Index, the Environmental Performance Index and the Human Development Index. During the research it was confirmed that increasing values of economic indicators do not always leads to improving of population's welfare, thus people do not become happier. It was also revealed that the improving of economic situation in the country is reflected in increasing of the Human Development Index, which in its turn has a weak relationship with the Happy Planet Index.*

***Key words:** GDP per capita, The Happy Planet Index (HPI), The Environmental Performance Index (EPI), The Human Development Index (HDI), Pearson's product moment correlation coefficient, Spearman's rank correlation coefficient.*

РИСКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

***Аннотация.** Социально-экономическое развитие сельских муниципальных образований региона сопряжено с повышенными рисками, обусловленными особенностями сельской местности. В составе рисков развития сельских муниципальных образований выделены административный, социальный, экологический, в совокупности образующие интегральный риск, а также предложена методика их оценки.*

***Ключевые слова:** сельские территории, экономический потенциал, социально-экономическое развитие, территориальные риски, оценка рисков*

Сельские территории традиционно играли важную роль в социально-экономическом развитии России. В переходный период вклад села в экономику страны существенно снизился за счет повсеместного сокращения сельскохозяйственного производства и сопутствующих ему видов экономической деятельности. Все это привело к снижению уровня жизни сельского населения, сокращению его численности, обострению социальных проблем. В современной России более четверти населения продолжает проживать в сельской местности. В отдельных субъектах Российской Федерации доля сельского населения составляет более 50%, в том числе в субъектах Южного, Северо-Кавказского и Сибирского федеральных округов. Социально-экономическое развитие этих регионов связано, в первую очередь, с политикой развития сельских территорий, проводимой как на региональном, так и на федеральном уровнях.

Действующее законодательство Российской Федерации не определяет количественных критериев отнесения территориальных единиц к сельской местности, разграничения сельских и городских населенных пунктов. В федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 - 2017 годы и на период до 2020 года» под сельскими территориями (сельской местностью) понимаются сельские поселения или сельские поселения и межселенные территории, объединенные общей территорией в границах муниципального района, а также сельские населенные пункты и рабочие поселки, входящие в состав городских округов (за исключением городских округов, на территории которых находятся административные центры субъектов Российской Федерации).

Федерации) и городских поселений, на территории которых преобладает деятельность, связанная с производством и переработкой сельскохозяйственной продукции [2].

Различают сельские территории с низкой и высокой плотностью сельского населения. Статья 11 федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» определяет, что к территориям с низкой плотностью сельского населения относятся территории с плотностью сельского населения более чем в три раза ниже средней плотности сельского населения в Российской Федерации; к территориям с высокой плотностью сельского населения относятся территории с плотностью сельского населения более чем в три раза выше средней плотности сельского населения в Российской Федерации [1].

Таким образом, в Российской Федерации основным критерием отнесения территории к сельской местности является преобладание сельскохозяйственной деятельности, дополнительным критерием – характер расселения населения.

В международной практике в основе выделения сельских территорий лежат показатели численности, плотности, структуры занятости населения, степень урбанизации территории, а также учитывается фактор удаленности (периферийности) от центров экономического развития. Основанием отнесения территории к сельской местности по методике Организации экономического сотрудничества и развития является:

- во-первых, если плотность населения около 150 жителей на 1 кв. м.;
- во-вторых, если более 50% жителей живут в сельских общинах;
- в-третьих, если численность населения городского центра составляет менее 200 тыс. жителей [4].

Методика Статистического комитета Европейского Союза заключается в определении степени урбанизации территории, на основании которой выделяют:

- плотно заселенные территории: совокупность примыкающих друг к другу поселений, в каждом из которых плотность населения не ниже 500 человек на квадратный километр, а общая численность населения не менее 50 тысяч человек;

- средне заселенные территории: совокупность примыкающих друг к другу поселений, в каждом из которых плотность населения не ниже 100 человек на квадратный километр, а общая численность населения не менее 50 тысяч человек или эта территория близко расположена к плотно заселенной территории;

- слабозаселенные территории: совокупность поселений, не входящих в состав плотно или средне заселенных территорий [4].

В отечественной экономической науке получил распространение подход к определению понятия «сельская территория», основанный на противопоставлении характеристик и условий развития городской и сельской местности, в том числе в части инфраструктурной обеспеченности, развития сферы услуг, степени диверсификации экономики.

В Российской Федерации развитие сельских территорий в последние десятилетия носило неудовлетворительный характер, что вызвано обширной социально-экономической деградацией села, затянувшимся кризисом агропромышленного комплекса. По мнению Крутикова В.К. развитие российского села на современном этапе связано, в первую очередь, с решением проблем в следующих сферах:

- производственно-экономическое развитие, в том числе в части совершенствования механизмов реализации рыночных отношений, совершенствования сельскохозяйственного производства, развития кооперации и интеграции, развития малого и среднего бизнеса;

- социально-экономическое развитие, в том числе в части социального обеспечения сельского населения, развития сельской инфраструктуры, занятости и повышения уровня жизни сельского населения;

- политика и институциональные преобразования, в том числе в части реформирования деятельности органов управления местного и регионального уровней, совершенствования механизма материальной поддержки развития сельских территорий, обеспечение информационной и консультационной поддержки развития сельских территорий, подготовки кадров для села;

- сохранение природного, культурного и духовного наследия, в том числе в части рационального использования природных ресурсов, сохранения и приумножения природного наследия, сохранения и приумножения культурного и духовного наследия [3].

По мнению автора, социально-экономическое развитие села связано с реализацией имеющегося экономического потенциала. При этом ведение экономической деятельности в сельской местности сопровождается повышенными рисками по сравнению с городской местностью. Выделим особенности сельского развития, накладывающие существенные ограничения на вовлечение в производство отдельных видов экономических ресурсов, развитие несельскохозяйственных видов экономической деятельности:

- характер расселения сельского населения: низкая плотность населения, преобладание населенных пунктов с малой численностью населения, взаимная удаленность населенных пунктов;

- удаленность от центров экономического развития (периферийность), являющихся потенциальными рынками сбыта продукции, закупок сырья, материалов;

- слабая диверсификация экономики: преобладание сельскохозяйственного производства, неразвитость сферы обслуживания, слабое развитие хозяйственных связей;

- недостаточное кадровое обеспечение: отсутствие подготовленных специалистов для развития новых производств, отток наиболее квалифицированного населения в трудоспособном возрасте из сельской местности.

Особенности функционирования сельских территорий ведут к росту транспортных, транзакционных издержек на единицу готовой продукции, низкая емкость локального рынка, отсутствие подготовленных специалистов предопределяют низкий уровень организации хозяйственной деятельности. В то же время сельские территории обладают рядом преимуществ для организации некоторых видов производств, например, наличие свободных трудовых ресурсов и их низкая стоимость, обладание природными, уникальными рекреационными ресурсами (природные комплексы и их компоненты, культурно-исторические особенности) и пр. С этой точки зрения в сельской местности целесообразно размещать виды экономической деятельности, тяготеющие к источникам сырья, трудоемкие производства, не требующие высокой квалификации работников. К первым относятся виды деятельности, связанные с разработкой месторождений полезных ископаемых, переработкой сельскохозяйственного, древесного и дикорастущего сырья, ко вторым – швейное производство, ремесленное дело. В сельской местности, характеризующейся значительной удаленностью от центров экономического развития, целесообразно развивать производство продуктов питания с коротким сроком хранения для удовлетворения потребностей местного населения (хлебопекарное, кондитерское, молочное производство).

Обеспечение социально-экономического развития сельских территорий путем реализации имеющегося экономического потенциала требует учета особенностей сельского развития. Базовым условием организации хозяйственной деятельности в сельской местности, направленной на удовлетворение локальных потребностей, является встроенность в существующую структуру экономики, хозяйственных связей и потребления. Реализация масштабных бизнес-проектов, направленных на эксплуатацию природно-ресурсного потенциала, для удовлетворения потребностей хозяйствующих субъектов, населения региона и страны в целом требует детального изучения множества

факторов, в том числе рисков, специфических для конкретной территории, на которой планируется размещение производства. На рис. 1. представлена схема влияния территориальных рисков на социально-экономическое развитие муниципального образования.



Рисунок 1 – Схема влияния территориальных рисков на социально-экономическое развитие муниципального образования

С точки зрения инвестирования в экономику региона наибольшей привлекательностью обладают муниципальные образования с высоким экономическим потенциалом. В то же время в целях обеспечения успешной реализации бизнес-проектов следуют учитывать риски развития экономического потенциала территории, иными словами инвестиционные риски. В составе инвестиционных рисков принято выделять технико-технологические, экономические, политические, социальные, экологические, нормативно-правовые риски.

Технико-технологические риски связаны с надежностью используемого оборудования, сложностью и степенью автоматизации производственных процессов и технологий. Технико-технологические риски возникают при реализации определенного проекта, их оценивание проводится отдельно для каждого случая. Уровень экономического риска обусловлен состоянием экономики в целом, сложившейся рыночной ситуацией, проводимой бюджетной, инвестиционной и налоговой политикой. Политические риски связаны с произошедшими или прогнозируемыми изменениями политической ситуации, политического курса, накладыванием административного ограничения на инвестиционную деятельность. Социальные риски вызваны сложившейся социальной ситуацией в стране, регионе, территории, выражаются в высокой социальной напряженности, социальных волнениях, забастовках, массовых беспорядках. Экологические риски подразделяются на техногенные риски (техногенные катастрофы на предприятиях с последующим заражением вредными веществами окружающей среды); природно-климатические риски (географическое расположение объекта, климатические условия, катаклизмы), социально-бытовые риски (инфекционные заболевания; массовые распространения

вредителей растений). Нормативно-правовые риски заключаются в изменении действующего законодательства, противоречивости, неполноте нормативно-правовой базы, лоббировании интересов отдельных групп лиц при принятии законодательных актов.

На уровне муниципального образования формируются социальные, экологические и политические (административные) риски. Экономические и нормативно-правовые риски образуются на уровне страны в целом или отдельного региона, технико-технологические специфичны для каждого проекта, их возникновение и степень проявления зависит от отраслевой принадлежности проекта, используемого оборудования, технологии и кадрового состава. Таким образом, социально-экономическое развитие сельских муниципальных образований на основе использования экономического потенциала сопряжено с социальными, экологическими и административными рисками. Территориальные риски характеризуются различными источниками возникновения, характером последствий, требуют различных методов управления. Субъектами управления территориальными рисками являются органы региональной и местной власти, хозяйствующие субъекты (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика рисков использования экономического потенциала в социально-экономическом развитии муниципального образования

Риски	Источник	Последствия	Методы управления
Социальный	Население	Социальные конфликты Неправомерные действия местного населения	Проведение социально-ориентированной политики
Административный	Органы государственной власти и местного самоуправления	Административные барьеры Затягивание сроков решения административных вопросов	Кадровая политика Административная ответственность
Экологический	Окружающая среда	Загрязнение окружающей среды вследствие аварий, катастроф, особенностей производства Природно-климатические явления	Соблюдение мер по защите окружающей среды Внедрение инновационных технологий Экологическое страхование

Управление территориальными рисками осуществляется на основе их оценки, которая заключается в измерении степени проявления риска для конкретного муниципального образования. Обзор научно-методических работ позволяет выделить два подхода, получивших наибольшее распространение, к оценке инвестиционных рисков территорий:

- метод экспертных оценок, который применяется в случаях полного отсутствия информации о характере и степени проявления риска в конкретной ситуации. Основными недостатками метода являются субъективность оценок, сложность в подборе группы независимых экспертов;

- метод расчета интегрального показателя, который заключается в агрегировании группы статистических показателей, характеризующих частные риски инвестирования. Данный метод характеризуется универсальностью, возможностью проведения сравнительного анализа рисков в разрезе территорий.

Современные подходы к оценке рисков инвестирования на субрегиональном уровне в большинстве случаев основаны на расчете интегрального показателя. Они различаются между собой выделением различных видов частных инвестиционных рисков, выборе показателей, участвующих в оценке, выборе способа агрегирования отобранных показателей.

Далее представлены основные методические положения интегральной оценки территориальных рисков. Оценка рисков развития территорий региона заключается в идентификации частных рисков, подготовке информационной базы для оценивания рисков, оценке и анализе значений частных рисков и интегрального риска развития территорий.

Подготовка исходной информационной базы для оценивания территориальных рисков заключается в определении перечня статистических показателей, характеризующих риски, источников информации, методов сбора и обработки. Отбор статистических показателей, характеризующих риски инвестирования в территории, производится с учетом следующих требований:

- представительность, согласно которому отобранные показатели наиболее полно характеризуют рассматриваемую категорию;

- доступность, согласно которому показатели подлежат регистрации органами государственной статистики, отраслевыми ведомствами или рассчитываются на их основе.

Количественная оценка частных рисков развития территорий требует приведения исходных показателей к сопоставимому виду путем нормирования одним из способов:

$$1. y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}; 2. y_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}, y_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\min}}, y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j}; 3. y_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

где y_{ij} – нормированное значение показателя; x_{ij} – фактическое значение показателя; x_j^{\max} – максимальное значение показателя; x_j^{\min} – минимальное значение показателя; \bar{x}_j – среднее значение показателя; σ_j – среднее квадратическое отклонение показателя; i – номер территории, для которой проводится оценка, $i=1,2, \dots n$; j – номер показателя, участвующего в оценке, $j=1,2, \dots m$.

Использование первого способа нормирования исходных показателей позволяет получить преобразованные значения, находящиеся в интервале от 0 до 1. При этом значения исходных показателей, оказывающих положительное влияние на уровень частного риска, подвергаются процедуре нормирования по формуле:

$$y_{ij} = (x_{ij} - x_j^{\min}) / (x_j^{\max} - x_j^{\min}),$$

для показателей, оказывающих отрицательное влияние, формула преобразуется следующим образом:

$$y_{ij} = (x_j^{\max} - x_{ij}) / (x_j^{\max} - x_j^{\min}).$$

Для расчета количественной оценки частных рисков развития территорий используют формулу средней арифметической:

$$r_{ik} = \sum_{j=1}^{m^{(k)}} y_{ij} / m^{(k)},$$

где r_{ik} – оценка k частного риска для i территории, $k=1,2, \dots l$; $m^{(k)}$ – подмножество исходных показателей, участвующих в оценке k частного риска.

Для оценки сводного риска инвестирования в территорию целесообразно применять формулу средней арифметической взвешенной:

$$R_i = \sum_{k=1}^l r_{ik} \omega_k / \sum_{k=1}^l \omega_k,$$

где R_i – сводный риск инвестирования в i территорию, ω_k – весовые коэффициенты значимости частных рисков. Значения весовых коэффициентов, как правило, определяются экспертным путем.

Отметим, что количественные оценки, полученные с помощью вышеописанных преобразований, принимают значения от 0 до 1.

По результатам оценки проводится анализ и сравнение уровня рисков в разрезе территорий региона, формулируются соответствующие выводы и рекомендации. Для определения степени проявления рисков для каждой территории вводится шкала, основанная на значениях количественной оценки.

Таким образом, в основе социально-экономического развития муниципальных образований региона лежат процессы использования и воспроизводства экономического потенциала. Уровень развития муниципального образования определяется объемом, структурной сбалансированностью элементов экономического потенциала. Ключевое влияние на возможность вовлечения в хозяйственную деятельность экономических ресурсов оказывают территориальные риски.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 6 июня 2003 г. №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»
2. Федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 - 2017 годы и на период до 2020 года»
3. Крутиков В.К., Федорова О.В. Развитие сельских территорий: инновация, диверсификация. – Калуга: ЗАО «Типография Флагман», 2011. – 216 с.
4. Agricultural statistics. Data 1995-2004. – Luxembourg: European Commission, 2006.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

M. Ts. Budazhanaeva

BSC SB RAS, Ulan-Ude

RISKS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF RURAL MUNICIPALITIES

***Abstract.** Social and economic development of rural municipalities of the region is interfaced to the increased risks caused by features of rural areas. As a part of risks of development of rural municipalities are allocated administrative, social, ecological, in total forming integrated risk, and also the assessment technique is offered.*

***Key words:** rural areas, economic potential, social and economic development, territorial risks, risk estimate.*

СОЗДАНИЕ ОПЦИОННОГО КАЛЬКУЛЯТОРА ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ АЗИАТСКОГО ОПЦИОНА

Аннотация. Данная статья посвящена оцениванию и созданию опционного калькулятора, производящего расчет стоимости азиатских опционов. Опционные калькуляторы широко используются при анализе биржевых сводок, позволяя предсказывать поведение стоимости опционов при изменении различных параметров. Математической моделью рассматриваемой задачи является модель Блэка-Шоулза, представляющая собой параболическое уравнение в частных производных относительно стоимости азиатского опциона. Применение неявных разностных схем к решению поставленной задачи позволяет получить устойчивое численное решение для различных значений волатильности, безрисковой ставки и времени исполнения опциона[1-4].

Ключевые слова: азиатский опцион, оценивание, опционный калькулятор, разностные схемы, модель Блэка-Шоулза, численные методы.

1. Сведения об опционах.

Опцион – это контракт на продажу или покупку ценных бумаг по договорной цене S_0 , покупаемых до или в момент срока исполнения опциона T [5]. Введем следующие обозначения: S – стоимость базового актива, t ($t \in [0; T]$) – текущий момент времени, $V(S, t)$ – функция стоимости опциона.

Существует два основных типа опциона – *call* и *put* опционы. *Put* опцион – это опцион, который дает праву держателю опциона продать актив по фиксированной цене S_0 в момент времени T . *Call* опцион – это опцион, который дает право купить актив по фиксированной цене S_0 в момент времени T . После установленного договором срока, т.е. по истечении времени T ($t > T$), опцион обесценивается, и выплата такого опциона становится равной нулю.

Опционы разделяются по стилям: *европейские*, *американские* и *экзотические*. Европейский опцион – это опцион, который может быть исполнен только в момент времени исполнения опциона T . Американский опцион – это опцион, который может быть исполнен в любой момент времени $t \leq T$.

В данной статье мы будем рассматривать *азиатский опцион*. *Азиатский опцион* – это опцион, цена исполнения которого определяется

как средняя цена опциона за весь период его исполнения. Цена такого опциона определяется “траекторией” ценовых значений базового актива.

Азиатские опционы заключаются на биржевые индексы, товары, валюту и ставку процента. Такие опционы применяются на рынке цветных металлов и энергоресурсов.

Для определения стоимости азиатского опциона на момент времени t ($t \in [0; T]$) необходимо знать среднее значение цен базовых активов S . В данной работе для вычисления средних значений цен использовалась формула арифметического среднего

$$A_t = \int_0^t f(S_\theta, \theta) d\theta,$$

2. Метод Блэка-Шоулза.

В 1973 году учеными Фишером Блэком и Майроном Шоулзом был разработан метод для оценки стоимости опционов [6]. Согласно модели Блэка-Шоулза цена базового актива на момент времени t рассчитывается согласно уравнения

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0. \quad (1)$$

Здесь σ – коэффициент волатильности, r – безрисковая процентная ставка. В модели предполагается отсутствие транзакционных издержек и возможности арбитража.

Через A обозначим среднее значение всех имеющихся цен базовых активов S к моменту времени t . Таким образом, мы получим, что функция выплаты V азиатского опциона зависит от трех параметров – A, S, t . В таком случае, уравнение Блэка-Шоулза для азиатского опциона принимает вид:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + f(S, t) \frac{\partial V}{\partial A} - rV = 0. \quad (2)$$

Модель (2) имеет отличие от стандартной версии уравнения Блэка-Шоулза (1) – оно содержит новое слагаемое $f(S, T) = \frac{\partial V}{\partial A}$.

Таким образом, получаем задачу, которая сводится к численному решению уравнения (2) относительно величины $V(S, t, A)$ – стоимости азиатского опциона при следующих заданных параметрах:

- σ – коэффициента волатильности,
- T – времени исполнения опциона,
- S_0 – цены исполнения опциона в момент времени T ,
- r – безрисковой процентной ставке.

Все решения уравнения (2) определены на области $S > 0, A > 0, 0 \leq t \leq T$ в трехмерном пространстве (S, t, A) .

Проведение вычислений и поиск решений в пространстве (S, t, A) приводит к возникновению численных трудностей, поэтому задача (2) переформулируется и, с целью уменьшения пространства решений, проводится следующая замена. Введем вспомогательную переменную R_t

$$R_t = \frac{1}{S_t} \int_0^t S_\theta d\theta, \quad (3)$$

и вспомогательную функцию $H(R, t)$. Выразим стоимость азиатского опциона V через вспомогательную функцию и вспомогательную переменную

$$V(S, A, t) = S \cdot H(R, t) \quad (4)$$

Подстановкой выражения (3) в (4) получим следующий вид уравнения Блэка-Шоулза:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 R^2 \frac{\partial^2 H}{\partial R^2} + (1 - rR) \frac{\partial H}{\partial R} = 0. \quad (5)$$

Для проведения вычислений необходимо определить начальные и граничные условия. Начальным условием является функция выплаты, которая определяется величинами T, R_t и S_0 . Выражения для начального условия имеет вид

$$H(R_T, T) = (1 - \frac{1}{T} R_T)^+. \quad (6)$$

Уравнение (5) предполагает обратный проход по времени (т.е. от $t=T$ до $t=0$). Для осуществления прямого прохода (т.е. от $t=0$ до $t=T$) знак производных по времени в выражении (5) и в левом граничном условии изменяется. Перепишем уравнение (5), начальное условие (6) и граничные условия в виде

$$-\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 R^2 \frac{\partial^2 H}{\partial R^2} + (1 - rR) \frac{\partial H}{\partial R} = 0, \quad (7)$$

$$-\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial R} = 0 \text{ при } R \rightarrow 0, \quad H(R, t) = 0 \text{ при } R \rightarrow \infty, \quad (8)$$

$$H(R_T, T) = (1 - \frac{R_T}{T})^+. \quad (9)$$

Таким образом, постановка задачи представлена уравнениями (7-9) относительно $H(R, t)$.

Данная задача решалась неявной разностной схемой относительно H_i^n . Неявная разностная схема, примененная к данной задаче и сведенная к трехдиагональному виду, выглядит следующим образом [7-9]:

$$\left(\frac{\frac{1}{2}\sigma^2 R_i^2}{h^2} - \frac{(1-rR_i)}{2h}\right) H_{i-1}^{n+1} + \left(-\frac{1}{\tau} - \frac{\sigma^2 R_i^2}{h^2}\right) H_i^{n+1} + \left(\frac{\frac{1}{2}\sigma^2 R_i^2}{h^2} + \frac{(1-rR_i)}{2h}\right) H_{i+1}^{n+1} = -\frac{1}{\tau} H_i^n$$

Задача решается при наличии начального условия, выраженного уравнением (9) с соблюдением граничных условий, которые имеют вид

$$\frac{H_0^1 - H_0^0}{\tau} - \frac{H_1^0 - H_0^0}{h} = 0 \text{ при } i = 0,$$

$$\frac{H_N^1 - H_N^0}{\tau} - \frac{H_N^0 - H_{N-1}^0}{h} = 0 \text{ при } i = N.$$

После вычисления значений функции $H(R, t)$ расчет стоимости азиатского опциона происходит согласно формуле (4).

3. Программа Asia_option.

Для численного решения задачи был разработан алгоритм, реализованный в виде программы *Asia_option* на языке программирования C++, с применением библиотек QT. Программа *Asia_option* представляет собой опционный калькулятор, предназначенный для вычисления стоимости азиатского опциона на основе разработанной методики численного решения уравнения Блэка-Шоулза.

Интерфейс программы предполагает инициализацию начальных данных (σ, T, r, S_0) пользователем в меню программы:

ВВЕДИТЕ НАЧАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Период опциона : T	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Процентная ставка : r	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Волатильность : sigma	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Начальная стоимость активов : s0	<input style="width: 80px;" type="text"/>

На первом этапе алгоритма программы происходит вычисление стоимости базовых активов S_{t_j} в каждый момент времени t_j для $t_j \in [0; T]$. Программа имеет два возможных варианта вычисления стоимости базовых активов. Один из них предполагает вычисления с применением модели Винеровского процесса:

$$S_t = S_0 e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t},$$

где величина W_t является непрерывным случайным винеровским процессом. Алгоритм для моделирования величины W_t имеет вид:

1. При $t=0$ $W_0 = 0$, задается Δt .
- В пунктах 2,3,4 $j \in [1:n]$
2. $t_j = t_{j-1} + \Delta t$.
3. $Z \sim N(0,1)$.
4. $W_j = W_{j-1} + Z\sqrt{\Delta t}$.

Второй способ моделирования цен базовых активов состоит в применении прямого прохода биномиального метода. При этом цена базового актива рассчитывается согласно выражению:

$$S_{ji} = S_0 u^j d^{i-j}, \quad \text{где } 0 \leq j \leq i, 0 \leq i \leq n,$$

где n -число разбиений временной оси, а коэффициенты u и d выражаются следующим способом:

$$\begin{aligned} u &= \beta + \sqrt{\beta^2 - 1} \\ d &= \frac{1}{u} = \beta - \sqrt{\beta^2 - 1} \\ \beta &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{e^{r\Delta t}} + e^{r\Delta t} * e^{\Delta t \sigma^2} \right) \end{aligned}$$

Следующий этап программы состоит в расчете массива значений R_{t_j} на основе цен базовых активов S_{t_j} и поиске максимального значения R_{max} .

Во время третьего этапа программы проходит расчет значений начального вектора H .

На четвертом этапе происходит вычисление вектора значений H , с применением неявной разностной схемы, а так же схем решения уравнений вида

$$Ax = f,$$

где A -матрица, f -вектора правой части, x -искомый вектор. Для решения подобного уравнения в рамках нашей задачи рационально применить метод прогонки.

Завершающий этап программы – вычисление стоимости азиатского опциона на основе подстановки полученных значений вектора H в выражение (4), а также вывод полученных результатов в виде файлов с расширением `.csv`.

Одной из дополнительных возможностей данной программы является вычисление *греков* – коэффициентов, которые помогают трейдеру в оценке стоимости опционов и принятии решение о купле/продаже

ценных бумаг. Программа позволяет вычислить пять основных греков на основе применения к ним разностных схем

$$\begin{aligned} \text{delta} &= \frac{\partial V}{\partial S} = \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\Delta S}, \\ \text{teta} &= \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\text{tau}}, \\ \text{rho} &= \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\Delta r}, \\ \text{vega} &= \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\Delta \sigma}, \\ \text{gamma} &= \frac{V_{j+1}^{n+1} - 2V_j^{n+1} + V_{j-1}^{n+1}}{(\Delta S)^2}. \end{aligned}$$

4. Результаты численных расчетов.

Данные расчетов для анализа полученных результатов сформированы в виде таблиц и графиков в формате электронных таблиц и диаграмм Excel. Рассмотрим работу программы на примере азиатского put-опциона. Определим следующие значения входных параметров: $r=0.05$, $\sigma = 0.25$, $S_0 = 10$, $T=1$. Для простоты наблюдений выберем небольшое количество разбиений по времени, т.е. зададим $n=10$. На основе вычислений, полученных при заданных параметрах, мы получим график поверхности выплаты азиатского опциона следующего вида:

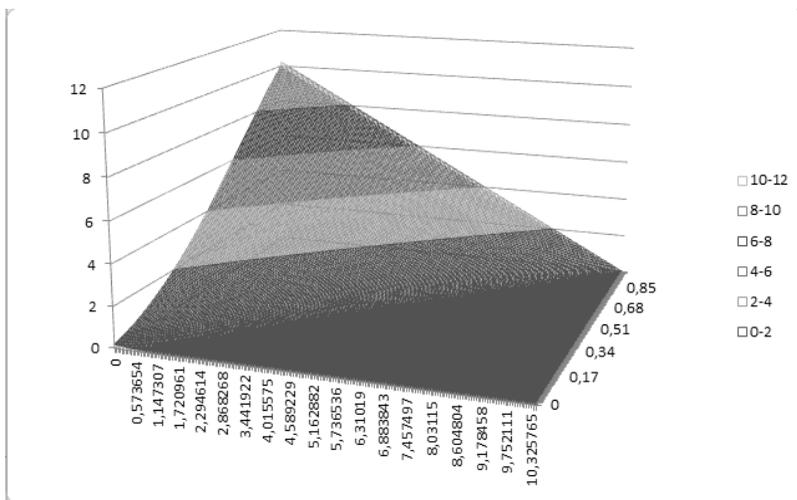


Рисунок 1 - График поверхности выплаты азиатского опциона

Библиографический список

1. Vasilyeva, T. Numerical methods for evaluating financial options// Workshop on Stochastic and PDE methods in financial mathematics 7-12 Sept., Yerevan, 2012. P. 27-28.
2. Васильева, Т. Численные методы оценивания финансовых опционов// XXI Международная конференция "Математика. Экономика. Образование": сб. материалов межд. конф. Новороссийск, 2012, С. 18-19.
3. Зеленый, Д.Д., Васильева, Т.А. Оценивание стоимости азиатских опционов неявной разностной схемой // Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: сборник материалов межд. молодеж. науч.-практ. конф. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 5-8 ноября 2013 г, с.67-72.
4. Васильева Т.А., Васильева О.Е. Application Mellin transforms to the Black – Scholes equations // Вестник ВолГУ, Математика. Физика.: Волгоград, Издательство Вестник Волгоградского государственного университета, 2009. N 12. С. 55-63.
5. Вайн Саймон Опционы. Полный курс для профессионалов // М.: Альпина Паблишер, 2003. 416 С.
6. Black F., Sholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journal of Political Economy, 81, May/June 1973. P.637-659.
7. Самарский А.А., Гулин В.Я. Численные методы. Наука, 1984.
8. Desmond J. Higham. An introduction to Financial Option valuation. Mathematics, Stochastic and Computation. Cambridge Univ. Press, 2005
9. R. Seydel . Tools for Computational Finance, Springer, Berlin, 2009.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

T.A. Vasilyeva, D.D. Zelenyi

VolSU, Volgograd

OPTION CALCULATOR FOR ASIA OPTIONS EVALUATING

Abstract. *This paper focuses on evaluating the Asian option. Mathematical model of the problem is the Black-Scholes model, which is a parabolic partial differential equation relative to the price Asian option.*

The use of implicit finite difference schemes for solving the problem can produce a stable numerical solution for different values of volatility, risk-free rate and the time of exercise. For numerical solution algorithm was developed, implemented as a program Asia_option programming language C++. These calculations for the analysis of the results generated in the form of tables and graphs in spreadsheet format and Excel charts.

Key words: *Black-Scholes model, options, Asia option, Exotic options, financial mathematics, derivatives, implicit difference schemes, option calculator.*

УДК 331.5.024.52

К.И. Дубовских, А.А. Смирнова

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И. Носова*

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ БЕЗРАБОТИЦЫ И ВВП В РФ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается взаимосвязь безработицы и ВВП как по округам, так и по России в целом. Для оценки взаимосвязи используется закон Оукена. Для анализа использовались данные Федеральной службы государственной статистики.*

***Ключевые слова:** безработица, ВВП, ВРП, закон Оукена, коэффициент Оукена.*

Достижение высокого уровня занятости - одна из основных целей макроэкономической политики государства. Экономическая система, создающая дополнительное количество рабочих мест, ставит задачу увеличить количество общественного продукта и тем самым в большей степени удовлетворить материальные потребности населения. При неполном использовании имеющихся ресурсов рабочей силы система работает, не достигая границы своих производственных возможностей. Возникает вопрос оценки связи уровня безработицы и ВВП.

Для исследования взаимосвязи будем использовать коэффициент Оукена, который показывает, на сколько будет отставать фактический ВВП от потенциального, при изменении безработицы на 1%. По данному коэффициенту можно судить о степени развитости экономики страны. Для неразвитых стран он будет меньше двух, для развитых от двух до трёх. Следует учитывать, что данные интерпретации не всегда будут работать, т.к. на практике значения могут получиться очень разные и это зависит от многих факторов: резкий рост экономики и развитие технологий производства, различного рода миграции и т.д. Для США 1960х годов, он равен 2. Т.е. при увеличении уровня безработицы на 1%, отставание фактического ВВП составит 2%. Данное значение считается эталонным для закона Оукена, однако для каждой страны или региона в разное время значения параметра β отличаются друг от друга.

Рассмотрим данные о ВВП и безработицы в России, приведённые в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что при росте ВВП уровень безработицы снижается. Например, в 2009 году из-за экономического кризиса ВВП снизился более чем на 3000 млрд. рублей. Безработица в свою очередь выросла на 1,9%. В 2010 экономика РФ начала оправляться от кризиса и

ВВП увеличился на 1500 млрд. рублей, безработица, в свою очередь, упала на 0,9%.

Таблица 1 – ВВП и безработица в РФ в 2000-2011 гг.

Год	ВВП млрд. руб. (в ценах 2008г)	Уровень безработицы (в %)
2000	24 799,9	10,6
2001	26 062,5	9,0
2002	27 312,3	7,9
2003	29 304,9	8,2
2004	31 407,8	7,8
2005	33 410,5	7,2
2006	36 134,6	7,2
2007	39 218,7	6,1
2008	41 276,8	6,3
2009	38 048,6	8,4
2010	39 699,9	7,5
2011	41 421	6,6

По данным таблицы 1 видно, что при росте ВВП уровень безработицы снижается. Например, в 2009 году из-за экономического кризиса ВВП снизился более чем на 3000 млрд. рублей. Безработица в свою очередь выросла на 1,9%. В 2010 экономика РФ начала оправляться от кризиса и ВВП увеличился на 1500 млрд. рублей, безработица, в свою очередь, упала на 0,9%.

Таким образом, между приростом ВВП и уровнем безработицы имеется обратная зависимость. Это подтверждается коэффициентом корреляции, равным -0,8, что свидетельствует об очень сильной (практически линейной) обратной связи. Рассчитаем коэффициент Оукена для РФ. Следует отметить, что на практике он часто находится из соотношения:

$$\frac{Y_n - Y_{n-1}}{Y_{n-1}} = \frac{-\beta(u_n - u_{n-1})}{(1 - \beta * u_{n-1})} \quad (1)$$

где, Y – значение ВВП

u – значение уровня безработицы

β – коэффициент Оукена

Т.е. в виду сложности расчёта потенциального ВВП и определения уровня естественной безработицы, их заменяют значениями ВВП и уровня безработицы за предыдущий период. Т.о. коэффициент

приобретает смысл коэффициента эластичности, т.е. он показывает, на сколько процентов изменится ВВП при изменении безработицы на 1%.

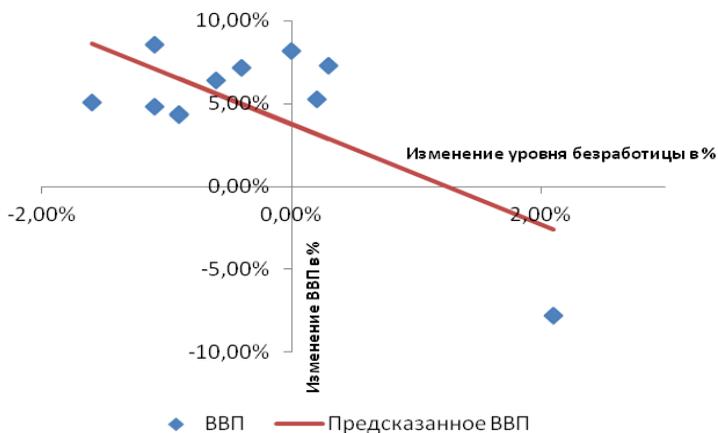


Рисунок 1 – Зависимость между изменением ВВП и уровня безработицы

Из уравнения регрессии получаем, что $\beta=2.68$. Значение коэффициента равно 2,5 признано нормальным для большого количества стран. Следовательно, российскую экономику можно признать достаточно развитой.

Рассмотрим значения коэффициента Оукена для отдельных округов, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициент Оукена по округам

Округ	Коэффициент Оукена
Северо-Кавказский федеральный округ	0,488080862
Дальневосточный федеральный округ	1,195236966
Северо-Западный федеральный округ	1,859029868
Южный федеральный округ	1,927304086
Сибирский федеральный округ	2,197183674
Приволжский федеральный округ	3,426941343
Уральский федеральный округ	4,046056073
Центральный федеральный округ	4,206104422

При анализе таблицы 2 можно сделать вывод о неравномерном развитии округов РФ. В целом, у слаборазвитых округов коэффициент Оукена низкий, и чем более развит регион, тем его коэффициент выше. Так для Центрального федерального округа он составляет 4,2, что

свидетельствует о высокой производительности труда и, возможно, сильно перегретой экономике. Большая разница в значениях, так же может быть частично объяснена плохо развитой статистикой в регионах, однако это только увеличивает разброс чисел и вряд ли влияет на общую картину. Следует отметить, что значения коэффициента Оукена для отдельных субъектов близко к значению по всему округу. Однако есть субъекты (например, Республика Коми, Саратовская область, Приморский край) в которых взаимосвязь ВРП и безработицы отсутствует.

Рассмотрим значения ВРП и уровня безработицы для Приморского края, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Значения ВРП и уровня безработицы для Приморского края

Год	ВРП млрд. руб. (в ценах 2008г)	Уровень безработицы в %
2000г.	210,8	12,3%
2001г.	212,2	8,7%
2002г.	244,4	9,1%
2003г.	264,8	8,1%
2004г.	280,9	9,6%
2005г.	288,5	8,0%
2006г.	289,9	8,0%
2007г.	305,6	7,0%
2008г.	316,6	7,5%
2009г.	361,8	9,8%
2010г.	408,1	9,7%

Значения ВРП непрерывно растут с 2000г. несмотря на колебания уровня безработицы. Так в 2009г. уровень безработицы увеличился на 2,3% и ВРП увеличился на 14%. Данную прямую зависимость объяснить очень тяжело, но скорее всего это связано со значительными инвестициями и резким развитием экономики этого района. Колебания уровня безработицы просто оказывают слишком маленькое влияние, по сравнению с ежегодным ростом ВРП, связанным с внедрением новых технологий.

Несмотря на проблемы, российская экономика движется в направлении рыночной экономики. Два последних года наблюдается рост ВВП и снижение уровня безработицы, что свидетельствует об окончании финансового кризиса. Коэффициент Оукена снизился, по сравнению с 1990-2000гг, и стал близок к признанной норме, что свидетельствует о внедрении инновационных технологий в производство. Регионы

демонстрируют постепенный рост ВВП. Экономика в целом оздоравливается.

Библиографический список

1. Okun A.M. Potential GNP: its measurement and significance / Proceedings of the Business and Economic Statistics Section of the American Statistical Association, 1962; reprinted in Cowles Foundation, Yale Univ.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

K.I. Dubovskikh, A.A. Smirnova

MMSTU, Magnitogorsk

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF UNEMPLOYMENT AND GDP IN RUSSIA

***Abstract.** This article discusses the relationship of unemployment and GDP both districts, and in Russia as a whole. Okun's law used to evaluate the relationship. To analyze used the data of the Federal State Statistics Service.*

***Key words:** unemployment, GDP, GRP, Okun's law, Okun's coefficient.*

УДК 519.22

К.И. Дубовских, А.А. Смирнова, В.Ш. Трофимова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В АКТУАРНЫХ РАСЧЁТАХ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается подбор распределений в актуарных расчётах. Для анализа используются данные о выплатах страховой компанией по договорам КАСКО.*

***Ключевые слова:** актуарные расчёты, КАСКО, логнормальное распределение, распределение Пуассона, гипотеза, страхование.*

Актуарные расчёты — расчёты тарифных ставок страхования на основе методов математической статистики. Применяются во всех видах страхования. Основаны на использовании закона больших чисел. Отражают в виде математических формул механизм образования и расходования страхового фонда. Особую роль играют в долгосрочном страховании, например, связанном с продолжительностью жизни населения, то есть в страховании жизни и пенсионном страховании[1].

В основе актуарных расчётов лежит равенство математических ожиданий полученных и выплаченных денежных средств. При нехватке денежных средств, страховая компания разорится, а при больших тарифах – останется без клиентов, поэтому в интересах любой страховой компании нахождение баланса выплат и поступлений, что проявляется в точном расчёте стоимости страховой услуги.

Точность расчёта сильно зависит от неизвестного закона распределения ущерба. Существует несколько тестов для проверки соответствия выборочной совокупности тому или иному теоретическому распределению. Наиболее используемыми являются критерий согласия Пирсона и критерий Колмогорова.

Для критерия согласия Пирсона[2, с. 373]:

$$\chi^2_{\text{наблюдаемое}} = \sum \frac{(v_{\text{эмпир}} - v_{\text{теоретич}})^2}{v_{\text{теоретич}}} \quad (1)$$

где, $v_{\text{эмпир}}$ - эмпирически рассчитанные частоты;

$v_{\text{теоретич}}$ - теоретически рассчитанные частоты.

$$\chi^2_{\text{крит}} = \chi^2(\alpha; k - r - 1) \quad (2)$$

где α – уровень значимости;

k – число интервалов эмпирического распределения;

r – число параметров теоретического распределения.

Если $\chi^2_{\text{наблюдаемое}} < \chi^2_{\text{крит}}$, то гипотеза H_0 о том, что случайная величина подчиняется выбранному закону распределения, выполняется при заданном уровне значимости, в противном случае отвергается.

Для критерия Колмогорова[2, с. 375]:

$$D_{\text{набл}} = \sqrt{N} * \max_i |\omega_{\text{эмпир } i} - \omega_{\text{теор } i}| \quad (3)$$

Значения $D_{\text{крит}}(\alpha)$ затабулированы.

Если $D_{\text{набл}} < D_{\text{крит}}(\alpha)$ то гипотеза H_0 принимается.

Рассмотрим реальные данные по ущербам в страховых договорах КАСКО. Следует отметить, что по каждому договору может быть несколько выплат в течение срока действия договора страхования. Т.о. необходимо подобрать два распределения: одно дискретное для количества страховых случаев, а второе непрерывное для величины ущерба при наступлении страхового случая.

Для распределения количества страховых случаев лучше всего подходит распределение Пуассона.

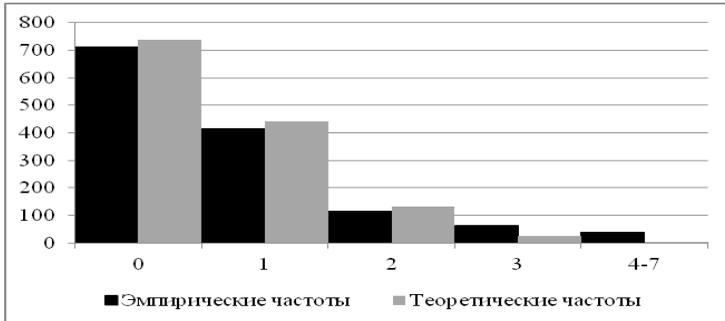


Рисунок 1 - Гистограмма эмпирических и теоретических частот

Из рисунка 1 видно, что эмпирические и теоретические значения частот мало отличаются друг от друга, однако, рассчитанное по формуле (1) $\chi^2_{\text{наблюдаемое}} = 30148$. Это связано с проблемой, так называемых, «толстых хвостов». Критическое значение $\chi^2_{\text{крит}}(0,05; 3) = 7,82$. Наблюдаемое значение больше критического, значит, по критерию Пирсона нельзя утверждать, что эмпирические данные подчиняются закону Пуассона.

Применим критерий Колмогорова. Наблюдаемое значение, рассчитанное по формуле (3) $D_{\text{набл}} = 0,11$, а $D_{\text{крит}}(0,05) = 1,36$, следовательно, принимаем гипотезу о подчинении эмпирических данных закону Пуассона.

Для подбора закона распределения величины ущерба воспользуемся программой Statistica 6.0. Наиболее подходящий закон – логнормальное распределение.

По критерию согласия Пирсона гипотеза H_0 отвергается, а по критерию Колмогорова принимается.

Критерий согласия Пирсона очень чувствителен к несоответствиям эмпирических и теоретических значений на концах распределения. Но если это не является существенным фактом в некоторых договорах страхования, то можно удовлетвориться результатом критерия Колмогорова.

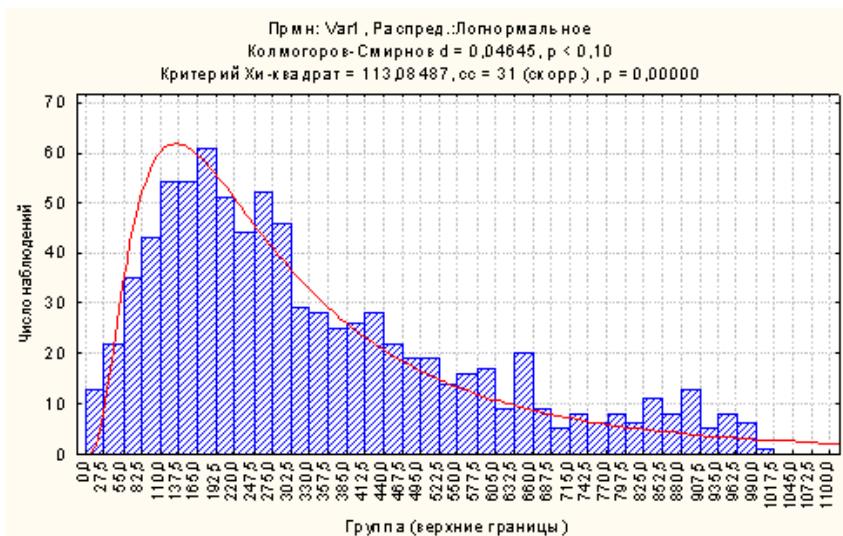


Рисунок 2 - Оценка распределения в Statistica

Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество страховых случаев распределено по пуассоновскому закону распределения, а величина ущерба по логнормальному с вероятностью 95%. Исходя из этого, страховая компания может вычислить стоимость КАСКО.

Без методов математической статистики невозможно существование актуарных расчётов, т.к. для них требуется серьезный математический аппарат, и подбор распределений генеральных совокупностей – это только вершина айсберга.

Библиографический список

1. Бушманова М.В., Корнилов И. А., Иванова Т. А., Мельникова Г.Г., Реент Н. А. Применение теории вероятностей и математической статистики в страховании: учеб. пособие с грифом УМО. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. – 116 с.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Юнити, 2006. – 573.
3. Трофимова В.Ш. Статистические исследования в имущественном страховании (статья). Материалы 65-й научно-технической конференции Сборник докладов. Том 2. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – С. 89 – 91.

K.I. Dubovskikh, A.A. Smirnova, V. Sh. Trofimova

MMSTU, Magnitogorsk

APPLICATION OF MATHEMATICAL STATISTICS IN ACTUARIAL CALCULATIONS

Abstract. *This article discusses the selection of distributions in actuarial calculations. Used for the analysis data about payments by the insurance company contracts hull insurance.*

Key words: *actuarial calculations, hull insurance, lognormal distribution, the Poisson distribution, the hypothesis, insurance.*

УДК 338.43

К.И. Дубовских, А.А. Смирнова, Н.А Реент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЁМОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ХОЛЬТА-УИНТЕРСА

Аннотация. *В данной статье рассматривается сельское хозяйство РФ. Строится адекватная модель для прогнозирования объёмов производства сельского хозяйства. Для анализа использовались квартальные данные Федеральной службы государственной статистики.*

Ключевые слова: *сельское хозяйство, прогноз, прогнозирование, скользящая средняя, тренд-сезонная модель, мультипликативная сезонная компонента.*

Сельское хозяйство — важнейшая отрасль хозяйства, направленная на обеспечение населения продовольствием и получение сырья для ряда отраслей промышленности. Отрасль представлена практически во всех странах. В мировом сельском хозяйстве занято около 1,1 млрд. экономически активного населения[1].

Россия всегда была главным экспортёром зерновых культур, однако с распадом СССР производство сельского хозяйства резко упало. Восстановление данной отрасли происходит, в основном, за счёт государственной помощи, однако темпы восстановления оставляют желать лучшего. Целью данной работы является оценка скорости восстановления сельскохозяйственной отрасли РФ, а также построение адекватной прогнозной модели.

Для анализа взяты квартальные данные индекса производства с/х с 1999 по 2013гг. Всего 59 данных.

Период упреждения выбран в размере 1/3 от исходной длины ряда, т.е. 40 значений используются для построения модели, а 20 для проверки точности модели.

Исходные данные должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1 Уровни ряда должны быть равноотстоящими
- 2 Уровни ряда должны быть сопоставимыми
- 3 Временной ряд должен иметь достаточную длину
- 4 Временной ряд не должны иметь пропущенные значения
- 5 Уровни ряда не должны содержать аномальные значения

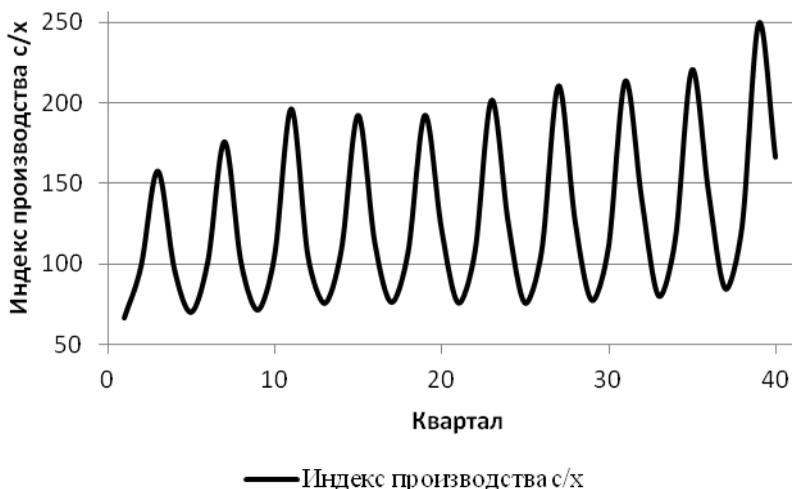


Рисунок 1 – Исходные данные

Как видно из рисунка 1 исходный ряд удовлетворяет требованиям, предъявляемым к временному ряду. Ряд имеет ярко выраженную сезонную компоненту, при чём размах колебаний увеличивается, что говорит о мультипликативной сезонности.

Воспользуемся скользящей средней с периодом сглаживания 4 для выявления трендовой составляющей временного ряда.

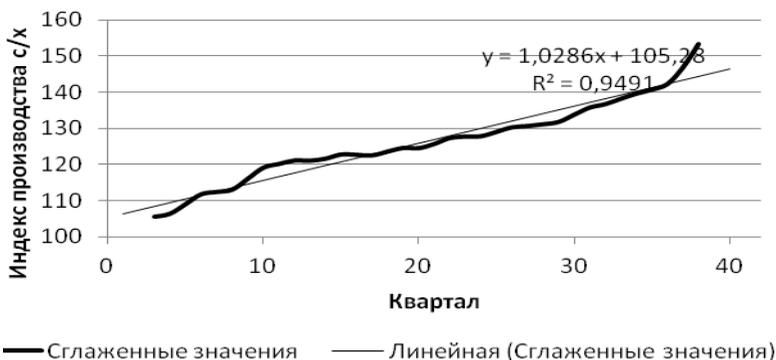


Рисунок 2 – Сглаженные значения временного ряда

Из рисунка 2 видно, что временной ряд имеет ярко выраженную трендовую компоненту. Коэффициент 1,0286 показывает, что каждый год производство с/х увеличивается на 4,11%, что говорит о восстановлении Российского сельского хозяйства.

Для построения прогноза использовалась модель Хольта-Уинтерса. Это модель с линейным характером тенденции и мультипликативным сезонным эффектом, она представляет собой объединение двухпараметрической модели Хольта и сезонной модели Уинтерса[2].

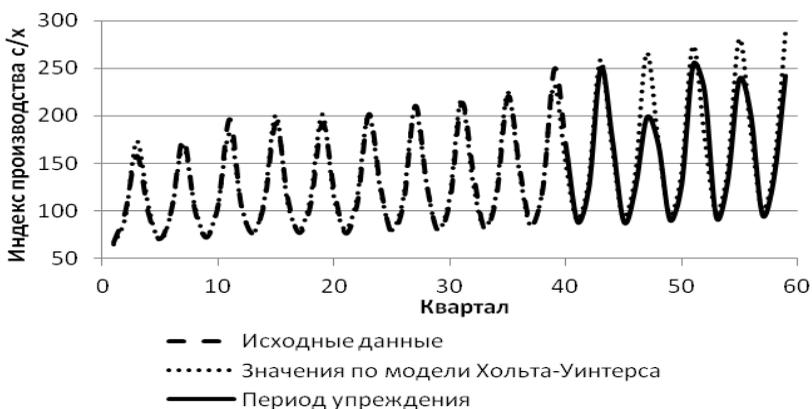


Рисунок 3 – Значения, полученные по модели Хольта-Уинтерса

Параметры модели: $\alpha_1 = 0,145$, $\alpha_2 = 0,64$, $\alpha_3 = 0$.

Проверим модель на адекватность. Воспользуемся методом «Фостера-Стьюарта» для проверки гипотезы об отсутствии тренда в остатках.

Рассчитанное значение статистики Фостера-Стьюарта $t_{\text{набл}} = 1,17$ ($t_{\text{крит}} = 2,02$), гипотеза об отсутствии тренда в остатках принимается, так как $|t_{\text{набл.}}| < t_{\text{кр}}$.

Для проверки гипотезы о нормальном распределении остатков воспользуемся критерием Колмогорова-Смирнова.

Значение статистики Колмогорова-Смирнова $d=0.08735$, в то время как критическое значение $d_{\text{крит}} = 0,217$. Т.о. $d < d_{\text{крит}}$, следовательно, гипотеза о подчинении остатков нормальному закону распределения принимается.

Значимых коэффициентов автокорреляции нет, следовательно, остатки независимы.

Из рисунка 3 видно, что модель плохо описывает объём производства сельского хозяйства в 2009 и 2011 годах. Это связано с плохими климатическими условиями, и как следствие, неурожаем в эти годы.

Значение MAPE на периоде упреждения составляет 9,56%, что говорит о высокой точности модели.

Т.о. модель Хольта-Уинтерса является адекватной и точной моделью, однако не учитывает погодных условий, оказывающих сильное влияние на урожай.

В целом сельскохозяйственная отрасль РФ продолжает своё восстановление после распада СССР хорошими темпами.

Библиографический список

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Сельское_хозяйство_России
2. Бушманова М.В., Иванова Т.А., Мельникова Г.Г., Реент Н.А., Трофимова В.Ш. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебное пособие. 2-е изд. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. 149 с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

K.I. Dubovskikh, A.A. Smirnova, N.A. Reent

MMSTU, Magnitogorsk

FORECASTING OF VOLUMES OF AGRICULTURE PRODUCTION RUSSIAN FEDERATION BASED ON THE MODEL OF HOLT- WINTERS

Abstract. *This article discusses the agriculture Russian Federation. Constructed an adequate model for forecasting volumes production agriculture. For analysis used quarterly data of the Federal State Statistics Service.*

Key words: *agriculture, forecast, forecasting, moving average, trend-seasonal model, a multiplicative seasonal component, Holt-Winters model.*

УДК 338.1 (470)

К.В. Ефимова, Г.Г. Валяева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ

***Аннотация.** В данной работе дается определение социально-экономического потенциала и анализ составных частей СЭП. Также приведен анализ индекса процветания стран. сделаны выводы по различным видам потенциала и по развитию страны в целом. Статья может быть интересна широким массам людей, которые интересуются развитием России.*

***Ключевые слова:** социально-экономический потенциал, индекс процветания, статистика России*

Сущность и модель национальной экономики – взаимосвязанная система комплексов и потенциалов, которая включает как экономический потенциал национального хозяйства, выявляющий современный уровень ее конкурентоспособности, так и социальный фактор. Поэтому для развивающейся рыночной экономики изучение динамики социально-экономического потенциала России является особенно актуальным.

Исходя из значимости фактора человеческого благополучия в качестве цели экономического развития, от уровня жизни следует перейти к качеству жизни.

Термин «потенциал» возник от латинского слова *potentia* - сила. *Социально-экономический потенциал* – это способность обеспечения максимального объема производства товаров и услуг благодаря трудовым, материально-техническим, финансовым, природным и другим ресурсам в целях наиболее полного удовлетворения потребностей общества и создания условий для дальнейшего ускоренного развития экономики страны.[2]

Важнейшим фактором является степень пропорциональности и сбалансированности между различными компонентами потенциала, от этого зависит социально-экономическое положение страны и конкурентоспособность товаров на мировых рынках.

Основными частями, определяющими экономический потенциал, являются имеющиеся трудовые ресурсы, производственные мощности промышленности, сельского хозяйства, строительства, развития транспортных сетей страны, социальной инфраструктуры, достижения научно-технического прогресса.

В результате взаимодействия различных факторов развития страны различают следующие виды потенциала:

1. *Экономический потенциал*
2. *Трудовой потенциал*
3. *Промышленно-производственный потенциал*
4. *Научно-технический потенциал*
5. *Потенциал социального развития*

Количественная и качественная характеристика структурных составляющих социально-экономического потенциала страны позволит:

- проанализировать уровень развития экономики страны;
- выявить диспропорции между отдельными элементами потенциала;
- выявить возможные приоритетные направления экономической и социальной политики.

Рассмотрим систему основных показателей, характеризующих экономический потенциал России за 2007-2013 годы – объем ВВП, производительность труда по ВВП и объем произведенной промышленной продукции.

За указанный период произошло увеличение объемов производства и темпов прироста производительности труда (в 2012 году *производительность составила 109,38%* от производительности труда 2007 году, самый низкий темп прироста производительности, наблюдался в 2009 г.– он составил 97,2% от 2007 г. Исследование динамики экономического потенциала показало рост величины ВВП в сопоставимых ценах 2008 года на 3677180,9 млн. руб., а также сокращение объема ВВП в 2009 году (по сравнению с 2008 на 3228214,9 млн. руб.). На 2013 год *темп прироста объема произведенной продукции составил 185,4%* объема продукции за 2007 год. Минимальный темп прироста зафиксирован в 2009 году (он составил всего 90% от базисного 2007 года) – можно сделать вывод, что это произошло вследствие кризисного периода в мировой экономике.

Трудовой потенциал России за исследуемый период не претерпел сильного изменения доля экономически активного населения достаточно стабильно от 52,5% до 53% (Рис.1). Однако на соотношение занятых в экономике и безработных, повлиял общемировой кризис, доля безработных составила 8,3%, а занятых – 91,6%(от всего экономически активного населения) – тяжелый кризисный период для российской экономики(91% и 8,3%). *Уменьшение численности занятых составило 1318 тыс.чел.(2,8%)*.

Существует сильная *обратная зависимость между безработицей и величиной ВВП* (работает закон Оукена, коэффициент корреляции по данным 2000-2012 года составил 81,7%, коэффициент кросс-корреляции

с лагом = 1 – 62%), т.е. увеличения числа безработных снижает ВВП и в текущем периоде и на следующий год.

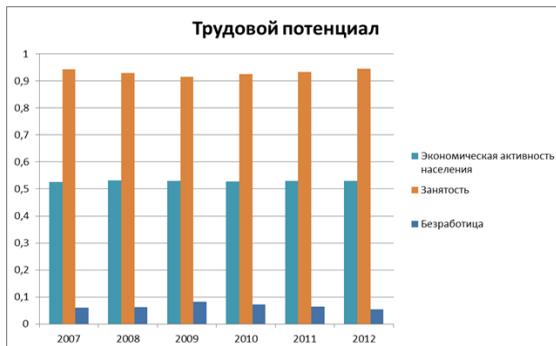


Рисунок 1 – Диаграмма динамики численности трудового потенциала

Промышленно-производственный потенциал представляет совокупность отраслей материального производства, строительной индустрии, транспорта и связи, производственных мощностей. Необходимо иметь в виду, что понятие промышленно-производственного потенциала относится к типу открытых понятий, в связи с чем его составляющие следует дополнить анализом основных фондов.

В Российской официальной статистике [3] национальное богатство определяется как «совокупность ресурсов страны (экономических активов)», составляющих необходимые условия производства товаров, оказания услуг и обеспечения жизни людей. Национальное богатство включает нефинансовые производственные (прим., основные фонды отраслей производства) и непроизводственные активы; финансовые активы или пассивы.

Изучение динамики основных фондов дает основание утверждать, что при замедлении темпа прироста стоимости основных фондов (с 123,7% в 2008 году до 112,6% в 2012 году) происходит *падение темпов прироста фондоотдачи на 8,2%* (Рис.2) с начала периода, и это отрицательно сказывается на развитии производственной сферы. Также наблюдается *увеличение показателя износа (на 1,9 % за весь период)*, что также свидетельствует, что замена основных фондов отстает и необходимо своевременно обновлять основные фонды для устойчивого роста ВВП. Поскольку имеется *сильная зависимость объема ВВП от износа основных фондов*: коэффициент корреляции равен 87,7%, а кросс-корреляции с лагом = 1 – 75,7% и текущее состояние основных фондов влияет на рост ВВП как в настоящем так и в будущем году.

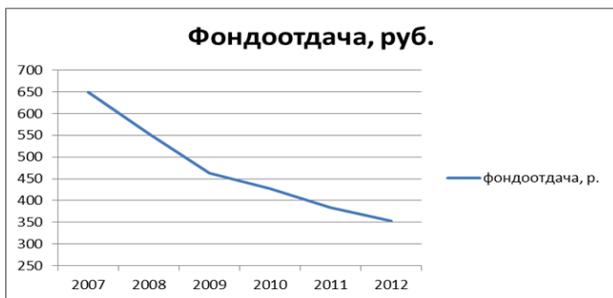


Рисунок 2 – Динамика фондоотдачи

Объем инвестиций в основной капитал (Рис.3) также имеет корреляционную зависимость (82%) с объемом ВВП в текущем периоде и в последующем (кросс-корреляция 77,5%). Поэтому необходимо оценивать состояние инвестиций.

Темп прироста общего объема инвестиций имеет положительную динамику, кроме 2009 года (90,8%), и их темп составил 116,7% по итогам 2012 года (за базисный взят 2007 г.). Также исследование зафиксировало *рост иностранных вложений* в российскую экономику, однако доля которых в общем объеме инвестиций уменьшилась на 18,3% по сравнению с началом периода. Следует отметить, что динамика темпов прироста скачкообразная (в 2009 г. – 32Б9%, в 2010 – 40,1%, в 2011 – 56,6%, в 2012 – 39,4%).

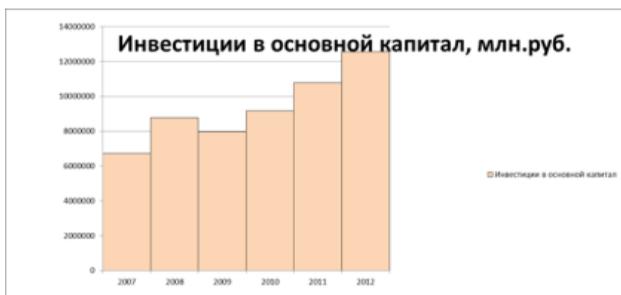


Рисунок 3 – Гистограмма объемов инвестиций в основной капитал

Под научно-техническим потенциалом понимается совокупность ресурсов сферы науки и научного обслуживания, накопленных знаний в области общественных естественных, технических наук, а также производственного опыта, которым располагает страна и который она может использовать в процессе практической реализации достижений научно-технического прогресса.

В этой связи движущей силой научно-технического потенциала следует считать научно-исследовательские кадры (Рис.4), которые создают и углубляют знания. Статистика свидетельствует о сокращении интереса к научной деятельности, поскольку численность научно-технического персонала имеет отрицательную динамику (уменьшение за период на 9,4%), не смотря на повышение бюджетных ассигнований в 2,7 раз (Рис.5). Однако экономическое подкрепление научного потенциала повысило, качество работы - количество патентных заявок в 2012 году значительно больше, чем количество заявок, поданное в 2007 (самое малое количество в 2009 – 53457).

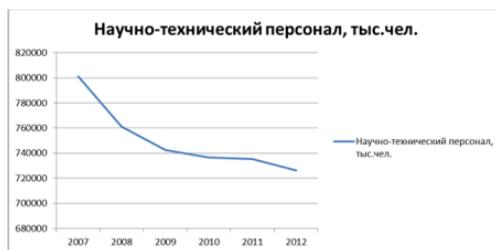


Рисунок 4 – Численность научно-технических кадров за 2007-2012 гг.



Рисунок 5 – Величина ассигнований в науку

Анализ образовательного потенциала показывает сокращение численности студентов на 1387,1 тыс. чел. за 2007-2012 года. Уровень численность учащихся (Рис.6) в образовательных заведениях также снижается на 3,4%, причем минимальное значение (13752 тыс. чел.) установилось в 2008 году и незначительно колебалось в последующем. В 1993 году показатели рождаемости были самыми низкими: 1,2 миллиона новорожденных, т.е. образовалась демографическая «яма». С тех пор уровень рождаемости следовал восходящей тенденции, и в 2012 году достиг 1,9 миллионов человек. Вследствие демографической «ямы» в

будущем существенно *сократится* общая численность трудоспособного населения. Можно предположить, что будет наблюдаться нехватка инженерных и научных кадров.

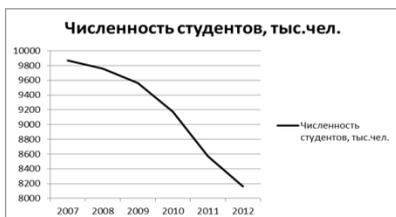


Рисунок 6 – Численность студентов за период 2007-2012 гг.

В состав потенциала социального развития входит потенциал таких отраслей, как здравоохранение, культура и искусство, спорт, туризм, общее и профессиональное образование, подготовка кадров, сфера, услуг и др. Показателем качества жизни является уровень бедности.

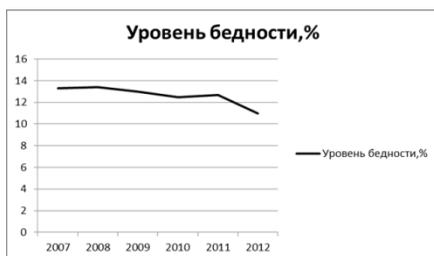


Рисунок 7 – График изменения показателя уровня бедности

Следует отметить, что *количество людей, имеющих доход меньше прожиточного минимума, падает* с 13,3% до 11% (Рис7), однако, это происходит не только вследствие увеличения производительности труда, а скорее за счет получения доходов от социальных выплат и трансфертов. Расходы на выплату пособий и социальную помощь, в процентах к ВВП увеличились с 1,9% в 2007 году (639498 млн. руб.) до 3,1% в 2012 году (1935941 млн. руб.).

Для Комплексного подхода к изучению проблемы уровня общественного развития и определения места России в рейтинге стран мира используют сводные показатели, связывающие демографические и экономические процессы.

Индекс процветания стран мира Института Legatum (The Legatum Prosperity Index) — это комбинированный показатель, который измеряет достижения стран мира с точки зрения их благополучия и процветания.

Выпускается с 2006 года британским аналитическим центром The Legatum Institute (подразделение международной инвестиционной группы Legatum). Цель исследования — изучение общественного благополучия и его развитие в глобальном масштабе.

Индекс составляется на основе различных 79 показателей, объединенных в восьми категориях, которые отражают различные аспекты жизни общества и параметры общественного благосостояния:

1. Экономика.
2. Предпринимательство.
3. Управление.
4. Образование.
5. Здравоохранение.
6. Безопасность.
7. Личные свободы.
8. Социальный капитал.

Рейтинг каждой страны определяется путем вычисления средневзвешенного значения указанных индикаторов, каждый из которых определяется в качестве основы процветания. Показатели базируются на статистическом анализе, социологических исследованиях и экспертных оценках участников опроса. Большое число отражает худший показатель страны в данной категории.

Таблица 1 – Рейтинг стран по индексу процветания за 2013 г.

Место	Страна	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
1	Норвегия	1	6	12	4	5	6	2	1
2	Швейцария	2	4	1	27	3	11	15	8
3	Канада	4	16	8	3	11	7	1	6
5	Новая Зеландия	17	15	2	1	20	15	5	2
7	Австралия	10	11	7	2	17	16	3	4
11	США	24	13	11	5	2	31	16	9
14	Германия	9	18	17	15	4	21	12	15
16	Великобритания	28	9	9	30	19	22	13	12
20	Франция	22	21	19	19	8	30	21	42
21	Япония	5	25	21	21	6	25	48	23
51	Китай	7	66	65	54	68	92	111	25
52	Таиланд	12	62	57	71	59	96	129	16
61	Россия	50	47	115	26	44	98	114	62

Россия располагает большим потенциалом для того, чтобы обеспечить своей стране и ее жителям достойное существование и гармоничное развитие. Очевидно, что современное положение России не соответствует ее социально-экономическому потенциалу.

Анализ положения России в последние пять лет показал, что рост показателей производства и социального развития в 2007-2012 годах оказал существенное влияние на развитие человеческого потенциала. *Россия на сегодняшний день находится в группе стран со средним уровнем процветания(5,6 из 10)*. Россия занимает невысокое 61 место из-за очень низкого уровня двух из восьми категорий, формирующих индекс – управления и человеческой свободы.

Анализ индекса процветания в Российской Федерации показал, что в нашей стране, в первую очередь необходимо повысить уровень личных свобод населения, области здравоохранения и безопасности также нуждаются в усовершенствовании. Проанализировав индекс процветания за 5 лет, можно отметить, что Россия значительно повысила свое место (с 69 до 61), улучшив экономический показатель, развивая предпринимательский сектор и увеличивая социальный капитал.

Таблица 2 – Индекс процветания России за 2009-2013 гг

Годы	Место	1	2	3	4	5	6	7	8
2009	69	65	57	85	28	46	99	85	84
2010	63	64	56	101	38	47	82	88	53
2011	59	72	50	96	34	42	82	87	48
2012	66	62	50	118	27	48	97	119	71
2013	61	50	47	115	26	44	98	114	62

Следует отметить, что *образование, наука, здравоохранение* – все социальные сферы должны рассматриваться как совокупность отраслей экономики, состояние которых является *важнейшим фактором социально-экономического развития*.

Если не изменять сложившуюся на сегодняшний день ситуацию, то даже при положительной динамике всех остальных составляющих показателей, Россия не достигнет высокого уровня развития.

Библиографический список

1. Айвазян С.А. Интегральные показатели качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.

2. Курс социально-экономической статистики / под ред. М. Г. Назарова, М.: 2008.
3. Салин В.Н., Шпаковская Е. П. Социально-экономическая статистика, М.: 2009.
4. Социальная статистика: Учебник. /Под ред. И.И. Елисеевой.– М.: Финансы и статистика, 2004. стр. 156
5. Российский статистический ежегодник: Федеральная Российский статистический ежегодник: Федеральная служба государственной статистики; М:2013 г.
6. Демографический ежегодник России: Федеральная служба государственной статистики; М:2012 г.
7. Иванова, Т.А. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: (монография) /Т.А. Иванова, К.Ю. Дорогина, И.Н. Попова, Ю.Д. Дружинина. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 122 с.
8. Иванова, Т.А. Анализ и прогнозирование развития системы образования / Т.А. Иванова, Н.А. Реент // Социально-экономическое развитие хозяйствующих систем в современных условиях: опыт, проблемы, перспективы: Сб. ст. межд. науч.-пр. конф./Под. Ред. С.Г. Журавина. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т2. – С. 83-88.
9. Россия и страны мира: Федеральная служба государственной статистики; М:2012 г.
10. Социальное положение и уровень жизни населения России: Федеральная служба государственной статистики; М:2013 г.
11. Национальные счета России в 2005 - 2012 годах: Федеральная служба государственной статистики; М:2013 г. [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий. URL: <http://gtmarket.ru/news/>

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

K.V.Efimova, G.G. Valyaeva

NMSTU, Magnitogorsk

HUMAN CAPITAL AND ECONOMIC POTENTIAL FOR RUSSIA

***Abstract.** This text is about of the definition of human capital and economic potential and analysis of the pieces of Russian potential. The text also contains the analysis of The Legatum Prosperity Index. Besides, conclusions were made on different types of potentials and development of a whole country. The article may be of interest to the broad masses of people who are interested in the development of Russia.*

***Keywords:** prosperity Index, economic potential, Russian statistics*

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

***Аннотация.** В статье проведено исследование объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу всего и на душу населения в разрезе по регионам Республики Казахстан. По результатам корреляционно-регрессионного анализа данных исследования получено уравнение регрессии, позволяющее прогнозировать объемы обезвреживания загрязняющих веществ в зависимости от затрат на охрану окружающей среды исследуемых регионов.*

***Ключевые слова:** окружающая среда, атмосферный воздух, объем выбросов, загрязняющие вещества, стационарные источники, объем обезвреживания, состояние здоровья.*

В «Экологическом рейтинге стран мира -2012», составленном Йельским и Колумбийским университетами на основании 22 параметров, среди которых экологическое состояние воздуха и воды, воздействие выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и другие загрязнения окружающей среды, Казахстан вошел в десятку стран с худшей экологией. А именно, в мировом рейтинге по состоянию экологии среди 132 стран занимает 129 место. В Казахстане развиты добывающая и перерабатывающие промышленности и в последние пять лет наблюдается тенденция роста этих отраслей, что приводит, с другой стороны, к повышению загрязнения воздуха. А наличие в воздухе нескольких видов загрязнителей уже отрицательно сказывается на иммунной системе, устойчивое снижение которой способствует развитию онкологических заболеваний. В то же время, в Казахстане государственные расходы на охрану окружающей среды остаются самыми низкими среди стран Евразии. Они составляют не более 0,5 долларов США на одного человека. Таким образом, на сегодня, актуальность проблем охраны окружающей среды в Республике Казахстан и ее статус имеют не только республиканское, но и международное значения. В 2012 году объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух составили 2384,3 тысяча тонн. Из общего количества выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ было уловлено и обезврежено 92,3%.

В динамике объем выбросов загрязняющих веществ за ряд лет в целом по республике повышается. В 2010 году по сравнению с 2006

годом объемы выбросов снизились на 24%, а в 2012 году по сравнению с 2010 годом повысились на 7,1% (рисунок 1).



Рисунок 1 - Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников

В 2012 году наибольший объем выбросов приходился на предприятия отраслей электроснабжения, подачи газа, пара и воздушного кондиционирования (39,6%) и обрабатывающей промышленности (30,8%). В структуре выбросов загрязняющих веществ, преобладали газообразные и жидкие вещества (75%), объем которых в 2010 году по сравнению с 2006 годом снизился на 27,8%. Выбросы твердых веществ в 2012 году по сравнению с уровнем 2010 года снизились на 6%.

Анализ по регионам показывает, что в промышленные регионы как Карагандинской и Павлодарской областей составляют более 55% от общего выброса по республике. Соответственно выбросы на душу человека, проживающего в этих регионах так же в разы больше чем менее промышленные регионы страны (рисунок 2).

В Павлодарской области выбросы на душу населения, проживающего в регионе в 6 раз больше (904 кг), чем в республике (142 кг), а в Карагандинской области (472 кг) - больше в 3 раза. Современные экологические проблемы, возникшие в результате антропогенной перегрузки и не рационального использования природных ресурсов несомненно отразились на загрязнении атмосферы на территории Казахстана. Многозольные Экибастузские угли сжигались на месте, загрязняя окружающую среду, а чистая энергия передавалась местам потребления в основном за пределы республики. По объему выбросов в атмосферу Экибастуз занимает второе место (после г.Темиртау - 271 тыс.т.) в стране и составляет 225,1 тыс. тонны, из них 158,7 газообразных и жидких. Но беда в том, что лишь 1,5-2% добытого угля

превращалась в полезную продукцию, а остальное возвращалось в природу в том виде, что естественные силы не в состоянии включить эти отбросы в свой круговорот. Сюда можно отнести заброшенные карьеры, хвостохранилища обогатительных фабрик, золоотвалы, шлаки от ТЭЦ бытовых и природных отходов и др. Например, если в наличии опасных отходов производства на предприятиях в стране на конец 2012 года имеется 9,6 млрд. тонн, то в одной Костанайской области его имеется 8,3 млрд. тонны. Это объясняется тем, что область в течении многих лет является промышленным регионом страны и там накопились неутраченные отходы.

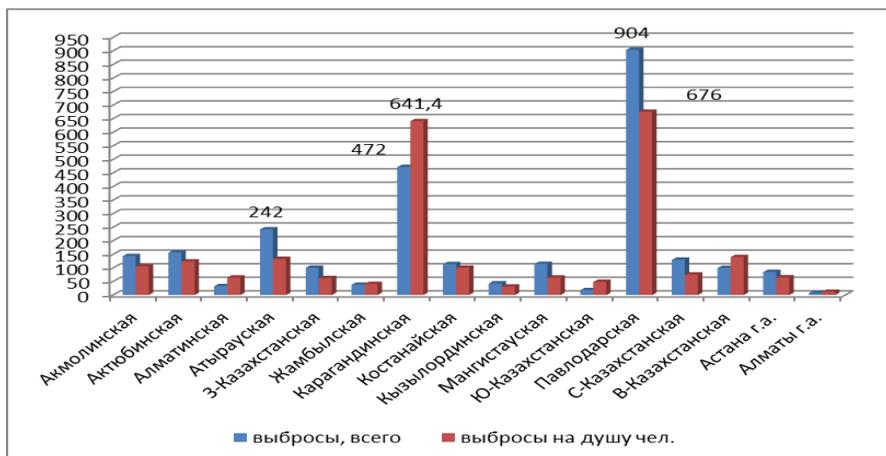


Рисунок 2 - Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу всего и на душу населения по регионам в 2012г.

Загрязнение атмосферы естественно отражается на здоровье людей. По данным 2012 года число смертности от болезней органов дыхания на 100 тысяч человек и количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за 2008-2012 годы имеют сильную корреляционную связь ($r > 0.95$) (рисунок 3) [1].

Сложившаяся ситуация требует вложения средств на утилизацию или вторичную переработку отходов. В связи с этим нами рассмотрены влияния затрат на охрану окружающей среды выделяемых Правительством РК на обезвреживание загрязняющих веществ. Был проведен корреляционно-регрессионный анализ [2]. Как показали расчеты, использование этой распространенной модели позволяет весьма успешно утвердить, что объемы обезвреживания загрязняющих веществ

зависят от вложения в них средств. Данными для расчета послужила статистическая информация Агентства Республики Казахстан по статистике за 1996-2012 годы [1].



Рисунок 2- Корреляционная связь выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и смертности от болезней органов дыхания

Были введены следующие обозначения: Y - обезврежено загрязняющих веществ, тыс. тонн; x_1 - текущие затраты на охрану окружающей среды, млн. тенге. Результаты корреляционной таблицы показывают, что объем обезвреживания загрязняющих веществ тесно зависит от затрат на охрану окружающей среды ($r_{yx_1}=0,87$). Исходя, из этого получим уравнение регрессии

$$Y = 16977 + 0,09 \cdot x_1 \quad (1)$$

Модель адекватна, т.к. $F_{фак}=47,19 > F_{таб}=4,41$ и параметры являются статистически значимыми т.к. $t_b=22,58 > t_{таб}=2,1$. Доверительный интервал b равен $0,12 < b < 1,063$. Полученное уравнение (1) можно использовать для прогнозирования объемов обезвреживания загрязняющих веществ в зависимости от затрат на охрану окружающей среды в республике на ближайшую перспективу.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, о том, что объем обезвреживания загрязняющих веществ тесно зависит от затрат на охрану окружающей среды. Если говорить о стратегических задачах государственной политики в обеспечении сохранения экологии и устойчивого развития на долгосрочный период, несомненно, что необходимо принятие действенных мер по переходу к зеленой экономике, внедрению инновационных проектов утилизации и обезвреживания загрязняющих веществ, увеличению доли

нетрадиционной энергетики с осуществлением мер по рациональному использованию топлива и энергии.

Переход казахстанской экономики к зелёному развитию, по сути, означает продолжение курса перехода к устойчивому развитию, который наметила и реализует страна уже на протяжении шести последних лет, и требует более решительных действий от Правительства страны, мобилизующей крупные инвестиции в развитие зелёных секторов экономики и озеленение традиционных ресурсорасточительных секторов.

Библиографический список

1. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана. 2008- 2012г. /Стат.сборник. Астана.2013. -182с.
2. Рахметова Р.У. Эконометрика. Алматы. 2011. -97с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

S.A.Ibragimova, A.Ch.Tazabekova

KazEU named after T.Ryskulov, Almaty

CORRELATION ANALYSIS OF ATMOSPHERE POLLUTION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. *There is a research of emissions volume of polluting substances in the atmosphere of all population and per capita in a section on regions of the Republic of Kazakhstan in the article. There is equation by results of the correlation and regression analysis of data of the research which allows to predict volumes of neutralization of polluting substances depending on the costs of environmental protection of the studied regions.*

Key words: *environment, atmospheric air, volume of emissions polluting substances, stationary sources, neutralization volume, state of health.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ РФ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СМЕРТНОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования распределения регионов РФ по основным причинам смертности и ожидаемой продолжительности жизни при рождении, а также анализа взаимосвязи смертности от основных групп причин и некоторых социально-экономических показателей.*

***Ключевые слова:** смертность, регионы, причины смертности, ожидаемая продолжительность жизни, классификация, корреляционный анализ.*

Изучение смертности с учетом причин смертности позволяет получить более полную картину демографической ситуации как в России в целом, так и в отдельных регионах, выявить причины смертности влияя, на которые можно снизить смертность и увеличить продолжительность жизни населения, проанализировать эффективность реализуемых мероприятий по снижению уровня смертности.

В рамках исследования смертные случаи, разбивались на крупные классы причин [1], выделенные в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10) и используемой Минздравом РФ с 1999 г. Для анализа выбраны следующие крупные классы причин: Класс I - Инфекционные и паразитарные болезни (ИПЗ), в том числе туберкулез (Т); Класс II - Новообразования (НО); Класс IX - болезни системы кровообращения (БСК); Класс X - болезни органов дыхания (БОД); Класс XI - болезни органов пищеварения (БОП); Класс XX - внешние причины (ВП); Остальные классы - Прочие болезни (ПБ).

Анализ динамики смертности от основных групп причин смертности по РФ (рис. 1) показал, что наиболее высокий уровень смертности наблюдается от болезней системы кровообращения (порядка 50-60% от числа смертей) при этом динамика демонстрирует после значительного подъема показателя к 2003 году снижение.

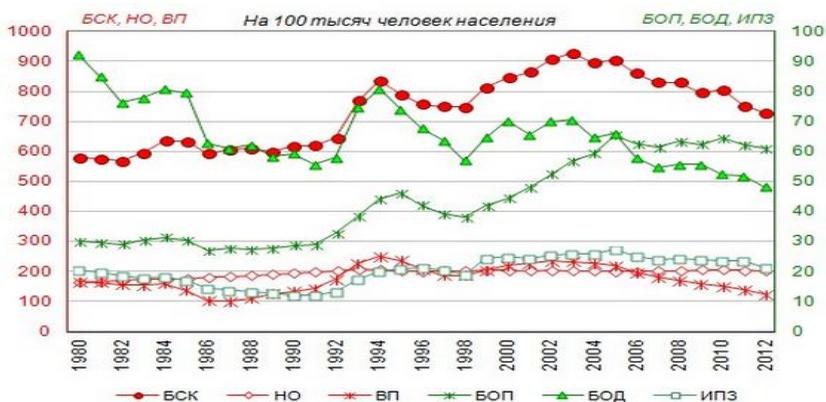


Рисунок 1 - Число умерших в России по основным классам причин смерти на 100 тысяч человек постоянного населения, 1980-2012 годы

Следующими по значимости причинами являются смертность от новообразований (до 16%) и внешних причин (около 10 %). Динамика демонстрирует незначительные колебания. При этом по внешним причинам наметился спад показателя и выход значения показателя на уровень конца 80-х годов. В динамике же смертности от болезней органов дыхания наблюдается устойчивое снижение.

В следующей группе причин занимающих от 4 до 6% всех смертных случаев находятся болезни органов пищеварения и дыхания. Необходимо обратить внимание на рост в 1,5 раза за период с 1980 по 2012 год смертности органов пищеварения.

В рамках исследования была проведена классификация регионов по показателям смертности от основных причин с использованием метода К-средних. Были выделены 3 кластера (рис. 2). Для углубления понимания масштабов проблем смертности от основных причин в анализе учтена такая важная характеристика, как ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ) на основе таблиц смертности по причинам смерти.

В самый многочисленный, второй кластер, попало 45 регионов, в том числе Челябинская область. В основном это экономически активные регионы. Кластер характеризуется средними показателями смертности по всем причинам, кроме болезней системы кровообращения и новообразований. Следует учесть, что уровень смертности от этих причин по регионам сильно коррелирован (0,83), что указывает на однообразные причины этих заболеваний. Установлено, что хронические стрессы, характерные для экономически активных территорий, могут приводить к изменению нейроэндокринного и психологического

функционирования организма и увеличивать риск заболеваний. Второму кластеру соответствует среднее значение ожидаемой продолжительности жизни.

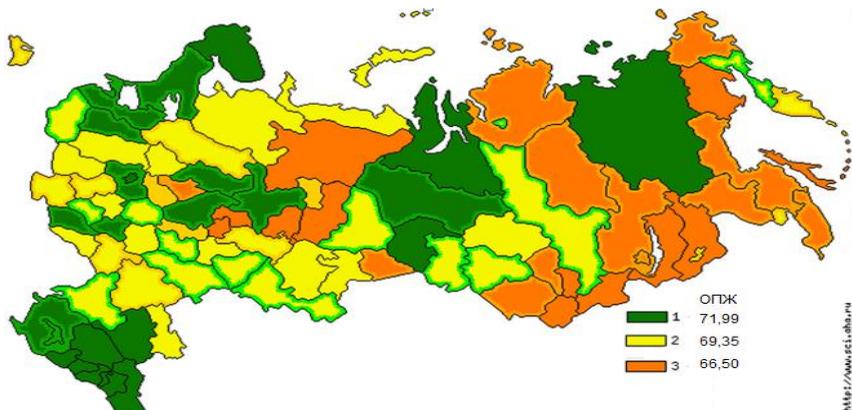


Рисунок 2 - Классификация регионов РФ по основным причинам смерти по данным за 2012 год

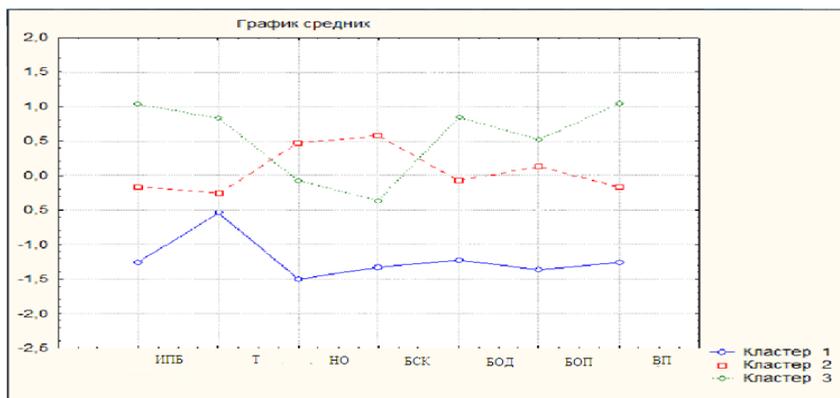


Рисунок 3 – График средних значений стандартизованных значений смертей от основных причин по кластерам

В первый кластер попали регионы Кавказа, Сибири и Саха(Якутия), часть северных регионов Северо-западного ФО. Кластер характеризуется самыми низкими значениями показателей смертности по всем основным причинам и самой высокой средней ожидаемой продолжительностью жизни (71,99 лет).

В третьем кластере характеризующимся высокими значениями всех основных причин смерти, кроме болезней системы кровообращения и новообразованиями, находятся регионы Дальнего востока, юго-восточные регионы сибирского ФО. Такое распределение причин смерти характерно для социально неблагополучных территорий. И как следствие этим регионам соответствует самое низкое значение ожидаемой продолжительности жизни – 66,5 года.

Проведенный анализ взаимосвязи ОПЖ и уровня экономического развития характеризуемого, объемом ВВП по ППС по 186 странам мира [2] показал, что ОПЖ зависит от уровня экономического развития страны (рис. 3). Зависимость достаточно хорошо описывается показательной функцией с пределом роста ($R^2=0,74$). При низких значениях среднедушевого ВВП даже небольшой его прирост дает значительный скачок в ожидаемой продолжительности жизни. Однако начиная с значения ВВП 6-7 тыс. дол. США по ППС темпы прироста снижаются, значения приближаются к пределу насыщения и прирост в ожидаемой продолжительности жизни становится не столь значительным.

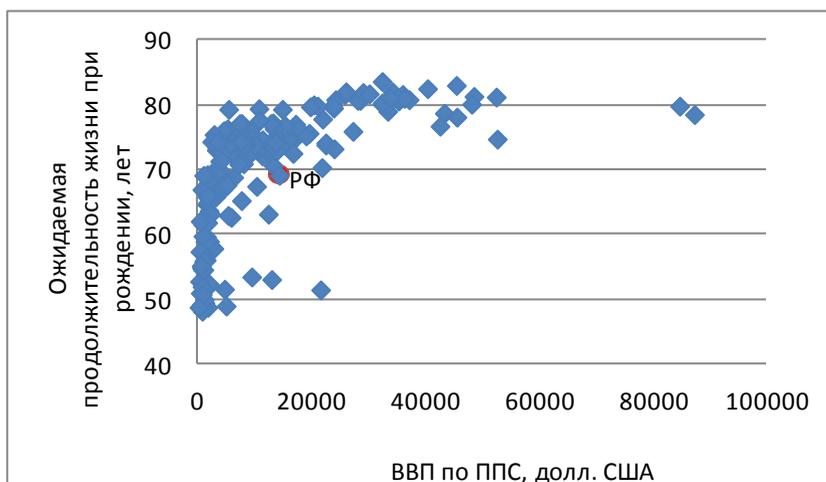


Рисунок 3 - Изучение взаимосвязи ОПЖ и уровня экономического развития стран мира по данным за 2012 год

По средней ожидаемой продолжительности жизни Россия отстает от наиболее экономически развитых стран. Если брать 186 стран учитываемых ООН при оценке ИЧР, то наша страна по ОПЖ в 2012 году

находилась на 120 месте. Отставание по этому показателю коррелирует с общим социально-экономическим отставанием нашей страны.

Однако при исследовании взаимосвязи среднедушевых доходов населения регионов РФ и ОПЖ не подтвердил эту гипотезу (табл. 1). По всей видимости, поскольку внутри страны вариация дохода населения не столь значительна и все граждане находятся в условиях определяемых экономическим и социальным укладом одной страны, то этот фактор перестает быть решающим. При этом корреляционный анализ выявил сильную обратную связь между ОПЖ и числом больничных коек. Что говорит о том, что на ОПЖ влияют факторы характеризующие развитость региональной медицинской инфраструктуры.

Таблица 1 - Анализ взаимосвязи основных причин смертности, ОПЖ и социально-экономических показателей за 2012 г. по РФ

Наименование показателей	Число умерших на 100000 населения от :							ОПЖ
	ИПБ	Т	НО	БСК	БОД	БО П	ВП	
Численность врачей на 10 000 человек населения	0,17	0,14	0,13	-0,05	-0,05	0,09	-0,02	-0,01
Число больничных коек на 10 000 человек населения	0,32	0,42	0,18	0,04	0,20	0,48	0,57	-0,70
Удельный вес численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, в %	0,29	0,42	-0,15	-0,13	0,18	0,07	0,36	-0,30
Среднедушевые денежные доходы населения	-0,04	-0,13	-0,10	-0,30	-0,27	-0,06	-0,02	-0,06
ОПЖ	-0,50	-0,56	-0,21	-0,16	-0,41	-0,58	-0,91	1,00

Высокая отрицательная корреляция между ожидаемой продолжительностью жизни (-0,91) смертностью от внешних причин, свидетельствует о том, что более высокий уровень дохода обеспечивает лучшее качество жизни, а это в свою очередь влечет изменение образа

жизни населения регионов, поведенческих факторов, отношение людей к своему здоровью, вообще к жизни и смерти [3].

Смертность от внешних причин и инфекционных и паразитарных болезней чувствительна к уровню дохода населения, с ростом доходов населения, смертность от данных причин снижается.

Как показало исследование 80 % смертных случаев приходится на болезни системы кровообращения, новообразования и внешние причины. В целом общее снижение смертности, выраженное в увеличении ожидаемой продолжительности жизни населения, очень сильно связано с повышением уровня социально-экономическое развития страны в целом.

Дальнейшее углубление анализа должно проводиться через изучение вклада причин смертности в изменение ожидаемой продолжительности жизни.

Библиографический список

1. Демографический ежегодник России 2001-2012 гг. [Электронный ресурс]. - Росстат. URL: www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticCollections/doc_1137674209312 (Дата обращения 9.04.2014).

2. The 2013 Human Development Report – "The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World" [Электронный ресурс]. - HDRO (Human Development Report Office) United Nations Development Programme. URL: <http://hdr.undp.org/en/2013-report> (Дата обращения 9.04.2014).

3. 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. – С. 109-113.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

T.A. Ivanova

NMSTU, Magnitogorsk

STUDY OF SURVEY OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION MORTALITY FROM MAJOR CAUSES

Abstract. *The article presents the results of study of distribution of Russian regions by main causes of mortality and life expectancy at birth, as well as analysis of the relationship of mortality from major groups of causes and some socio-economic indicators.*

Key words: *mortality, regions, causes of mortality, life expectancy, classification, correlation analysis.*

УДК 658.26:519.23

А.В. Липатников

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И. Носова*

ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ И РИСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблемы оценки статистических и рискованных характеристик посуточного потребления электроэнергии с почасовой детализацией листопрокатным цехом предприятия черной металлургии. Проведена оценка параметров, и рассчитан VAR потребления электроэнергии.*

***Ключевые слова:** рынок электроэнергии, электропотребление листопрокатного цеха, риски в сфере электропотребления, VAR, оценка рисков.*

К началу нового тысячелетия ситуация в стране стала более стабильной как в политическом, так и в экономическом плане. В связи с этим правительство приняло курс на снижение своей роли, а как следствие и доли в бизнесе. Наметилась тенденция к устранению естественных монополий, в том числе и электроэнергетике.

30 июня 2008 года одна из крупнейших в мире монополий — РАО «ЕЭС России» завершила свою деятельность. Ее место заняли несколько десятков электроэнергетических компаний, каждая из которых обладает собственными экономическим и технологическим профилем, а также структурой собственности. Завершился ключевой этап реформы электроэнергетики России.

Цель, задачи и этапы осуществления реформы были определены Постановлением Правительства РФ от 11 июня 2001 г. № 526 «О реформировании электроэнергетики Российской Федерации», а затем закреплены «Законом об электроэнергетике» Ф3-35, первая редакция которого была принята в марте 2003 года.

Важнейшей составляющей частью реформы электроэнергетики стало формирование рынка. В действительности речь идет не об одном рынке, а о системе рынков. Ее основой является модель конкурентного оптового рынка электроэнергии, запущенная 1 сентября 2006 года, предполагающая его поэтапную либерализацию с тем, чтобы к 2011 году выйти на оптовую торговлю всем объемом электроэнергии по свободным ценам (за исключением объема, поставляемого населению).

Оптовый рынок дополняется работающим параллельно с ним балансирующим рынком, задачей которого является обеспечение в режиме реального времени баланса производства и потребления электроэнергии.

В конечном счете, развитие рыночных отношений в сфере электроэнергетики привнесло туда новые подходы к сделкам на покупку и продажу электроэнергии. Так как электроэнергия является товаром потребляемым мгновенно, то для бесперебойной работы как поставщиков, так и потребителей с наименьшими потерями необходимо точно прогнозировать объемы потребляемой электроэнергии.

В связи с этим становится актуальной задача прогнозирования объемов потребления электроэнергии на сутки вперед в особенности для крупных потребителей - производственных предприятий, таких, как, например ОАО «ММК». Оценка статистических и рисковых показателей потребления электроэнергии позволит более точно определить структуру электропотребления, ее неоднородность, позволит оценить вероятности получения предельно высоких или низких показателей электропотребления, величину необходимых резервов и в конечном итоге оценить экономический эффект.

В данном исследовании ставилась следующая задача: изучить статистические и рисковые характеристики суточного потребления электроэнергии цехом ОАО «ММК» ЛПЦ -10 с целью определить ее структуру и дать точную оценку рисковым характеристикам электропотребления.

В качестве исходных данных были взяты фактические получасовые значения потреблённой цехом активной энергии, МВт*ч, за период 1.03.2010 – 30.09.2011.

На первом этапе исследования производилась обработка данных. Данные были разбиты на отдельные группы по принадлежности к определенному получасовому периоду, так как стояла задача определения структуры и неоднородности данных.

Получасовые данные были проанализированы в ППП Statistica 8.0. Были рассчитаны статистические характеристики: среднее, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, минимальное и максимальное потребление значение. Данные характеристики использовались для определения внутрисуточной структуры электропотребления.

На рисунке 1 представлены средние значения получасового потребления электроэнергии внутри дня. Средние значения рассчитывались по всему периоду исходных данных.



Рисунок 1 – Средние значения потребления электроэнергии с получасовой детализацией

На данной гистограмме по оси ординат отложены средние значения потребления электроэнергии МВт*ч, а по оси абсцисс отложены каждые полчаса в сутках.

Как видно из гистограммы пик потребления приходится на ночную смену. Например, в 7:30 среднее потребление максимально. Наименьшие значения наблюдаются в 10 – 12 часов дня. В ночную смену инженеры, как правило, не присутствуют в цехе и перевалки валков происходят гораздо в меньшем количестве по сравнению с дневными сменами. Всплески в районе 8:00 и 20:00 связаны с пересменой и как следствие - ускорением выполнения плана.

По гистограмме видно, что структура потребления электроэнергии неоднородна и при заказе или прогнозировании электроэнергии необходимо учитывать, что большинство плановых перевалок приходится на первую половину дневной смены. Не следует заказывать электроэнергию на одинаковом уровне для всех часов суток.

На рисунке 2 представлено среднеквадратическое отклонение значений электропотребления по получасовым периодам от своего среднего значения.

На данной гистограмме по оси ординат отложены среднеквадратические отклонения потребления электроэнергии МВт*ч от среднего значения, а по оси абсцисс отложены каждые полчаса в сутках.

Как видно из гистограммы пик отклонений приходится на те же 10 - 12 часов дня. Таким образом, этот период является наиболее нестабильным. Это говорит о том, что перевалки проводятся не строго по плану или план является нестабильным. Для решения этой проблемы следует ввести более точный способ планирования, а также ввести

систему штрафов и поощрений сотрудников для увеличения точности выполнения плана.

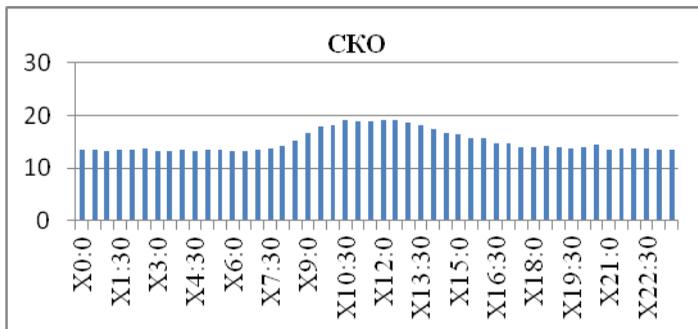


Рисунок 2 – Среднеквадратическое отклонение электроэнергии с полчасовой детализацией

Во время ночной смены ситуация наиболее стабильна и каких-либо серьезных структурных отличий в различных часах ночи не наблюдается.

На рисунках 3 и 4 представлены данные по максимальному и минимальному значению электропотребления.



Рисунок 3 – минимальные значения электропотребления за сутки

По рисунку 3 видно, что структура минимального потребления достаточно однородна и связана с плановым ремонтом в цехе. Выбросы в структуре максимальных значений вероятнее всего носят случайный характер.

На втором этапе решался вопрос о законе распределения потребления электроэнергии. Это необходимо для оценки вероятностей принятия данной случайной величиной определенного значения и последующего

применения имитационного моделирования для оценки рисковых характеристик.



Рисунок 4 – Максимальные значения электропотребления за сутки

Так как структура потребления электроэнергии оказалась неоднородной, было введено предположение о том, что каждый получасовой период обладает своим собственным законом распределения.

Величина электропотребления каждого получасового периода была проверена на принадлежность различным законам распределения. На рисунке 5 представлен график нормальной кривой, гистограмма электропотребления и статистика Колмогорова-Смирнова для периода 7:30. Расчеты и график выполнены в ППП Statistica 8.0.

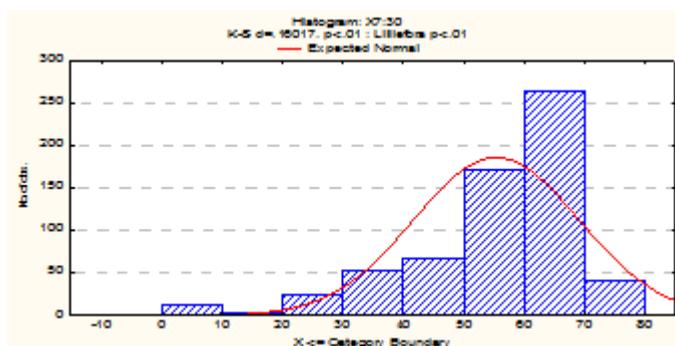


Рисунок 5 – Гистограмма распределения величины электропотребления в период 7:30 и теоретическая нормальная функция распределения

Как видно из графика, данная случайная величина не имеет нормального распределения, что подтверждается тестом Колмогорова-

Смирнова. Так как число наблюдений составляет 637, то для достижения необходимого уровня значимости нужно, чтобы статистика Колмогорова-Смирнова составила менее $\frac{1,36}{\sqrt{637}} = 0,0538$. На графике видно, что статистика Колмогорова-Смирнова составляет 0,16, что говорит о несовпадении эмпирического распределения с нормальным.

Аналогичным образом все периоды были проверены на принадлежность другим распределениям, и во всех случаях не было получено ни одного соответствия. Это говорит о том, что все величины имеют свой собственный уникальный закон распределения. Поэтому в дальнейшем исследовании при применении имитационного моделирования следует использовать свой эмпирический закон распределения для каждого отдельного получасового периода.

На третьем этапе исследования была применена концепция VAR для оценки рисков показателей электропотребления.

Концепция VAR была разработана в конце 90-х годов в финансовом риск-менеджменте. Данный показатель объединяет в себе все три составляющие риска: время, вероятность, и величину, находящуюся под риском.

Расчет VAR для электропотребления позволит определить уровень электропотребления, ниже которого (в другом варианте – выше которого) с определенной вероятностью количество затраченной электроэнергии МВт*ч за сутки не опустится (не поднимется).

Существует три подхода к расчету VAR:

1 Дельта-нормальный

2 Исторический

3 Метод Монте-Карло (имитационное моделирование)

Дельта-нормальный метод предполагает наличие у исследуемой величины нормального распределения. Так как ни один из исследуемых периодов не имеет нормального распределения, то применение данного метода даст ошибочные результаты.

В историческом методе вообще нет предположения о виде распределения случайной величины, а в методе Монте-Карло он может быть любой, в том числе и эмпирически заданный. Сразу отметим, что исторический метод в силу своей особенности дает завышенные оценки.

На рисунках 6 и 7 представлены верхние и нижние значения показателя VAR при уровне значимости 95% смоделированные историческим методом (синий цвет) и методом Монте-Карло (красный цвет).

Значение показателя VAR нижней границы равного 20 (например для 3:00) означает, что на следующий день вероятность того, что будет потреблена энергия менее 20 МВт*ч равна 5% и в среднем потребление

электроэнергии на таком уровне будет осуществляться один раз в 20 дней.



Рисунок 6 – VAR рассчитанный для нижней границы электропотребления



Рисунок 7 – VAR рассчитанный для верхней границы электропотребления

Аналогично для верхней границы VAR равный 62 (например для 3:00) означает, что на следующий день вероятность того, что потребление энергии превысит 62 МВт*ч равно 5%

В целом по графикам можно сделать вывод, что исторический метод склонен к завышению оценки риска, а метод Монте-Карло к занижению. Целесообразно будет использовать их среднюю оценку с целью повышения точности оценок.

В ЛПЦ-10 на ОАО «ММК» нет специальных методик определения объемов заявки электроэнергии на сутки вперед и механизмов защиты от рисков связанных с потерей денег в виде переплат за «перебор» или «недобор» электроэнергии ее приобретением. В настоящее время используется среднее значение электропотребления предыдущего дня для формирования заявки на сутки вперед. Не учитывается ни структура потребления электроэнергии, ни возможные потери. Не применяются никакие методы страхования и резервирования связанные с потерями в данной области.

В данной работе было проведено исследование суточной структуры электропотребления, оценены его статистические и рисковые показатели. На основе результатов данного исследования может быть разработана и внедрена система контроля и управления рисками в сфере электропотребления. Результаты данной работы могут служить основой для разработки методики объемов заявки и построения эконометрических и иных прогнозных моделей.

В последствии применение результатов работы может привести к снижению издержек из-за более точной и тонко настроенной заявки на покупку электроэнергии на сутки вперед и позволит получить значительный экономический эффект.

Библиографический список

1. Экономика и управление в современной электроэнергетике России: пособие для менеджеров энергетических компаний / под редакцией А.Б. Чубайса. – М.: НП «КОНЦ ЕЭС», 2009. – 616с.: ил.
2. Трофимова В.Ш. - Экономико-математическое моделирование и прогнозирование электропотребления промышленного предприятия (на примере ОАО «ММК»). - Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2010. № 4. С. 109-114.
3. Никифоров Г.В., Олейников В.К., Заславец Б.И. Энергосбережение и управление энергопотреблением в металлургическом производстве. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 480 с.
4. <http://www.rao-ees.ru/ru/> - Сайт компании РАО «ЕЭС России».
5. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. 2-е изд., испр.и доп. / Под ред. Лобанова А.А., Чугунова А. В. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005 г. - 878 с.

A.V. Lipatnikov

NMSTU, Magnitogorsk

ECONOMICAL EVALUATION OF STATISTICAL AND RISK CHARACTERISTICS OF ELECTRICITY CONSUMPTION OF PLATE ROLLING SHOP IN THE INDUSTRIAL METALLURGICAL COMPLEX

***Abstract.** In the article the problems of estimation of statistical and risk characteristics of electricity consumption of plate rolling shop in the industrial metallurgical complex by the day hourly detailed are considered. The parameter estimation is conducted and VAR of the electricity consumption is counted.*

***Key words:** The market of electric energy, electricity consumption of plate rolling shop, risks in the electricity consumption sphere, VAR, risk estimation.*

УДК 338.45:664

В.М. Мочалов

Алтайкрайстат, г.Барнаул

Ю.Н. Плотникова

АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г.Барнаул

**ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ
ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

***Аннотация.** В статье представлен анализ финансовых результатов деятельности крупных и средних организаций обрабатывающих производств Алтайского края, уровня их рентабельности (убыточности) за 2010-2012 годы, проведенный с применением статистических методов с использованием пакета прикладных программ Statistica, версия 6.1. По отдельным показателям данные приведены в сравнении с регионами Сибирского федерального округа, Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** крупные и средние организации, обрабатывающие производства, сальдированный финансовый результат, рентабельность, выработка, себестоимость, описательные статистики, факторы*

Переход к устойчивому развитию любого хозяйствующего субъекта невозможен прежде всего без объективной оценки и анализа его

современного финансового потенциала, который представляет собой обобщенную характеристику финансовых возможностей и ресурсов.

Алтайский край в настоящее время является одним из крупнейших экономических районов Западной Сибири и индустриально-аграрных регионов России. Промышленное производство остается одним из важнейших секторов экономики края, определяющим доходную часть его бюджета и занятость населения.

Значительное влияние на формирование экономики Алтайского края оказывают крупные и средние организации, в секторе обрабатывающих производств в 2012 году они формировали 64,9% добавленной стоимости экономики региона (показатель в первой оценке) по этому виду деятельности (в 2011 году – 62,9%, в 2010 году – 64,3%).

В статистике финансов организаций применяется система показателей, отражающих финансовое положение хозяйствующих субъектов, поступление, распределение и характер использования денежных средств, размеры и структуру задолженности, в том числе просроченной и прочее.

При статистическом изучении основных закономерностей финансового состояния предприятий широко используются методы группировок, структурного анализа, анализ рядов динамики, индексный метод и др.

Конечный финансовый результат деятельности предприятия выражается в изменении величины его собственного капитала за отчетный период. Способность предприятия обеспечить неуклонный рост собственного капитала оценивается системой показателей финансовых результатов.

Важнейшей целью управления финансами предприятия является обеспечение доходов его собственникам путем увеличения стоимости фирмы, финансовых результатов деятельности, которые являются основным элементом финансовых ресурсов предприятий [10].

Применяя метод группировок, распределим и проанализируем обследуемые организации по группам с соответствующим средним значением сальдированного финансового результата, используя данные их годовой бухгалтерской отчетности (Таблица 1).

Таким образом, в последние три года наблюдалась благоприятная тенденция: доля организаций, получивших отрицательное сальдо, сократилась с 27,4% в 2010 году до 22,7% в 2012 году организаций обрабатывающих производств края (без субъектов малого предпринимательства), при этом средняя сумма полученного ими убытка сократилась почти в 2 раза. Большая доля всей совокупности рассматриваемых организаций получала прибыль в размере от 0 до 50,0 млн рублей, при этом доля предприятий, попавших в данный интервал

увеличилась в 2012 году по сравнению с 2010 годом на 6,1 п.п., сумма полученного ими положительного сальдо – на 35,5%.

Таблица 1 - Группировка организаций обрабатывающих производств по уровню сальдированного финансового результата (прибыль минус убыток) (без субъектов малого предпринимательства)

Сальдированный финансовый результат, тыс. рублей	2010			2011			2012		
	количество организаций, единиц	доля в общем числе организаций, %	средний результат по группе, тыс. рублей	количество организаций, единиц	доля в общем числе организаций, %	средний результат по группе, тыс. рублей	количество организаций, единиц	доля в общем числе организаций, %	средний результат по группе, тыс. рублей
менее 0	54	27,4	-44730,8	38	20,9	-31948,7	42	22,7	-21393,5
0 – 50000	119	60,5	7791,3	122	67,1	7809,4	123	66,6	10557,7
50001 – 100000	10	5,1	72036,7	8	4,4	63324,4	5	2,7	66339,2
100001 – 200000	4	2,0	161633,8	7	3,9	163872,4	6	3,2	143259,3
200001 – 300000	5	2,5	225877,2	1	0,5	291886,0	1	0,5	216273,0
300001 – 400000	1	0,5	333398,0	1	0,5	315316,0	3	1,6	349815,3
400001 – 1000000	-	-	-	1	0,5	416739,0	2	1,1	657105,0
более 1000000	4	2,0	2947242,0	4	2,2	2300595,0	3	1,6	2623419,0
Итого	197	100,0	x	182	100,0	x	185	100,0	x

В анализируемом периоде сократился удельный вес предприятий с финансовым результатом более 1,0 млрд рублей с 2,0% до 1,6% и средний размер полученного ими сальдированного результата (на 11,0%). Вместе с тем, в 2011-2012 годы в обследуемой совокупности появились организации с положительным сальдо от 0,4 до 1,0 млрд рублей, их доля в общем числе увеличилась с 0,5% до 1,1%, среднее положительное сальдо – в 1,6 раза.

Результативность и экономическая целесообразность функционирования организаций оцениваются не только абсолютными, но и относительными показателями.

Эффективность – это уровень использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов предприятия, средство достижения высоких финансовых результатов. Однако, финансовый результат, т.е. сумма прибыли (убытка), - еще не показатель эффективности работы предприятия. Критерием эффективности является достижение наибольших финансовых результатов при наименьших затратах или при

тех же ресурсах достижение больших результатов деятельности предприятия (выпуск большего объема продукции, оказания услуг, получения прибыли).

При планировании и анализе хозяйственной деятельности рассчитывают различные показатели рентабельности, которые характеризуют определенные уровни эффективности использования средств [2].

Рассмотрим основные обобщающие показатели, характеризующие эффективность работы крупных и средних организаций обрабатывающих производств. На протяжении рассматриваемого периода уровень рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг организаций обрабатывающих производств края имел отрицательную тенденцию снижения с 15,2% в 2010 году до 10,4% в 2012 году и оставался ниже уровня по Российской Федерации (за исключением 2010 года) и Сибирского федерального округа (при одновременном сокращении разницы уровня в динамике) на 0,3 п.п. и в 1,7 раза в 2012 году, на 2,4 п.п. и в 2,1 раза в 2011 году, на 0,4 п.п. выше и в 1,8 раза ниже в 2010 году соответственно.

Следует отметить, что среди субъектов Сибирского федерального округа в 2012 году край лидировал по уровню рентабельности активов и занимал 5 место (в порядке убывания значения показателя) по уровню рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг (в 2011 году – 4 и 6 место, в 2010 году – 3 и 4 место соответственно).

Анализ динамики рентабельности хозяйственной деятельности по организациям обрабатывающих производств края, показал, что за анализируемый период в целом по краю в рассматриваемых организациях по показателю рентабельности проданной продукции лидируют, значительно превосходя другие виды деятельности, предприятия, занятые химическим производством. С каждого рубля, затраченного на производство и реализацию продукции, эти организации получали от 40,0 рублей прибыли (самофинансируемого дохода) в 2010 году до 37,4 рублей в 2012 году, или в 2,6 раза и 3,6 раза больше, чем по обследуемым объектам в целом соответственно. В то же время, предприятия производства кожи, изделий из кожи и производства обуви; прочих производств в 2012 году работали себе в убыток, в 2010-2012 годах наиболее низкая рентабельность продукции характерна для производства резиновых и пластмассовых изделий, целлюлозно-бумажного производства; издательской и полиграфической деятельности, производства машин и оборудования (без производства оружия и боеприпасов).

В статистическом анализе рентабельности широко используется факторный анализ, индексный метод.

Для оценки вклада каждого факторного признака (выручки и себестоимости) в изменение результирующего показателя (уровня рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг), а также для определения пути повышения эффективности основной деятельности организаций, оценим влияние факторов на изменение уровня рентабельности в 2012 году по сравнению с 2010 годом, применив двухфакторную индексную модель.

В целях проведения факторного анализа модифицируем формулу рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг следующим образом:

$$P_{\pi} = \frac{BP - CB}{CB}, \quad (1)$$

где BP – выручка, CB – себестоимость продаж, включая коммерческие и управленческие расходы (затраты на производство продаж) [11].

Результаты факторного анализа показали, что общее снижение рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг в сфере обрабатывающих производств в 2012 году по сравнению с 2010 годом в 1,5 раза произошло за счет роста затрат на производство продаж (рентабельность при этом сократилась в 4,2 раза), однако рост выручки увеличил ее в 2,9 раза.

Существенное снижение уровня рентабельности в целлюлозно-бумажном производстве; издательской и полиграфической деятельности (в 4,6 р.) под влиянием одновременного снижения выручки и затрат, затраты сократили рентабельность в 21,1 р., производстве транспортных средств и оборудования (в 4,1 р.) обусловлено значительным ростом затрат на производство - в 1,6 р. (рентабельность при этом снизилась в 18,8 р.). Убыточность прочих производств в 2012 году в 2,4 раза предопределена затратами. На прибыльность деятельности в 2012 году по сравнению с убыточностью в 2010 году в производстве прочих неметаллических минеральных продуктов основное воздействие (увеличение рентабельности в 99,5 р.) оказало увеличение выручки, в производстве электрооборудования, электронного и оптического оборудования рентабельность в целом возросла на 8,0 п.п. за счет увеличения выручки на 11,0%.

Таблица 2 - Результаты факторного анализа рентабельности проданных товаров, продукции, работ услуг организаций обрабатывающих производств Алтайского края в 2012 году по сравнению с 2010 годом

	Изменение уровня рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг в 2012 году по сравнению с 2010 годом, %		
	общее	за счет изменения	
		выручки	затрат на производство продаж
	$I_{P_1} = \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012}} \cdot \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012} \cdot CB_{2012} \cdot 100}$	$I_{B_1} = \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012}} \cdot \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012} \cdot CB_{2012} \cdot 100}$	$I_{C_1} = \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012}} \cdot \frac{BP_{2012} \cdot CB_{2012}}{CB_{2012} \cdot CB_{2012} \cdot 100}$
Обрабатывающие производства	68,2	в 2,9 р.	23,7
из них:			
производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	101,7	в 3,5 р.	29,2
текстильное и швейное производство	48,7	142,4	34,2
обработка древесины и производство изделий из дерева	96,6	в 9,1 р.	10,6
целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	21,6	в 4,6 р.	4,7
химическое производство	93,6	133,7	70,0
производство резиновых и пластмассовых изделий	53,7	в 7,2 р.	7,4
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	в 27,4 р.	в 99,5 р.	27,6
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	130,9	в 8,1 р.	16,1
производство машин и оборудования (без производства оружия и боеприпасов)	79,8	108,5	73,5
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	в 4,3 р.	в 5,6 р.	76,1
производство транспортных средств и оборудования	24,2	в 4,5 р.	5,3
прочие производства	48,3	118,0	40,9

Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг значительно дифференцирована как по видам экономической деятельности, так и по организациям сферы обрабатывающих производств края. Статистическим инструментарием для оценки существенности дифференциации распределения данного показателя являются методы дескриптивной (описательной) статистики. Проведем анализ по данным годовой бухгалтерской отчетности организаций (без субъектов малого предпринимательства и организаций оборонно-промышленного комплекса) края за 2010-2012 годы. Изучим вариацию признака – рентабельность проданных товаров, результаты представим в таблице 3.

Таблица 3 - Дескриптивные статистики по уровню рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг (х) организаций обрабатывающих производств Алтайского края за 2010-2012 годы

	2010	2011	2012	2012 в % к 2010	Отклонение 2012 от 2010 (+/-)
Максимальное значение, %	64,1	55,6	62,2	97,0	-1,9
Минимальное значение, %	-93,9	-100,0	-51,9	55,3	+42,0
Размах вариации, %	158,0	155,6	114,1	72,2	-43,9
Среднее значение, %	2,1	3,2	4,2	в 2,0 р.	+2,1
Медиана, %	3,4	3,9	3,8	111,8	+0,4
Дисперсия	390,7	357,9	199,8	51,1	-190,9
Среднее квадратическое отклонение, %	19,8	18,9	14,1	71,2	-5,7
Стандартная ошибка	0,2	0,2	0,2	100,0	+0,0
Коэффициент вариации, %	942,9	590,6	335,7	35,6	-607,2
Коэффициент осцилляции, %	7523,8	4862,5	2716,7	36,1	-4807,1

Проанализируем общий характер распределения уровня рентабельности и определим степень его неоднородности за 2010-2012 годы.

Одним из этапов исследования вариации изучаемого признака в совокупности является измерение характеристик силы, величины, интенсивности вариации. Простейшим из них может служить размах или амплитуда вариации, т.е. абсолютная разность между максимальным и минимальным значениями признака из имеющихся в изучаемой совокупности значений. Как видим, в 2012 году по сравнению с 2010 годом наблюдалось:

- уменьшение ширины диапазона колебаний изучаемого признака на 27,8% (разница между x_{\max} и x_{\min} снизилась с 158,0% до 114,1%);

- сокращение максимального уровня рентабельности организаций обрабатывающих производств на 1,9 п.п. при значительном

одновременном увеличении минимального уровня в 1,8 р. (с -93,9% до -51,9%).

Дисперсия признака представляет собой средний квадрат отклонений вариантов от их средней величины. Следовательно, вариация рентабельности в совокупности рассматриваемых организаций обрабатывающего сектора в результате действия всех факторов, обусловивших эту вариацию, в целом сократилась в 2,0 раза.

Обобщающей характеристикой размеров вариации уровня рентабельности, абсолютной мерой ее изменчивости в совокупности организаций, является среднее квадратическое отклонение.

В 2012 году по сравнению с 2010 годом среднее значение рентабельности, которое является мерой центральной тенденции, отображающей наиболее характерное для данной выборки значение, увеличилось в 2,0 раза и составило 4,2%.

Среднее отклонение уровня рентабельности отдельных организаций от их среднего значения в совокупности за 2012 год в абсолютном выражении составило 14,1%, или в 3,4 раза больше показателя средней рентабельности (в 2011 году 18,9%, или в 5,9 р., в 2010 году – 19,8%, или в 9,4 раза). Таким образом, в 2012 году разброс уровня рентабельности отдельных организаций относительно его среднего значения в совокупности меньше, чем в 2010 году в среднем на 5,7 п.п.

Интенсивность вариации рентабельности, разброс ее значений в исследуемых организациях, однородность состава изучаемой совокупности (коэффициент вариации, который измеряет относительную меру разброса значений рентабельности в совокупности рассматриваемых организаций) показали, что в анализируемом периоде совокупность характеризовалась как слишком неоднородная, вариация рентабельности сильная, разброс ее значений вокруг средней велик, однако значение коэффициента постепенно уменьшалось - в 2012 году по сравнению с 2010 годом в 2,8 р. и составило 335,7% (совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33%). Коэффициент осцилляции, характеризующий относительную колеблемость крайних значений признака относительно средней, также имел тенденцию снижения: уменьшение по уровню рентабельности составило в 2,8 р.

Характеристикой, количественно описывающей структуру и строение вариационного ряда, служит медиана – величина варьирующего признака, делящая совокупность на две равные части – со значениями признака меньше медианы и больше нее [4,6,9]. Анализ показал, что в 2012 году половина единиц изучаемой совокупности имели рентабельность менее 3,8%, а половина более, тогда как в 2010 году аналогичное значение составляло 3,4%.

Представим совокупность крупных и средних организаций сектора обрабатывающих производств в виде интервального вариационного ряда по уровню рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг (Таблица 4).

За последние три года основная доля всей совокупности рассматриваемых организаций приходилась на уровень рентабельности от 0% до 20%. При этом, наблюдалось увеличение доли единиц совокупности, попавших в данный интервал, с 64,5% в 2010 году до 70,3% в 2012 году при одновременном сокращении доли неэффективно (убыточно) работающих организаций (предприятия с уровнем убыточности от -120% до 0%) с 25,8% до 22,3% общего числа объектов обследуемой совокупности (Рис.2).

Таблица 4 - Группировка организаций обрабатывающих производств края по уровню рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг за 2010-2012 годы

Рентабельность (убыточность) проданных товаров, продукции, работ, услуг (x), %	2010		2011		2012	
	количес тво органи заций	доля в общем числе органи заций, %	количес тво органи заций	доля в общем числе органи заций, %	количес тво органи заций	доля в общем числе органи заций, %
-120 < x ≤ -100	0	0,0	1	0,6	0	0,0
-100 < x ≤ -80	2	1,1	1	0,6	0	0,0
-80 < x ≤ -60	1	0,5	2	1,2	0	0,0
-60 < x ≤ -40	3	1,6	0	0,0	3	1,7
-40 < x ≤ -20	13	7,0	7	4,1	5	2,9
-20 < x ≤ 0	29	15,6	26	15,1	31	17,7
0 < x ≤ 20	120	64,5	119	69,1	123	70,3
20 < x ≤ 40	13	7,0	13	7,6	9	5,1
40 < x ≤ 60	4	2,2	3	1,7	3	1,7
60 < x ≤ 80	1	0,5	0	0,0	1	0,6
Итого	186	100,0	172	100,0	175	100,0

Существенную помощь в анализе вариационного ряда и его свойств оказывает графическое изображение. Представим рассматриваемый интервальный вариационный ряд в виде гистограммы.

Как видим, распределение несимметрично, поэтому характеристики среднего уровня рассматриваемого признака (среднее значение, медиана) значительно варьируют.

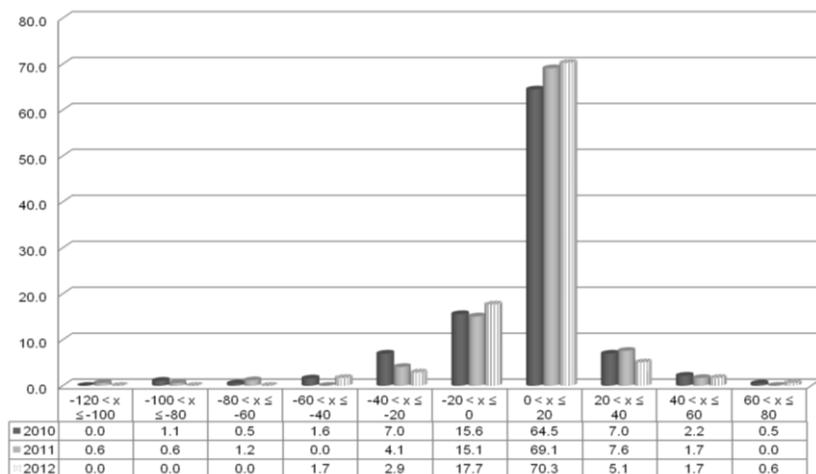


Рисунок 2 - Гистограмма распределения организаций обрабатывающих производств по уровню рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг за 2010-2012 годы; в процентах к общему количеству

Таким образом, посредством применения статистических методов исследования выявлены наиболее общие для обследованных организаций тенденции и факторы, что дает возможность прогнозировать и совершенствовать пути их дальнейшего развития, а также определять наиболее перспективные и проблемные виды экономической деятельности, организации и учитывать эти факторы при разработке последовательной политики организаций для увеличения производства и реализации продукции, наиболее востребованной в современных рыночных условиях. Адекватность результатов и простота использования позволяют рассматривать использованные инструменты как дополнение к средствам анализа при планировании и принятии управленческих решений.

Библиографический список

1. Аббакумов, В.Л., Лезина, Т.А. Бизнес-Анализ информации. Статистические методы: Учебник / В.Л. Аббакумов, Т.А. Лезина. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2009.
2. Абдукаримов, И.Т., Беспалов, М.В. Финансово-Экономический анализ хозяйственной деятельности коммерческих организаций (анализ деловой активности): Учебное пособие / Абдукаримов, И.Т., Беспалов, М.В. - М. Инфра-М, 2012.

3. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятий: Учебник / Под ред. проф. В.Я. Позднякова. – М.: ИНФРА-М, 2010.

4. 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.

5. Ефимова, О.В. Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: учебник / О.В. Ефимова. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство «Омега-Л», 2013.

6. Ковалева, Т.Ю. Практикум по теории статистики: учебно-практическое пособие / Т.Ю. Ковалева. – М.: КНОРУС, 2012.

7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: URL: <http://www.gks.ru>

8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю: URL: <http://akstat.gks.ru>.

9. Показатели вариации (колеблемости) признака. Сайт цифровых учебно-методических материалов Центра Образования ВГУЭС: URL: http://abc.vvsu.ru/Books/pr_stat1/page0010.asp.

10. Семенов, В.М., Васеленкова, Н.В. Управление финансами промышленности: Учеб. пособие / В.М. Семенов, Н.В. Васеленкова, . – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М 2010.

11. Тимофеева, Т.В. Финансовая статистика: Учеб. пособие / Т.В. Тимофеева, А.А. Снатенков, Е.Р. Мендыбаева; Под ред. Т.В. Тимофеевой. – М.: Финансы и статистика, 2006.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

V.M. Mochalov

Altai regional statistics, *Barnaul*

Y.N. Plotnikova

Altai regional statistics, *AltSTU, Barnaul*

ECONOMICS AND STATISTICS PERFORMANCE ANALYSIS OF ACTIVITIES OF ORGANIZATIONS OF MANUFACTURING IN ALTAI REGION

Abstract. In the article there is the financial results analysis of activities of both large and medium organizations of manufacturing in Altai region, their economic efficiency level (unprofitability) between 2010-2012. Analysis has been performed with help of statistical methods and application program package Statistica, version 6.1. Data of specific series in comparison with the regions of Siberian Federal District of the Russian Federation is given in the article.

Keywords: large and medium organizations, manufacturing, balanced financial result, efficiency, revenue, self cost, descriptive statistics, factors.

УДК 332.135:005.52

М.Г. Поликарпова

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И Носова*

В.С. Мхитарян

Высшая школа экономики

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУР РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РФ

***Аннотация.** В статье представлена разработанная математическая модель классификации секторов экономики РФ по уровню интеграционной активности российских холдингов на основе расщепления смесей вероятностных распределений. На основе обобщения материала по слияниям и поглощениям (M&A) за 2008-2012 гг. были выделены характерные категории интеграционных сделок холдинговых структур различных секторов российской экономики.*

***Ключевые слова:** интеграционная активность, параметрическая модель, сектор экономики, смесь вероятностных распределений, холдинг*

В условиях усиления глобализации мировой экономики одним из главных направлений реструктуризации экономики РФ является интеграция активов, производственных мощностей и ресурсов с целью повышения экономической устойчивости и конкурентоспособности [2]. Интеграция компаний приводит к образованию предпринимательских объединений, самой распространенной формой которых в России являются *холдинги*. Какой-либо особой регистрационной процедуры для холдинга в целом российским законодательством не предусмотрено, однако термин «холдинг» встречается в различных правовых актах.

Так как сектора экономики России отличаются неравномерностью протекания процессов слияний и поглощений, при исследовании образования вертикально-интегрированных структур основное внимание было уделено показателю «Стоимостный объем рынка слияний и поглощений», отражающему в интегрированной форме различные аспекты интеграционной деятельности того или иного сектора экономики. Данный показатель может служить адекватной характеристикой интеграционной активности секторов экономики РФ в рамках формирования холдинговых структур [1].

С целью максимального использования информации, содержащейся в значениях этого признака, были выбраны параметрические методы

классификации. Параметрическое моделирование социально-экономических процессов предполагает декомпозицию закона распределения $f(x)$. Его представляют в виде смеси k законов распределения, каждый из которых $f_j(x; \theta_j)$ описывает распределение однородной группы объектов, долю которого в общей совокупности

определяет весовой коэффициент q_j в модели

$$f(x) = \sum_{j=1}^k q_j f_j(x; \theta_j), \quad (1)$$

где θ_j - вектор параметров закона распределения объектов j -й группы. Сумма всех весовых коэффициентов должна быть равна единице [4].

Для исследования интеграционной активности секторов экономики РФ был использован метод расщепления смесей вероятностных распределений, поскольку каждый класс интерпретируется как параметрически заданная одномодальная генеральная совокупность при неизвестном значении определяющего его векторного значения параметра θ_j , и соответственно каждое из классифицируемых наблюдений считается извлеченным из одной из этих генеральных совокупностей.

При одинаковом виде законов распределения $f(x; \theta)$ каждой из однородных групп задачу расщепления смеси вероятностных распределений можно представить в виде:

$$f(x) = \sum_{j=1}^k q_j f(x; \theta_j). \quad (2)$$

При этом основной проблемой является выбор вида закона распределения. Анализируемый признак «Стоимостный объем рынка слияний и поглощений» представляет собой результат совокупного действия множества факторов, среди которых в силу достаточного разнообразия элементов хозяйственной деятельности каждого сектора экономики РФ отсутствуют явно доминирующие, а характер действия каждого фактора как наблюдаемого, так и латентного на результирующее значение показателя можно считать мультипликативным. Поэтому можно предположить, что для однородной группы в этом смысле российских секторов экономики закон распределения признака будет логарифмически нормальным:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma x}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

где μ и σ - соответственно математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение величины $\ln x$.

Для определения стратификационной структуры интеграционной активности секторов экономики России были взяты 1 кризисный 2008 г. и 2 послекризисных года - 2010 г. и 2012 г. Исследование гистограммы логарифма анализируемого признака подтвердил справедливость выдвинутого предположения о логарифмически нормальном законе распределения для отдельной группы секторов российской экономики. Полиmodalность распределения свидетельствовала о присутствии в выборке элементов различных однородных совокупностей.

Согласно гистограмме логарифма стоимостного объема рынка слияний и поглощений за 2008 г., 2010 г. и 2012 г. было сделано предположение о наличии трех страт с колоколообразными функциями распределения. Средние значения μ_j для логарифма каждой страты определялась как абсцисса точки ее предполагаемого максимума, стандартное отклонение логарифма признака – расстоянием по оси абсцисс от предполагаемой точки максимума до точки перегиба плотности вероятности логарифма признака; весовой коэффициент каждой страты пропорционален площади под предполагаемой взвешенной кривой ее распределения в смеси (см. табл. 1).

Таблица 1 - Начальные приближения параметров смеси распределений за 2012 г.

№ страты	$\mu_{\text{теор.}}$	$\sigma_{\text{теор.}}$	$q_{\text{теор.}}$
1	-2,22	1,56	0,3
2	0,38	1,04	0,4
3	1,94	0,52	0,3

Далее было рассчитано начальное приближение теоретического распределения и проведено его сравнение с эмпирическим распределением. Получение наилучших значений параметров требует выбора критерия оптимальности и организации процедуры получения оценок. Для этого был выбран метод максимального правдоподобия. Он предусматривает использование в качестве оценок таких значений параметров, которые максимизируют многомерную плотность вероятности распределения признака (функция правдоподобия):

$$L = f(x_1, \dots, x_n, \mu_1, \dots, \mu_k, \sigma_1, \dots, \sigma_k, q_1, \dots, q_k). \quad (4)$$

Аргументами функции правдоподобия для данной выборки являются значения оцениваемых параметров. В случае независимой выборки плотность вероятности многомерного распределения эквивалентна произведению одномерных плотностей вероятности:

$$L = f(x_1, \dots, x_n, \mu_1, \dots, \mu_k, \sigma_1, \dots, \sigma_k, q_1, \dots, q_k) = \prod_{i=1}^n f(x_i, \mu_1, \dots, \mu_k, \sigma_1, \dots, \sigma_k, q_1, \dots, q_k). \quad (5)$$

Значения параметров $\mu_1, \dots, \mu_k, \sigma_1, \dots, \sigma_k, q_1, \dots, q_k$, максимизирующие функцию правдоподобия, будут максимально правдоподобными оценками (i – номер сектора экономики РФ, n – общее число секторов экономики). Максимизацию функции правдоподобия можно заменить максимизацией монотонно связанной с ней функцией логарифма отношения правдоподобия [5]:

$$l = \ln L = \sum_{i=1}^n f(x_i, \mu_1, \dots, \mu_k, \sigma_1, \dots, \sigma_k, q_1, \dots, q_{k-1}). \quad (6)$$

Полученные в результате проведенного оценивания параметры за 2008 г., 2010 г. и 2012 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценки параметров смесей логарифмически нормальных распределений

№ страты	2008 г.			2010 г.			2012 г.		
	$\mu_{\text{теор.}}$	$\sigma_{\text{теор.}}$	$q_{\text{теор.}}$	$\mu_{\text{теор.}}$	$\sigma_{\text{теор.}}$	$q_{\text{теор.}}$	$\mu_{\text{теор.}}$	$\sigma_{\text{теор.}}$	$q_{\text{теор.}}$
1	-1,33	0,39	0,15	0,92	0,38	0,70	-2,74	0,53	0,12
2	-0,027	0,04	0,17	-1,66	0,39	0,12	0,01	0,71	0,58
3	1,53	0,84	0,68	1,77	0,05	0,18	1,79	0,13	0,30

На основе максимально правдоподобных оценок была построена гистограмма теоретического распределения стоимостного объема рынка интеграционных процессов секторов российской экономики. Гистограмма эмпирического и теоретического распределений стоимостного объема рынка слияний и поглощений за 2012 г. представлена на рис. 1.

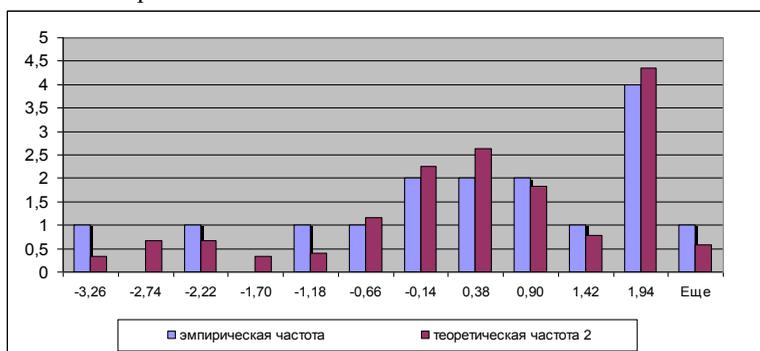


Рисунок 1 - Гистограммы эмпирического и теоретического распределений стоимостного объема рынка слияний и поглощений, 2012 г.

Параметрическая модель хорошо описывает имеющиеся данные об интеграционной активности секторов экономики, о чем свидетельствует близость теоретической и эмпирической гистограмм. Отклонение теоретического от эмпирического распределения стоимостного объема рынка интеграционных процессов в 2008 г. составило

$$\xi = \sum \frac{|y_{\tau} - y_{\varepsilon}|}{n} = 0,019, \text{ в } 2010 \text{ г. } \xi = 0,014, \text{ в } 2012 \text{ г. } \xi = 0,011.$$

Границы страт при использовании байесовского критерия минимума среднего риска ошибок классификации в отсутствии дополнительной априорной информации можно определить как абсциссы точек пересечения взвешенных кривых распределения соседних страт (рис. 2).

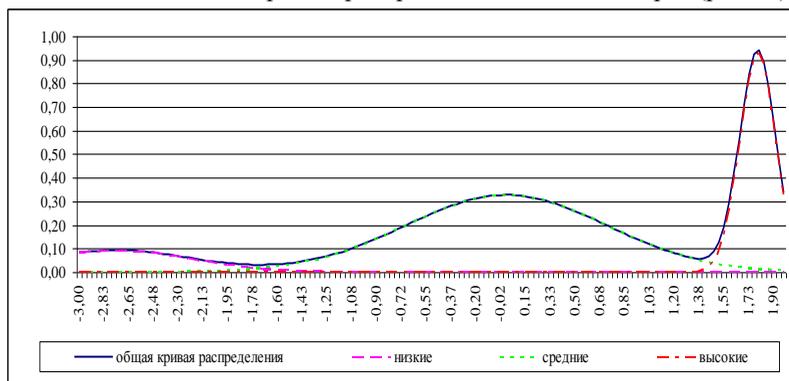


Рисунок 2 - Параметрическая модель секторов экономики по уровню интеграционной активности в 2012 г. и ее декомпозиция

В 2008 г. сектора экономики, у которых $\ln x < -0,2$, следует отнести к числу отстающих (страта 1), при $-0,2 \leq \ln x < 0,1$ – к числу средних (страта 2), при значениях $\ln x \geq 0,1$ – к третьей, самой передовой страте по уровню интеграционной активности. В 2010 г. сектора экономики, у которых $\ln x < -0,43$ следует отнести к числу отстающих (страта 1), при $-0,43 \leq \ln x < 1,68$ следует отнести к числу средних (страта 2), при значениях $\ln x \geq 1,68$ – к самой передовой 3 страте. В 2012 г. сектора экономики, у которых $\ln x < -1,74$, следует отнести к числу отстающих (страта 1), при $-1,74 \leq \ln x < 1,48$ – к числу средних (страта 2), при значениях $\ln x \geq 1,48$ – к третьей, самой передовой страте.

Из рис. 3 следует, что за период с 2010 г. до 2012 г. число секторов с низкой интеграционной активностью не изменилось и составило 12,50% от совокупного числа исследуемых секторов экономики РФ. При этом число секторов экономики со средней интеграционной активностью сократилось с 68,75% до 53,25%, а число секторов экономики с высоким

уровнем интеграционной активности увеличилось с 18,70% до 31,25% от совокупного числа исследуемых секторов российской экономики.

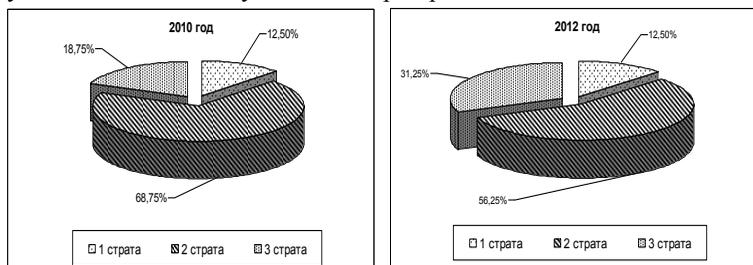


Рисунок 3 - Структура секторов экономики России по уровню интеграционной активности в 2010 г. и в 2012 г.

Изменение значений функции принадлежности во времени обуславливает наглядное представление о динамике перехода объекта из одной страты в другую. Каждая страта может быть охарактеризована по ее наиболее ярким представителям, обладающим близкими к единице значениями функции принадлежности к данной страте. Так, например, для 2 страты наиболее яркими представителями являются сфера ритейла, пищевая и горнорудная промышленность, для 3 страты – финансы, нефтегазовый сектор, строительство и недвижимость.

Состав лидирующей третьей страты представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Состав третьей (лидирующей) страты за 2008 г., 2010 г. и 2012 г.

№ объекта	2008 год	2010 год	2012 год
1	Электроэнергетика	Нефтегазовая промышленность	Строительство и недвижимость
2	Ритейл	Металлургия	Телекоммуникации
3	Строительство и недвижимость	Химическая промышленность	Нефтегазовая промышленность
4	Телекоммуникации		Финансы
5	Пищевая промышленность		Металлургия
6	Горнорудная промышленность		Транспорт
7	Нефтегазовая промышленность		
8	Металлургия		
9	Финансы		
10	Машиностроение		
11	Транспорт		

Нефтегазовый сектор вошел в состав третьей лидирующей страты и в 2008 г., и в 2010 г., и в 2012 г. Крупнейшей внутренней сделкой в нефтегазовом секторе стало приобретение ОАО «ЛУКОЙЛ» на аукционе трех нефтяных месторождений в Ханты-Мансийском автономном округе, включая довольно крупное имилорское месторождение, за 1700 млн. долл. США.

Необходимо отметить, что сделка по приобретению ОАО «НК «Роснефть» компании ТНК-ВР на сумму 56000 млн. долл. США стала не только самой крупной сделкой в 2012 г., но и крупнейшей сделкой за всю историю слияний и поглощений в России¹. Сделка такого масштаба неизбежно приводит к искажениям при анализе тенденций на рынке слияний и поглощений, поэтому данная сделка была исключена из анализа, чтобы получить более сопоставимые результаты для сравнения с предыдущими годами.

Металлургический сектор экономики вошел в состав третьей страты в 2008 г., в 2010 г. и в 2012 г. Сфера строительства и недвижимости, сфера телекоммуникаций, сфера финансов и сфера транспорта вошли в состав третьей лидирующей страты в 2008 г. и в 2012 г. Высокая интеграционная активность 2008 г. объясняется большим количеством заключенных сделок слияний и поглощений в первое полугодие 2008 г.

При этом главные новости об интеграционных сделках за последние годы поступают из одних и тех же сфер экономики РФ, потенциал которых по-прежнему очень высок. Речь идет об электроэнергетике, нефтегазородной и металлургической сферах. В то же время технологичные отрасли, такие как машиностроение, производство информационных технологий, химия и фармацевтика существенно отстают от лидеров. Это лишний раз свидетельствует о продолжающейся ориентации российской экономики на производство сырья и конечное потребление [3].

Библиографический список

1. 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.
2. Поликарпова М.Г. Эконометрический анализ российского рынка слияний и поглощений// Прикладная эконометрика. 2011. №4. С.27-47.
3. Поликарпова М.Г. Экономико-математический анализ интеграционной деятельности секторов экономики РФ// Вестник Магнитогорского

¹ Источник: www.kpmg.com

государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2010. №3. С.73-77.

4. Прикладная статистика. Основы эконометрики [Текст]: учеб. в 2-х т. Т.1: Теория вероятностей и математическая статистика/ С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.: ил. – ISBN 5-238-00304-8.

5. Сиротин В.П. Декомпозиция распределений в моделировании социально-экономических процессов [Текст]/ Сиротин В.П., Архипова М.Ю. - Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. М., 2011. – 146 с.: ил. – ISBN 978-5-7764-0693-5.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

M.G. Polikarpova

NMSTU, Magnitogorsk

V.S. Mhitaryan

HSE, Moscow

INTEGRATION ACTIVITY MATHEMATICAL MODEL OF THE HOLDING COMPANIES' STRUCTURES IN THE VARIOUS SECTORS OF RUSSIAN FEDERATION ECONOMICS

Abstract. In this article we represented a worked out mathematical model of Russian Federation economics' sectors classification by levels of Russian holding companies' integration activity on the basis of the splitting of probabilistic distribution mixture. On the basis of generalization of the material concerning merger and absorption taking place in 2008-2012 we singled out typical categories of the integration bargains among holding companies of the various Russian economics sectors.

Keywords: integration activities, parametric model, economic sector, mixture of the probabilistic distributions, holding

УДК 311.42

М.Г. Поликарпова, Е.С. Фомина

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И Носова*

ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РОССИЙСКИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ХОЛДИНГОВ В РАМКАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР

***Аннотация.** В статье представлены результаты статистического анализа финансовой устойчивости холдинговых структур в рамках реализации процессов слияний и поглощений по формированию вертикально-интегрированных структур в металлургическом секторе экономики РФ. Представлены результаты классификации российских металлургических холдингов по уровню финансовой устойчивости за 2010-2012 гг.*

***Ключевые слова:** интеграция, компонентный анализ, металлургия, финансовая устойчивость, холдинг*

Интеграция производства в глобальных масштабах на уровне современных холдинговых структур является по своей природе рыночным феноменом. Она выступает как конкурентная стратегия и в то же время как проявление самоорганизации системы в рыночно-конкурентной среде [3].

Значимость статистического исследования финансовой устойчивости российских металлургических холдингов в рамках формирования вертикально-интегрированных структур существенно возросла в связи с финансово-экономическим кризисом 2008-2009 гг. Проведенный анализ показал, что реализация проектов слияний и поглощений находится в прямой зависимости от финансового состояния интегрирующихся компаний.

Применение статистических методов в сочетании с подходами традиционного финансового анализа может существенно расширить возможности аналитических исследований финансовой устойчивости. Использование статистических методов позволяет исследовать финансовое состояние холдинговых структур не изолированно, а в сравнении с хозяйствующими субъектами той же отрасли или сферы деятельности, учитывая конкуренцию, складывающуюся в условиях концентрации рынка.

В экономически развитых странах проблем со сбором и обобщением информации, необходимой для финансового анализа, как правило, не существует. Зарубежные информационные агентства публикуют различные статистические данные, сгруппированные в различных аспектах. В России подобная информация только с середины 2000-х г. начала собираться и обобщаться различными консалтинговыми компаниями, и во многих случаях не доступна для широкого круга пользователей. В связи с этим, информация для финансового анализа непосредственно извлекалась из форм бухгалтерской отчетности интегрирующихся холдинговых структур.

Базой для практического анализа послужили данные форм федерального статистического наблюдения за 2010-2012 гг. по основным 15 металлургическим холдингам, производящим более 90% продукции в сфере черной и цветной металлургии России: ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Северсталь Групп», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», Мечел, Евраз Холдинг, Металлоинвест, ГК «Норильский никель», Группа «Полиметалл», ООО «Объединенная металлургическая компания», РУСАЛ, РТ-Металлургия, Группа «ЧТПЗ», Группа «Тулачермет», Группа «Русская медная компания», Группа «Кокс»². Представленные холдинговые структуры включают в свой состав более 200 предприятий России.

Вопросы финансового планирования, финансового анализа и обеспечения финансовой устойчивости холдинговых структур рассматривают в своих работах Бочаров В.В., Волкова О.Н., Ковалев В.В., Кукукина И.Г., Леонтьев В.Е., Окороков Р.В., Савицкая Г.В., Стоянова Е.С., Шермет А.Д. и др. Среди исследований зарубежных учёных в рассматриваемой сфере следует отметить работы Вашовиц Д., Брейли Р., Бернстайна Л., Майерса С., Р. Хольта и др.

Вместе с тем в настоящее время не существует единого мнения по вопросу определения сущности понятия «финансовая устойчивость холдинговых структур». В представленной работе финансовая устойчивость раскрывается авторами как комплексное понятие, отражающее стабильный уровень финансовой состоятельности, при котором финансовые ресурсы, их распределение и использование в условиях реализации интеграционных проектов, способны обеспечить устойчивое финансовое развитие вертикально-интегрированных структур, базирующееся на постоянном поддержании рационального соотношения между элементами вертикальной структуры, и выполнении условий обеспечения рентабельности, ликвидности, платёжеспособности,

² Источник: www.bg-is.com

финансовой независимости, кредитоспособности, финансовой прочности, финансовой активности и эффективности денежных потоков.

Одним из первых этапов экономико-статистического исследования стало изучение международного опыта применения статистических методов в анализе финансовой устойчивости. Особое внимание уделено работам Альтмана Э., Бивера У., Спрингейма Г. и Фулмера Дж. Анализ показал, что в зарубежной практике имеется опыт успешного применения в финансовом анализе многомерных статистических методов. Однако исследования этих авторов основывались на данных финансовой отчетности, построенной по международным стандартам, и не учитывают российской специфики, поэтому использование полученных моделей в неизменном виде для российских холдинговых структур не является корректным.

Суммируя и сопоставляя методики Ковалева В.В., Крейниной М.Н., Шеремета А.Д., Савицкой Г.В. и других ученых, можно заключить, что относительные аналитические коэффициенты, применяемые для анализа финансовой устойчивости, направлены на изучение структуры источников средств, обеспеченности различных категорий имущества различными категориями средств (соотношение структуры активов и пассивов), обеспеченности финансовых расходов, платежеспособности и др. [2]. В результате проведенного анализа располагаемой информации была получена следующая система показателей:

1. Выручка от продаж, млн. руб. (x_1)
2. Чистая прибыль, млн. руб. (x_2)
3. Коэффициент абсолютной ликвидности (x_3)
4. Коэффициент текущей ликвидности (x_4)
5. Рентабельность активов, % (x_5)
6. Рентабельность продукции, % (x_6)
7. Коэффициент оборачиваемости активов (x_7)
8. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности (x_8)
9. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (x_9)
10. Коэффициент обеспеченности инвестициями (x_{10})
11. Коэффициент обеспеченности текущих активов собственными оборотными средствами (x_{11})
12. Коэффициент обеспеченности материальных запасов собственными источниками (x_{12})
13. Сумма кратко- и долгосрочных обязательств, млн. руб. (x_{13})
14. Коэффициент финансовой независимости капитализированных источников (x_{14})
15. Коэффициент обеспеченности задолженности собственными средствами (x_{15})

Данные показатели можно условно разделить на три группы (рис. 1):

- 1-4 составляют группу показателей, характеризующих результаты деятельности и ликвидности;
- 5-8 составляют группу показателей, характеризующих рентабельность и деловую активность;
- 9-12 составляют группу показателей, характеризующих структуру вложения средств;
- 13-15 составляют группу показателей, характеризующих структуру источников средств.



Рисунок 1 - Система показателей финансовой устойчивости российских холдингов

Оценка сходства между объектами сильно зависит от абсолютного значения признака и от степени его вариации в совокупности. Если классификация проводится по показателям, измеряемым в различных

несопоставимых единицах, то конечные результаты будут искажены из-за различных абсолютных значений, и поэтому необходимо перейти к унифицированным шкалам измерения [5].

В результате все признаки были приведены к унифицированной шкале $[0,1]$, где «0» означает самые низкие, а «1» - самые высокие значения показателей металлургических холдингов. Далее по каждой группе показателей был проведен компонентный анализ.

Агрегирование показателей апостериорного набора, характеризующего результаты деятельности и ликвидность, проводилось в условиях работоспособности 1-ой главной компоненты:

$$\frac{2,40}{2,40 + 0,99 + 0,55 + 0,06} = 0,60 > 0,55.$$

Частный индикатор результатов деятельности и ликвидности f_1 для i -ого холдинга определялся в виде модифицированной первой главной компоненты по унифицированным значениям $x_1 - x_4$:

$$f_1 = 0,023x_1 + 0,081x_2 + 0,158x_3 + 0,154x_4 \quad (1)$$

Частный индикатор показателей рентабельности и деловой активности f_2 определялся в виде модифицированной первой главной компоненты по унифицированным значениям $x_5 - x_8$ (на первую главную компоненту приходится 57,65% вариации признаков $x_5 - x_8$):

$$f_2 = 0,023x_1 + 0,081x_2 + 0,158x_3 + 0,154x_4. \quad (2)$$

Частный индикатор показателей структуры вложения средств f_3 определялся в виде модифицированной первой главной компоненты по унифицированным значениям $x_9 - x_{12}$ (на первую главную компоненту приходится 72,45% вариации признаков $x_9 - x_{12}$):

$$f_3 = 0,105x_9 + 0,101x_{10} + 0,034x_{11} + 0,105x_{12}. \quad (3)$$

Частный индикатор показателей структуры источников средств f_4 определялся в виде модифицированной первой главной компоненты по унифицированным значениям $x_{13} - x_{15}$ (на первую главную компоненту приходится 57,17% вариации признаков $x_{13} - x_{15}$):

$$f_4 = 0,105x_9 + 0,101x_{10} + 0,034x_{11} + 0,105x_{12}. \quad (4)$$

Формирование интегрального индикатора финансовой устойчивости российских металлургических холдингов также осуществлялось на основе компонентного анализа, где в качестве исходных признаков использовались четыре полученных ранее частных обобщающих индикатора второго уровня.

Интегральный обобщающий индикатор представлял собой первую главную компоненту, на долю которой пришлось 69,48% суммарной вариации. Используя полученные значения собственного вектора, построенного для собственного значения $\lambda = 1,97$, был получен интегральный обобщающий индикатор финансовой устойчивости:

$$I_{\text{обобщ}} = 0,205 f_1 + 0,176 f_2 + 0,045 f_3 + 0,084 f_4. \quad (5)$$

В соответствии со значениями интегрального обобщающего индикатора финансовой устойчивости, были проранжированы металлургические холдинги по уровню их финансовой устойчивости. На базе полученных значений обобщенного индикатора была проведена группировка металлургических холдингов, в частности получено три группы холдинговых структур.

Первая группа объединила 3 металлургических холдинга, таких как: ГКМ «Норильский никель», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» и Металлоинвест. Для данной группы значение обобщенного индикатора финансовой устойчивости было не менее 0,72. Компании данной группы являются крупнейшими металлургическими холдингами по капитализации как в 2012г, так и в 2013 г. Так, по данным Bloomberg³ на 23 декабря 2013 г. капитализация ГКМ «Норильский никель» составила 26,19 млрд. долл. США, а капитализация ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» - 9,81 млрд. долл. США.

Во вторую группу вошли 5 холдингов, для которых обобщенный индикатор финансовой устойчивости составил от 0,45 до 0,72. Данная группа объединила такие российские металлургические холдинги, как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Северсталь Групп», ООО «Объединенная металлургическая компания», РТ-Металлургия Группа «Кокс».

Третья группа объединила 7 холдингов с показателями обобщенного индикатора ниже 0,45. В данную группу вошли такие холдинговые структуры, как Мечел, Евраз Холдинг, РУСАЛ, Группа «Тулачермет», Группа «Русская медная компания», Группа «Полиметалл». Данные холдинги характеризуются наличием чистых убытков по итогам работы 2012 г., за исключением Группы «Русская медная компания», Группа «ЧТПЗ».

В наиболее тяжелой ситуации оказались следующие холдинговые структуры из 3 группы: Мечел, Евраз Холдинг, РУСАЛ. Данные холдинги имеют большие долговые обязательства – 9,1 млрд. долл. США, 7 млрд. долл. США и 10,8 млрд. долл. США соответственно, по состоянию на 2012 год. Именно эти компании испытали максимальное падение капитализации.

Тем не менее, несмотря на столь серьезные проблемы, вряд ли они потерпят банкротство в 2014 г. Государство крайне не заинтересовано в этом, так как для экономики России банкротство каждой столь крупной бизнес-группы будет протекать очень болезненно. С большой вероятностью можно предположить, что российские госбанки окажут им

³ Источник: www.bloomberg.com

соответствующую поддержку и помогут провести реструктуризацию долгов.

Большой практический интерес представляет оценивание стабильности, устойчивости полученного разбиения холдинговых структур на группы по уровню финансовой устойчивости. Можно существенно повысить ценность проводимого исследования, качество экономической интерпретации, осуществив переход от статической задачи к рассмотрению классификации российских металлургических холдингов в динамике за несколько лет.

Таким образом, возникает задача разработки временной факторной модели, позволяющей оценить устойчивость принадлежности исследуемых холдинговых структур к одной из трех групп. Поскольку границы между полученными разбиениями являются нечеткими, то, по мнению многих специалистов, именно аппарат теории нечетких множеств позволяет наилучшим образом структурировать все то, что разделено не очень точными границами.

Пусть E есть множество счетное или нет, и x - элемент E . Тогда нечетким подмножеством A множества E называется множество:

$$\{(x | \mu_A(X))\}, \quad \forall x \in E,$$

где $\mu_A(X)$ - степень принадлежности x в A .

Таким образом, если $\mu_A(X)$ принимает свои значения во множестве M значений функции принадлежности, то можно сказать, что x принимает значения в M посредством функции $\mu_A(X)$. Данная функция также называется функцией принадлежности [1].

При практической реализации временной факторной модели наибольший интерес представляет способ задания функции принадлежности. Данная функция должна быть задана таким образом, чтобы легко улавливать происходящие изменения в распределении исследуемых холдинговых структур по кластерам. При этом необходимо, учитывая воздействие прошлых лет, особое внимание уделять последним более свежим наблюдениям. Поэтому функция принадлежности должна обладать адаптивными свойствами.

Значение функции принадлежности i -ого холдинга j -ой группе за n лет определялось следующим образом:

$$\mu_{ij} = \frac{\sum_{t \in I} \alpha(1-\alpha)^{n-t}}{\sum_{t=1}^n \alpha(1-\alpha)^{n-t}}, \quad i = \overline{1,15}, \quad j = \overline{1,3}$$

(6)

где $\alpha - \text{const}$ ($0 < \alpha < 1$) – играющая роль параметра адаптации;

t – порядковый номер года, в котором i -ый холдинг принадлежит j -ой группе.

Функция принадлежности принимает свои значения в интервале $[0;1]$, при этом 0 означает низшую степень принадлежности (в исследуемом периоде рассматриваемая холдинговая структура ни разу не была отнесена к этой группе), 1 – высшую (рассматриваемый холдинг всегда попадал именно в эту группу).

Увеличение значения параметра α приводит к усилению воздействия последнего периода наблюдения, а уменьшение – к более равномерному учету результатов классификации за весь рассматриваемый промежуток времени (2010-2012 гг.). При этом в любом случае весомость последних, более «свежих» классификаций выше. По мере удаления полученных классификаций в прошлое их весомость при определении значений функций принадлежности падает по экспоненциальному закону.

Применение данной методики за 2010-2012 гг. позволило установить устойчивый характер разбиения холдинговых структур по трем группам. При этом значения функции принадлежности рассчитывались при $\alpha=0,5$, что позволило, усилив значение 2012 г., в достаточной мере учесть воздействие 2011 г. и 2010 г.

При этом для повышения эффективности формирования холдингов в металлургическом секторе экономики РФ необходимо совершенствовать технологии совершения сделок слияний и поглощений. Одной из таких технологий является оценка бизнеса. Потребность в оценке стоимости бизнеса возникает на разных этапах интеграционной сделки. Во-первых, без нее не обойтись на предварительном этапе. Во-вторых, оценка является неотъемлемой частью непосредственно сделки по формированию холдинговых структур [4].

Библиографический список

1. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст]/ Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.: ил. – ISBN 5-279-02188-1.
2. Васильева Л.С. Финансовый анализ [Текст]/ Васильева Л.С., Петровская М.В. – М.: КноРус, 2010. – 880 с.: ил. – ISBN 978-5-406-00116-5.
3. Поликарпова М.Г. Эконометрический анализ российского рынка слияний и поглощений// Прикладная эконометрика. 2011. №4. С.27-47.
4. Поликарпова М.Г. Оценка стоимости бизнеса в интеграционных сделках металлургической компании// Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2012. №4(40). С.86-91.

5. Прикладная статистика. Основы эконометрики [Текст]: учеб. в 2-х т. Т.1: Теория вероятностей и математическая статистика/ С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.: ил. – ISBN 5-238-00304-8.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

M.G. Polikarpova, E.S. Fomina

NMSTU, Magnitogorsk

ECONOMICAL AND STATISTICAL RESEARCH OF THE RUSSIAN METALLURGICAL HOLDING COMPANIES' FINANCIAL STABILITY IN THE FRAMES OF VERTICAL AND INTEGRATED STRUCTURES' FORMING

Abstract. In this article we represented statistical analysis of the financial stability of holding companies' structures in the Russian Federation economics' metallurgical sector. We also represented here results of the Russian metallurgical holding companies' categorization in accordance with the financial stability during 2010-2012.

Keywords: integration, component analysis, metallurgy, financial stability, holding

УДК 336.722.117.7:347.27

Е. И. Полухина, Н.А. Реент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РФ

Аннотация. Популярность ипотечных жилищных кредитов в РФ с каждым годом возрастает. Поэтому интересной задачей является выявление показателей, которые могут оказывать влияние на изменение количества выданных ипотечных кредитов.

Ключевые слова: ипотечное кредитование, факторы, регрессионный анализ, среднедушевые денежные доходы.

В настоящее время ипотечное кредитование в Российской Федерации пользуется большим спросом среди населения. Это обусловлено тем, что

лишь малая доля граждан может позволить себе приобрести недвижимость, не прибегая к услугам банковского сектора.

Ипотечное кредитование – это долгосрочный кредит, предоставляемый юридическому или физическому лицу банками под залог недвижимости: земли производственных и жилых зданий, помещений, сооружений. Самый распространенный вариант использования ипотеки в России - это покупка физическим лицом квартиры в кредит. Закладывается при этом, как правило, вновь покупаемое жилье, хотя можно заложить и уже имеющуюся в собственности квартиру [2].

Объем ипотечных кредитов с каждым годом возрастает. На рисунке 1 представлена динамика изменения объемов ипотечных кредитов с 2009 по 2013 гг.

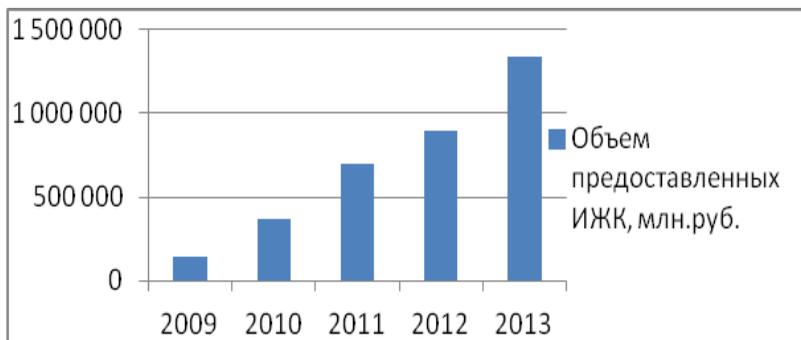


Рисунок 1 – Динамика изменения объема предоставленных ипотечных жилищных кредитов (ИЖК)

Данные представлены на декабрь каждого года.

Кроме того, увеличение объемов ИЖК способствует увеличению объемов жилищного строительства. А жилищное строительство является важнейшей сферой инвестиционно-строительной деятельности, поскольку оно обеспечивает стабильное функционирование и необходимый уровень обновления социально-культурного потенциала страны. Социальный аспект данной отрасли выражается в удовлетворении потребности населения в качественном, технологически и технически современном жилье [1].

Поэтому практический интерес представляет задача выявления факторов, оказывающих влияние на изменение объема выданных ипотечных кредитов как во времени, так и в пространстве.

Информационная база исследования содержала помесячные данные за период 2009 – 2013 г.г. в целом по РФ, а также данные по всем субъектам РФ на 2013 год.

Используя аппарат регрессионного анализа были построены регрессионные модели зависимости объема ипотечных жилищных кредитов от ряда социально-экономических показателей.

Полученные модели адекватны реальному процессу, обладают высокой степенью точности и могут успешно использоваться в практической деятельности.

При построении временной модели в качестве зависимой переменной Y был взят объем ипотечных жилищных кредитов (млн.руб.). Независимыми переменными стали следующие:

X_1 – Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на первичном рынке жилья, руб.

X_2 – Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на вторичном рынке жилья, руб.

X_3 – Число зарегистрированных браков, ед.

X_4 – Число зарегистрированных родившихся, чел.

X_5 – Число зарегистрированных разводов, ед.

X_6 – Среднедушевые денежные доходы населения, руб./мес.

X_7 – Общая численность безработных, тыс.чел.

X_8 – Базовый индекс потребительских цен на товары и услуги, в % к декабрю предыдущего года.

Анализ матрицы корреляций (таблица 1) позволил выявить наличие мультиколлинеарности. Сильная корреляционная связь наблюдается между переменными X_1 и X_2 , коэффициент корреляции равен 0,87. Для устранения эффекта мультиколлинеарности было принято решение исключить из рассмотрения переменную X_1 .

Таблица 1 – Матрица корреляций

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1,00	0,87	-0,02	0,16	0,13	0,11	0,10	0,07
X2	0,87	1,00	-0,05	0,08	-0,05	0,02	0,12	-0,10
X3	-0,02	-0,05	1,00	0,51	0,21	0,16	-0,26	0,32
X4	0,16	0,08	0,51	1,00	0,56	0,40	-0,53	0,19
X5	0,13	-0,05	0,21	0,56	1,00	0,23	0,00	0,61
X6	0,11	0,02	0,16	0,40	0,23	1,00	-0,68	0,23
X7	0,10	0,12	-0,26	-0,53	0,00	-0,68	1,00	0,13
X8	0,07	-0,10	0,32	0,19	0,61	0,23	0,13	1,00

Реализация алгоритма регрессионного анализа позволила получить адекватное уравнение регрессии со значимыми коэффициентами следующего вида:

$$Y = -3668435 + 33 * X_6 - 130525 * X_7 + 30716 * X_8$$

Коэффициент детерминации R^2 , равный 0,8, говорит о хорошем качестве модели, т.е. 80% дисперсии результирующего показателя объясняется дисперсией вошедших в модель переменных.

Таким образом, влияние на объем предоставленных ипотечных жилищных кредитов оказывают следующие факторы: среднедушевые денежные доходы, общая численность безработных и базовый индекс потребительских цен.

С ростом среднедушевых доходов увеличивается объем предоставленных ИЖК. Это связано с тем, что с ростом доходов у населения и банков появляется уверенность в исполнении обязательств по выданным кредитам.

Следовательно, с увеличением размера среднедушевых денежных доходов на 1000 рублей, объем ипотечных кредитов увеличится на 33 млн.руб.

Обратная зависимость наблюдается в случае с переменной, характеризующей численность безработных. Чем больше будет численность безработных, тем меньше будет количество ипотечных кредитов. Это связано с тем, что банки не выдают ипотечных кредитов безработным гражданам.

Таким образом, с увеличением количества безработных на 1000 человек, объем ипотечных кредитов уменьшится на 130525 млн.руб.

Еще одной переменной, влияющей на объем ипотечных жилищных кредитов является индекс потребительских цен на товары и услуги. Здесь, так же как в случае денежных доходов, наблюдается прямая зависимость, которую можно объяснить следующим образом. С увеличением стоимости потребительских товаров у населения сокращается располагаемый доход, следовательно, сокращается и количество людей, которые могли бы полностью накопить средства на покупку жилья и приобрести недвижимость, не прибегая к ипотечным кредитам. С ростом числа людей, нуждающихся в ипотечном кредите возрастает и количество кредитов.

Далее были рассмотрены факторы, влияющие на объем ИЖК, в разрезе субъектов РФ по данным за 2013 год.

Перед проведением регрессионного анализа была построена корреляционная матрица (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционная матрица

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1,00	0,92	0,65	0,58	0,63	0,62	0,15	0,09
X2	0,92	1,00	0,67	0,61	0,64	0,57	0,18	0,11
X3	0,65	0,67	1,00	0,98	0,98	0,26	0,68	-0,05
X4	0,58	0,61	0,98	1,00	0,94	0,23	0,78	-0,11
X5	0,63	0,64	0,98	0,94	1,00	0,24	0,65	0,00
X6	0,62	0,57	0,26	0,23	0,24	1,00	-0,05	0,08
X7	0,15	0,18	0,68	0,78	0,65	-0,05	1,00	-0,25
X8	0,09	0,11	-0,05	-0,11	0,00	0,08	-0,25	1,00

Высокие коэффициенты корреляции между переменными X_1 и X_2 , а также между переменными X_3 , X_4 , X_5 свидетельствуют о наличии мультиколлинеарности. Для ее устранения из модели были устранены переменные X_1, X_4, X_5 .

По данным на 2013 год была получена следующая модель:

$$Y = -133401 + 1,4565 * X_3 + 0,2245 * X_6 - 93,29 * X_7$$

Субъекты РФ отличаются между собой по численности населения. Для получения сопоставимых переменных, используемых в анализе, они были предварительно разделены на численность населения субъекта.

В данной модели независимыми переменными, оказывающими влияние на объем ИЖК, стали: количество браков, среднедушевые денежные доходы и общая численность безработных.

С увеличением количества браков повышается потребность населения в жилье, т.к. люди, вступающие в брак, образуют новую семью, новую ячейку общества, которой необходимо собственное жилье. Кроме того, большинство молодых семей не могут приобрести недвижимость без использования кредита, соответственно при увеличении количества браков увеличивается количество и объем кредитов. А такие переменные, как доходы населения и численность безработных оказывают воздействие на количество ИЖК в том же направлении, что и при построении модели, полученной по данным разных временных периодов.

В заключении хотелось бы сказать о том, что изучение ипотечного кредитования и факторов, влияющих на него, необходимо осуществлять, используя комплексный подход к проблеме. Таким образом, необходимо рассматривать данную проблему, как во временном срезе, так и в пространственном (региональном). Это связано с тем, что влияние на ипотечное кредитование во времени и пространстве оказывают разные

факторы. А следовательно, не учет тех или иных факторов, может привести к неполноте исследования данной проблемы.

Библиографический список

1. Реент Н.А., Тутарова Д.А. Экономико-математический анализ отрасли жилищного строительства в регионах РФ// Экономические, гуманитарные и правовые исследования: сб. науч. тр./ под ред. Н.Р. Бальнской. - Магнитогорск: Издательство Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. - С.82-85.

2. Эконометрика: Учебник/ И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева и др.; Под ред. И.И. Елисеевой. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.: ил. – ISBN 5-279-02786-3.

3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Ипотечное_кредитование

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

E.I. Polukhina, N.A. Reent

NMSTU, Magnitogorsk

MORTGAGE CREDIT IN RUSSIAN FEDERATION

Abstract. Popularity of mortgage credit in Russia is growing every year.

Therefore, an interesting challenge is to identify the factors, which can have an influence on change in the number of mortgage credits.

Key words: Mortgage credit, factors, multiple regression, income.

УДК 502.15(470.55)

Е.Е.Сапрыкина, С.В. Бульчева

Магнитогорский государственный технический университет им.

Г.И Носова

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей приобретения жилья в г. Санкт-Петербург и выбору наиболее выгодных вариантов приобретения недвижимости для различных категорий граждан, дифференцированных по уровню дохода и качеству жизни.

Ключевые слова: потребительское кредитование, ипотечное кредитование, депозит, приобретение жилья, расходы заёмщика.

В настоящее время многие молодые семьи сталкиваются с проблемой

приобретения жилья, так как большинство семей не имеет возможности приобрести квартиру или дом и одновременно рассчитаться за него. Многие, в этой связи, прибегают к варианту получения ипотеки или кредита.

Было проведено исследование возможностей приобретения жилья в г. Санкт-Петербург и выбор наиболее выгодных условий сделки. Было рассмотрено несколько способов покупки жилья: взятие Заёмщиком потребительского кредита в банке, взятие ипотечного кредита в банке, накопление средств на депозитном счете в банке. Были рассмотрены 8 кредитных программ, 10 ипотечных программ и 2 депозитных программы крупнейших банков Санкт-Петербурга.

Целью исследования является расчёт совокупных расходов потребителя по каждой предлагаемой программе и определение наиболее выгодного варианта приобретения жилья для различных категорий граждан, отличающихся размером ежемесячного дохода, стоимостью приобретаемого жилья и другими параметрами.

Таблица 1 – Условия программ потребительского кредитования

Банк, программа потребительского кредитования	Максимальная сумма кредита	Максимальный срок кредита, мес.	Процентная ставка
"Сбербанк", "Кредит под поручительство физических лиц"	3 000 000,00р.	60	20,50%
"Сбербанк", "Кредит под залог объектов недвижимости"	70% от стоимости залога (не более 10 000 000р.)	84	14,00%
"Росбанк", "Большие деньги"	3 000 000,00р.	60	21,40%
"Уралсиб", "Кредит под залог имущества"	70% от стоимости залога (не более 6 000 000 р.)	60	18,00%
"Акбарс", "Кредит под залог недвижимости"	70% от стоимости залога (не более 5 000 000 р.)	60	16,90%
"МДМ", "Залоговый стандарт"	50% от стоимости залога (не более 10 000 000 р.)	60	16,00%
"Русский Стандарт", "Миллион в кармане"	3 000 000,00р.	48	15,00%
"Возрождение", "Кредит Залоговый"	50% от стоимости залога (не более 10 000 000 р.)	60	20,00%

Первый рассматриваемый вариант - получение Заёмщиком потребительского кредита. В качестве возможных кредиторов были рассмотрены 7 крупнейших банков Санкт-Петербурга. Условия программ

потребительского кредитования, предлагаемых рассматриваемыми кредиторами, представлены в таблице 1.

По каждой программе потребительского кредитования были рассчитаны совокупные расходы Заёмщика, включающие:

- сумму начисленных процентов (рассчитывается с помощью стандартных формул финансовой математики и составления плана погашения задолженности);
- сумму дополнительных расходов, связанных с получением кредита (комиссии, стоимость договора страхования);
- плату за арендуемое жильё, пока на депозитном счёте копится необходимая сумма денег (предполагается, что стоимость квартиры может превышать максимальную сумму кредита, и, следовательно, недостающую сумму, а также, сумму дополнительных расходов, уплачиваемых одновременно, Заёмщику необходимо накопить, для чего рациональнее открыть пополняемый депозитный счёт в банке. Также предполагается, что пока Заёмщик не приобрёл личное жильё, он вынужден арендовать квартиру и ежемесячно платить арендную плату);
- «лишнюю» сумму, остающуюся после снятия средств в конце срока с депозитного счёта (разность наращенной и требуемой суммы).
- также по каждой программе потребительского кредитования были рассчитаны совокупные расходы Заёмщика с учётом инфляционного обесценивания денег.
- второй рассматриваемый вариант - получение Заёмщиком ипотечного кредита. В качестве возможных кредиторов были рассмотрены 6 крупнейших банков Санкт-Петербурга. Условия программ ипотечного кредитования, предлагаемых рассматриваемыми кредиторами, представлены в таблице 2.

По каждой программе ипотечного кредитования были рассчитаны совокупные расходы Заёмщика (аналогично случаю получения потребительского кредита) и расходы с учётом инфляционного обесценивания денег.

Третий рассматриваемый вариант - накопление суммы, необходимой для приобретения жилья, на пополняемом депозитном счёте в банке. Были рассмотрены две депозитных программы, предлагаемые ОАО «Сбербанк России» и банком «ВТБ24». Условия выбранных программ представлены в таблице 3.

По каждой депозитной программе были рассчитаны совокупные расходы Заёмщика, а также расходы с учётом инфляционного обесценивания денег, включающие:

- плату за арендуемое жильё, пока на депозитном счёте копится необходимая для приобретения квартиры сумма денег;

– «лишнюю» сумму, остающуюся после снятия средств в конце срока с депозитного счёта (разность наращенной и требуемой суммы).

Таблица 2 – Условия программ ипотечного кредитования

Программа*	Сумма кредита, р.	Срок, мес.	Первоначальный взнос	Ставка процента	
1	20 000 000	360	От 15% до 30% От 30% до 50% От 50%	13% 12,75% 12,5%	
2	45 000 000	360	От 15% до 20% От 20% до 50% От 50%	14,75% 13,95% 13,45%	
3	20 000 000	300	От 15% до 30% От 30% до 50% От 50%	13,5% 13% 12,5%	
4	20 000 000	300	0%	13,05%	
5	75 000 000	600	От 15% до 35% От 35%	12,75% 12,15%	
6	75 000 000	360	От 10% до 70%	13,05%	
7	90 000 000	600	Если менее 20%, то ставка увеличивается на 0,6%	Сумма кредита	Ставка
				до 2 млн	13,25%
				до 5 млн	12,55%
8	15 000 000	240	Если менее 35%, то ставка увеличивается на 0,6%	Сумма кредита	Ставка
				до 2 млн	13,85%
				до 5 млн	13,15%
9	90 000 000	240	От 10% до 70%	Сумма кредита	Ставка
				до 2 млн	15,25%
				до 5 млн	14,55%
10	60 000 000	300	От 10% до 20% От 20% до 40% От 40%	13,2%	
				12,7%	
				12,2%	

*где 1 - Ипотека в Сбербанке по программе "Приобретение готового жилья", 2 - Ипотека в Газпромбанке "Приобретение квартиры на вторичном рынке недвижимости", 3 - Ипотека в Россельхозбанке по программе "Ипотека", 4 - Ипотека в "Банк Москвы" по программе "Приобретение квартиры без первоначального взноса", 5 - Ипотека в "Банк Москвы" по программе "Готовое жильё", 6 - Ипотека в "Банк Москвы" по программе "Приобретение жилья на вторичном рынке", 7 - Ипотека в "ВТБ24" по программе "Покупка готового жилья", 8 - Ипотека в "ВТБ24" по программе "Победа над формальностями", 9 - Ипотека в "ВТБ24" по программе "Нецелевой ипотечный кредит", 10 - Ипотека в "Альфа-Банке" "Приобретение квартиры на вторичном рынке".

Рассмотрим различные категории граждан, дифференцированные по уровню дохода и качеству жизни, и определим для каждой категории

наиболее выгодный вариант приобретения недвижимости. Условное разделение граждан для г. Санкт-Петербурга представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Условия выбранных депозитных программ

Программа	Срок вклада	Сумма вклада, руб.	Процентная ставка
"Сбербанк", вклад «Пополняй»	36	До 100 000	6%
		До 400 000	6,1%
		До 700 000	6,25%
		До 2 000 000	6,4%
		От 2 000 000	6,6%
"ВТБ24", вклад «Телебанк»	36	До 100 000	5,9%
		До 300 000	6,2%
		До 1 000 000	6,5%
		До 5 000 000	6,65%
		До 9 500 000	6,7%
		От 9 500 000	6,75%

Таблица 4 - Условное разделение граждан на категории

Категория граждан	Стоимость жилья, руб.	Доход семьи, руб.	Плата за арендуемое жильё, р.	Доп. расходы в месяц, руб.	Стоимость залога, руб.
1. Граждане с низким уровнем жизни	1 800 000	70 000	20 000	8 000	0
2. Граждане со средним уровнем жизни	3 000 000	100 000	25 000	10 000	0
3. Граждане с уровнем жизни, выше среднего	4 000 000	140 000	30 000	20 000	3 000 000
4. Граждане с высоким уровнем жизни	6 000 000	200 000	35 000	30 000	4 000 000
5. Граждане с очень высоким уровнем жизни	8 000 000	300 000	40 000	50 000	8 000 000

Приоритетные варианты приобретения жилья для каждой категории граждан представлены в таблице 5. Совокупные расходы для каждой категории граждан по приоритетным программам представлены на рисунке 1.

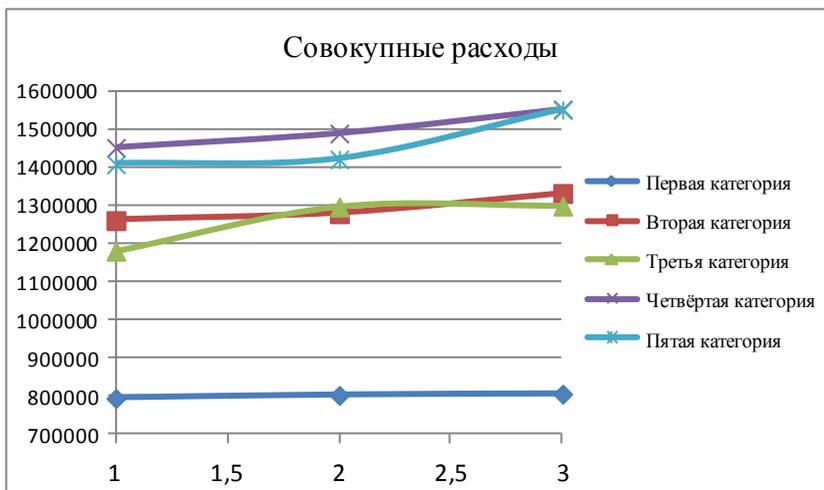


Рисунок 4 - Совокупные расходы для каждой категории граждан

Таким образом, можно сделать вывод, что для граждан с низким уровнем жизни выгоднее воспользоваться ипотечным кредитом. Минимальные расходы соответствуют программе "Приобретение готового жилья", предлагаемой ОАО "Сбербанк России". Для граждан со средним уровнем жизни выгоднее воспользоваться ипотечным кредитом. Минимальные расходы соответствуют программе "Покупка готового жилья", предлагаемой "ВТБ24". Для граждан с уровнем жизни, выше среднего, выгоднее воспользоваться потребительским кредитом (но часть суммы накопить на депозитном счёте).

Минимальные расходы соответствуют программе "Залоговый стандарт", предлагаемой "МДМ" банком. Если принимать во внимание инфляционное обесценивание денег, то наиболее выгодной окажется программа потребительского кредитования "Кредит под залог объектов недвижимости", предлагаемая ОАО "Сбербанк России". Для граждан с высоким уровнем жизни выгоднее воспользоваться потребительским кредитом (но часть суммы накопить на депозитном счёте). Минимальные расходы соответствуют программе "Залоговый стандарт", предлагаемой "МДМ" банком. Для граждан с очень высоким уровнем жизни выгоднее воспользоваться депозитной программой. Минимальные расходы соответствуют программе "Пополняй", предлагаемой ОАО "Сбербанк России".

Таблица 5 - Приоритетные варианты для всех категорий граждан

Первая категория	Совокупные расходы, руб.	Расходы с учётом влияния инфляции, р	Срок покупки квартиры, мес.
1. Ипотека в Сбербанке "Приобретение готового жилья"	794 514	600 402	69
2. Ипотека в "ВТБ24" "Покупка готового жилья"	802 589	608 229	68
3. Ипотека в Россельхозбанке "Ипотека"	805 889	611 382	68
Вторая категория			
1. Ипотека в "ВТБ24", "Покупка готового жилья"	1 261 402	875 746	77
2. Ипотека в Сбербанке, "Приобретение готового жилья"	1 279 721	901 768	79
3. Депозит в «ВТБ24», "Телебанк"	1 332 755	1 524 506	54
Третья категория			
1. Кредит в «МДМ банке», "Залоговый стандарт"	1 181 121	1 069 530	58
2. Кредит в банке "Возрождение", "Залоговый"	1 297 165	1 190 604	59
3. Кредит в «Сбербанке», "Под залог объектов недвижимости"	1 299 745	1 067 067	64
Четвёртая категория			
1. Кредит в «МДМ» банке, "Залоговый стандарт"	1 452 612	1 289 367	55
2. Кредит в банке "Возрождение", "Залоговый"	1 490 102	1 334 582	57
3. Депозит в «ВТБ24», "Телебанк"	1 553 799	1 748 790	46
Пятая категория			
1. Депозит в «Сбербанк», "Пополняй"	1 409 050	1 568 536	39
2. Депозит в «ВТБ24», "Телебанк"	1 421 956	1 581 416	39
3. Кредит в «Росбанк», "Большие деньги"	1 551 707	1 314 430	50

Если принимать во внимание инфляционное обесценивание денег, то этот способ окажется наоборот, наиболее дорогой, и выгоднее воспользоваться программой потребительского кредитования "Большие деньги", предлагаемой ОАО "Росбанк".

Библиографический список

1. Четыркин, Е.М. Финансовая математика: учебник.– М.: 2004.-400 с.
2. Бочаров П.П., Финансовая математика: Учебник. – М.: 2002.- 624 с.
3. <http://www.banki.ru>

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

E.E.Saprykina, S.V. Bulicheva

NMSTU, Magnitogorsk

THE STATISTICAL ANALYSIS OF RESIDENTIAL REAL ESTATE PURCHASE OPTIONS IN THE CITY OF ST PETERSBURG

Abstract. The article investigates the possibilities of purchasing a property in St. Petersburg and the choice of the most profitable real estate purchase options for different categories of citizens, differentiated by income level and quality of life.

Key words: consumer lending, mortgage lending, deposit, acquisition of property, expenses of the Borrower.

УДК 336.763.12/13

А.А. Смирнова, К.И. Дубовских, Г.Г. Валяева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ПО МАРКОВИЦУ ДЛЯ АКЦИЙ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ

Аннотация. В данной статье рассматривается рыночный портфель акций Российских компаний. Производится оптимизация портфеля по Марковицу, с целью уменьшения риска портфеля.

Ключевые слова: акции, рыночный портфель, оптимальный портфель, оптимизация.

Одной из основных целей инвестора является получение желаемого уровня доходности с минимальным риском. Составить оптимальный портфель возможно с помощью оптимизации по Марковицу.

Рассмотрим характеристики акций ($\overline{r_{дн}}$ - средняя дневная доходность, $r_{год}$ - годовая доходность, w – вес в портфеле в % и P цена на момент предполагаемой покупки 03.09.2013) восьми Российских компаний с 04.09.2012 по 03.09.2013, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики акций

	Магнит	Абрау Дюрсо	Дикси	КаМАЗ	ЗИЛ	Лукойл	Башнефть	Роснефть
$\overline{r_{дн}}$	0.24%	0.08%	0.08%	0.16%	0.6%	0.02%	0.05%	0.10%
$r_{год}$	61.15%	20.75%	19.8%	39.5%	152%	5.10%	13.05%	24.18%
w	12.50	12.50	12.5	12.50	12.5	12.50	12.50	12.50
P	7500	81.03	432	53.5	569	1942.5	1920	245.39

Доходность портфеля определяется как:

$$r_p = \sum w_i \cdot r_i$$

где, r_p – доходность портфеля,
 w_i – доля i -той акции в портфеле,
 r_i – доходность i -той акции.

Риск (волатильность) инвестиционного портфеля определяется с помощью дисперсии:

$$\delta_p^2 = \sum_{i=1}^n \delta_i^2 w_i^2 + \sum_i^n \sum_j^n w_i w_j \rho_{ij} \delta_i \delta_j$$

где, σ_p^2 – дисперсия доходности портфеля;

σ_i^2 – дисперсия доходности i -той акции.

Доходность портфеля, составленного из акций с равными весами, составляет 42,06%. Дисперсия портфеля равна 0.00016.

Чем больше дисперсия, тем бумага более волатильна и, значит, она более рискованна.

Коэффициент корреляции очень важен для формирования портфеля. Чем ниже коэффициент корреляции ценных бумаг, составляющих портфель, тем ниже и риск инвестиционного портфеля. Поэтому инвесторы стараются распределять свои денежные средства по принципиально разным отраслям, это гарантирует снижение риска всех инвестиций в целом.

Оптимизация портфеля по Марковицу заключается в нахождении минимального значения дисперсии[3]:

$$\delta_p^2 = \sum_{i=1}^n \delta_i^2 w_i^2 + \sum_i^n \sum_j^n w_i w_j \rho_{ij} \delta_i \delta_j \rightarrow \min$$

При заданных начальных условиях:

$$\begin{cases} \sum_i w_i = 1 \\ r^* = \sum_i w_i r_i \end{cases}$$

Построим множество оптимальных портфелей по Марковицу.

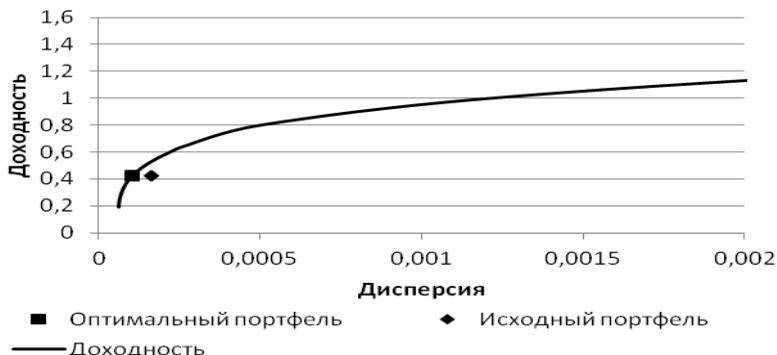


Рисунок 1 – Множество оптимальных портфелей по Марковицу

Портфели, лежащие на линии – оптимальные портфели, правее – неоптимальные, т.е. можно получить ту же доходность с меньшим риском. Портфелей, лежащих левее, не существует.

Проведём оптимизацию исходного портфеля, в предположении, что инвестор пожелает уменьшить уровень риска, при сохранении доходности.

После оптимизации получен портфель с доходностью 42,06% и дисперсией 0.0001.

Как видно из рисунка 1, после оптимизации исходного портфеля был получен портфель с той же доходностью, но с меньшим уровнем риска.

Рассмотрим структуру оптимального портфеля, представленную в таблице 2.

Таблица 2 – структура оптимального портфеля

Магнит	ЗИЛ	Дикси	Башнефть
30.25%	5.05%	2.00%	0.00%
АбрауДюрсо	Лукойл	КаМАЗ	Роснефть
32.93%	0.00%	9.21%	20.56%

Как видно из таблицы 1, в портфель не следует включать акции компаний Лукойл и Башнефть. Долю акций компаний ЗИЛ Дикси и

КаМАЗ следует уменьшить. Основную ставку следует сделать на акции компаний Магнит, Абраудюрсо и Роснефть.

Рассмотрим доходности портфелей, сформированных 03.09.2013 и проданных 30.12.2013.

Исходный портфель – 5,78%. Оптимальный портфель – 15%

Т.о. доходность оптимального портфеля за 4 месяца составила 15%, что на 9,22% больше, чем у исходного портфеля, что говорит об эффективности оптимизации по Марковицу.

Библиографический список

1. Валяева Г.Г. Ивлева А.В Липатников А.В. Оптимизация портфеля автострахования физических лиц с использованием статистических методов. Экономические, гуманитарные и правовые исследования. Сб.научн трудов ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013 с 38-41

2. Мельникова Г.Г, Галин А.А Определение стоимости ОАО «ММК» по методу дисконтированного денежного потока. Приложение математики к экономическим, техническим и педагогическим исследованиям: Межвуз. сборник научных трудов. – Магнитогорск: 2007

3. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции: Пер с англ. – М.: ИНФРА – М, 2001. – XII, 1028с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A.A. Smirnova, K.I. Dubovskikh, G.G Valyaeva

MMSTU, Magnitogorsk

CONSTRUCTING OPTIMAL PORTFOLIO BY MARKOWITZ FOR SHARES OF RUSSIAN COMPANIES

Abstract. This article discusses the market portfolio of shares of Russian companies. Made portfolio optimization by Markowitz, in order to reduce portfolio risk.

Key words: shares, the market portfolio, the optimal portfolio, optimization.

УДК 338. 262. 8

Д.Ю.Трофимов

*Магнитогорский государственный технический университет им.
Г.И Носова, ВТБ24 (ЗАО) г. Москва*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОХОДОВ БЮДЖЕТА МЕТОДАМИ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРА И КЛАССИЧЕСКИХ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

***Аннотация.** В работе проведены исследования по определению наилучших моделей для прогнозирования статей бюджета муниципального образования адаптивного характера и с использованием метода SSA («гусеница»).*

***Ключевые слова:** бюджет, классификация, адаптивные модели, анализ, сингулярный спектр.*

В настоящее время ни одна сфера жизни общества не может обойтись без анализа и прогнозирования средств оценки текущего и будущего ее состояния. Особенно важное значение имеет анализ и прогноз социально-экономического развития общества, обоснование основных направлений экономической политики, предвидение последствий принимаемых решений. Социально-экономическое прогнозирование является одним из решающих научных факторов формирования стратегии и тактики общественного развития.

Актуальность в условиях как развитой рыночной, так и переходной экономики определяется тем, что уровень предвидения процессов общественного развития обуславливает эффективность планирования и управления экономикой и другими сферами.

В основе большинства методов прогнозирования лежит анализ существующих данных за обусловленный промежуток времени, т.е. временной ряд параметров определенной статьи бюджета на некотором промежутке ретроспективы. Далее строятся модели, вид которых определяется применяемым методом.

Современная наука располагает внушительным арсеналом методов, которые позволяют учесть самые экзотические нюансы в исследуемом процессе и построить прогноз с высокой точностью, достигающей 99%. Но давая хорошие результаты на одном наборе данных, метод может «споткнуться» на другом. В данной работе приводится обзор методов, успешно примененных автором для прогнозирования экономических процессов, в частности – доходов бюджета.

Бюджет любого муниципального образования формируется в соответствии с кодами бюджетной классификации доходов бюджетов

Российской Федерации. Таким образом, в независимости от географического местоположения или исторических особенностей конкретного муниципалитета принципы бюджетирования остаются неизменными.

Однако, для построения временного ряда без пропущенных значений и нужной длины нам необходимо, чтобы определенные статьи бюджета не подвергались переклассификации в глубине ретроспективы равной 10-12 лет (40-48 поквартальных значений). Именно такая длина позволит «обучить» адаптивные модели для построения качественного прогноза.

На основании вышеназванных ограничений был сформирован список следующих статей:

- 1) налог на доходы физических лиц;
- 2) единый налог на вмененный доход для отдельных видов деятельности;
- 3) налог на имущество физических лиц;
- 4) земельный налог;
- 5) государственная пошлина;
- 6) доходы от использования имущества, находящегося в государственной и муниципальной собственности;
- 7) платежи при пользовании природными ресурсами;
- 8) доходы от оказания платных услуг и компенсации затрат государства;
- 9) доходы от продажи материальных и нематериальных активов;
- 10) дотации;
- 11) субсидии;
- 12) субвенции.

Доля данных статей в 2013 году в муниципальном образовании города Магнитогорска составляла почти 100% в общем объеме совокупных доходов бюджета.

Обратимся к конкретным методам прогнозирования, применяемых в данном исследовании. Классические статистические методы позволяют отразить тенденцию изменения показателя в заданном историческом диапазоне и учесть её при оценке показателя в прогнозном периоде.

Простейшим представителем таких методов является линейная аппроксимация, которая позволяет выявить постоянную составляющую изменения показателя. Такой метод применяется довольно редко, т.к. в исследуемом процессе часто наблюдаются сезонные колебания (например, поквартальные значения в течение года) и экспоненциальное изменение усреднённой амплитуды показателя.

Здесь на выручку приходят методы скользящей средней и экспоненциального сглаживания, которые учитывают не только глобальное изменение показателя на всём историческом диапазоне, но и

текущие изменения за последние один, два или три периода. Таким образом, осуществляется корректировка прогнозного значения на основе данных о последних изменения показателя.

Сезонную составляющую процесса может учесть модель Хольта-Уинтерса, которая основана на методах экспоненциального сглаживания. Линейная компонента процесса умножается на коэффициент сезонности, который характеризует относительное отклонение показателя от линейной тенденции роста.

Поэтому модель Хольта-Уинтерса называют мультипликативной моделью с линейным ростом. При корректно заданном сезонном цикле и сохранении тенденций процесса в прогножном периоде данная модель может показывать очень высокие результаты. Если выполнить логарифмирование исходных значений, то можно привлечь аддитивный аналог модели Хольта-Уинтерса – модель Тейла-Вейджа, которая также позволяет получать высокие результаты. Однако такие модели очень чувствительны к изменению тенденций в историческом и тем более в прогножном диапазоне.

Выбор наилучших моделей, мы проводили на основании минимальных значений среднеквадратической, абсолютной и относительной ошибок отклонения, а также максимальных значений коэффициентов детерминации. Далее «обученные» модели мы тестировали на реальных данных согласно отчетов по исполнению бюджета за соответствующие периоды 2013 г. и соотносили среднеквартальные отклонения, полученные по официальной методике прогнозирования и нашими прогнозными значениями.

В результате по пунктам 2, 4, 7 и 12 результаты наших исследований были лучше, чем по официальной методике. Особо хочется отметить, что суммарная доля данных статей в общем объеме доходов превышает 75%.

С приведёнными выше достоинствами сезонных моделей мы отмечаем существенный недостаток, который состоит в необходимости постоянного присутствия эксперта для выявления цикличности процессов и вмешательства внешних факторов. Такое выявление можно частично автоматизировать с помощью методов спектрального анализа и метода «гусеница». Спектральный анализ позволяет выявить циклическую составляющую процесса и отсеять шумы. Метод «гусеница», на западе имеющий название

«Спектральный сингулярный анализ» позволяет выявить не только циклические компоненты ряда, но и отметить детерминированные составляющие, часть которых могут являться внешним вмешательством в процесс.

По аналогии с классическими моделями мы провели анализ результатов, полученных при прогнозировании методом Singular

Spectrum Analysis («Гусеница», SSA). В результате по пунктам 2, 4 и 6 результаты наших исследований были лучше, чем по официальной методике. Однако, что суммарная доля данных статей в общем объеме доходов составляет лишь около 40%. Этот показатель является не приемлемым в нашем исследовании.

И только совокупность вышеприведённых методов может лечь в основу аналитических блоков региональной информационно-аналитической системы внешнего финансового контроля финансовых и экономических подразделениях муниципальных образований.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

D.Y. Trofimov

NMSTU, Magnitogorsk, VTB24, Moscow

COMPARATIVE ANALYSIS OF FORECASTING REVENUE BUDGET BY SINGULAR SPECTRUM AND CLASSICAL ADAPTIVE MODEL

Abstract. The work carried out studies to determine the best models for predicting articles municipal budget adaptive nature and using the SSA («caterpillar»).

Keywords: budget, classification, adaptive models, analysis, singular spectrum.

УДК 519.23:655.2

В.Ш. Трофимова

ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск

Е.В. Азовцев

ООО «ММК-Информсервис», г. Магнитогорск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ ПЕЧАТИ ДОКУМЕНТОВ

Аннотация. В связи с предполагаемым внедрением ООО «ММК-Информсервис» системы централизованной печати документов, возникла необходимость статистической оценки потока заданий на распечатку и выяснения оптимального количества и вида МФУ на каждом этаже офисных зданий. Для решения поставленной задачи была проанализирована собранная статистическая информация об активности печати документов за несколько месяцев и построена модель системы массового обслуживания, описывающая процесс печати документов. На

основе построенной модели определено оптимальное количество, вид и место размещение МФУ, что позволит существенно экономить на распечатке и не создавать затруднений для сотрудников в виде очередей к централизованным МФУ.

Ключевые слова: система массового обслуживания, очередь, время пребывания в очереди, скорость печати документов, МФУ, ООО «ММК-Информсервис».

Снижение издержек на вспомогательные бизнес – процессы, такие как делопроизводство – одна из наболевших проблем любого предприятия, особенно это актуально для крупного предприятия, с разветвленной структурой и сложной системой документооборота. Издержки, связанные с распечаткой документов нелегко снизить не изменив привычную систему организации процесса печати, когда в каждом кабинете офисных зданий стоит по нескольку принтеров, возможно разных моделей и фирм – производителей, со специфическими расходными материалами, за обслуживание, ремонт и закуп расходных материалов для которых отвечают разные подрядные организации. Не оценивается степень загруженности этих устройств, не оптимизируется процесс их обслуживания. И как следствие стоимость печати одного листа доходит до 4 рубле за черно-белый и до 20 рублей за цветной отпечаток.

Существует выход из сложившейся ситуации – организовать централизованный процесс распечатывания документов на более мощных и экономичных МФУ, печать и копирование на которых будет доступно всем пользователям с возможностью авторизации, отложенной печати и централизованного управления выводом на печать. Обслуживанием, ремонтом и бесперебойным оснащением расходными материалами этих устройств будет заниматься одна организация, что позволит снизить стоимость печати от 20 до 60%.

В связи с чем возникает задача определения оптимального количества печатающих устройств с определенными характеристиками работы на каждом этаже офисных зданий. С одной стороны, их не должно быть мало, что бы не возникали очереди из сотрудников, с другой стороны, чрезмерное количество сведет на нет все усилия, направленные на экономию средств, расходуемых на печать документов.

Для решения поставленной задачи нужно оценить поток заданий, отправленных на печать. Для этого в течение нескольких месяцев собиралась статистика по отправленным на печать заданиям, порядка миллиона записей. В собранной статистике отражена информация с какого компьютера в какой момент и какие листы (черно-белый, цветной, односторонний, двухсторонний, формат А4 или А3) посланы на печать.

Для моделирования процесса печати наилучшим образом подходит модель системы массового обслуживания. Для её реализации необходимо по статистической информации оценить интенсивность входящего потока заданий на печать и скорость обслуживания заданий на новых МФУ. Предварительно необходимо провести первичный статистический анализ и выявить тенденции в активности печати, если они есть.

На примере печати 4 этажа административного здания (рис.1) можно отметить, что 99% страниц посланных на печать за 10 месяцев (с 01.05.2013 по 01.03.2014) формата А4, из них А4BWS (черно-белая с одной стороны) – 86%, А4CS (цветная с одной стороны) – 10% и 2% А4BWD (черно-белая с двух сторон). Поэтому учитывать все 8 потоков различных типов печати нет смысла.

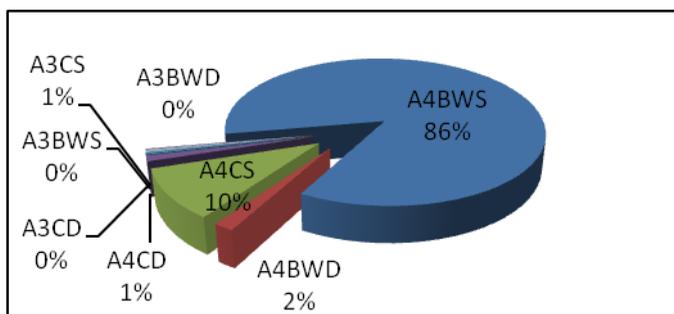


Рисунок 1 - Структура печати 4 этажа

Если анализировать активность печати по показателю «количество заданий на печать» и смотреть часовой, недельный и месячный профили, то можно сделать следующие выводы:

- самыми активными часами в течение дня (рис.2) являются 10 и 13-15 часов (до и после обеденных перерывов), около 75 заданий в среднем за час, из них ок. 65 заданий по черно-белой односторонней печати формата А4;
- самым активным днем недели является понедельник, 58 заданий в час по понедельникам в среднем; самыми нагруженными днями месяца являются 7 и 9 числа, порядка 60 заданий в час на эти даты;
- самыми загруженными месяцами были июль и октябрь 2013, около 17000 заданий за месяц (рис. 3). проверка гипотезы о случайности ряда из 10 точек - суммы заданий за месяц по критерию серий не отвергается, т. е. тренд отсутствует.

Данные по этим месяцам будут использоваться в дальнейшем для статистического описания временного интервала между заданиями входящего потока требований на печать по 4 этажу.

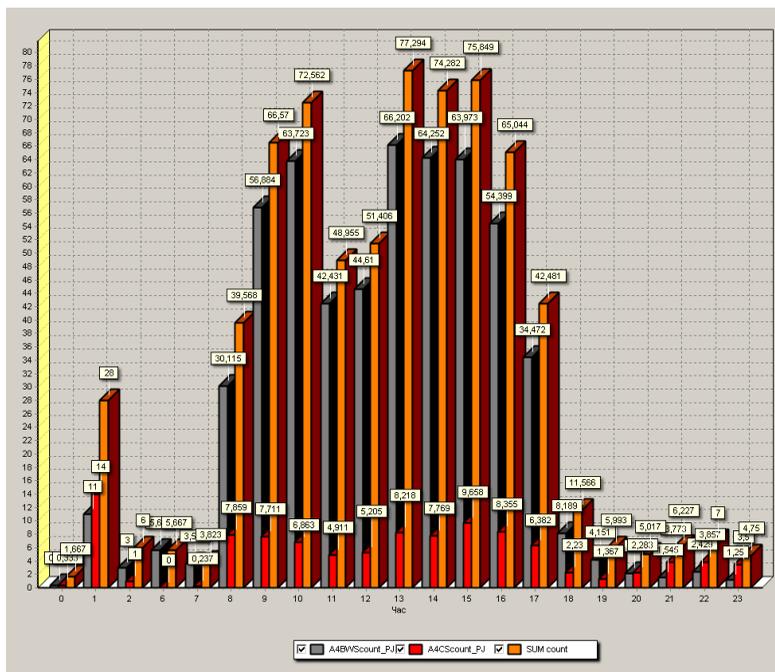


Рисунок 2 - Количество заданий на печать в час (sum count), заданий по черно-белой односторонней печати формата А4 (А4BWS) и цветной односторонней печати (А4CS) в среднем в каждый час суток

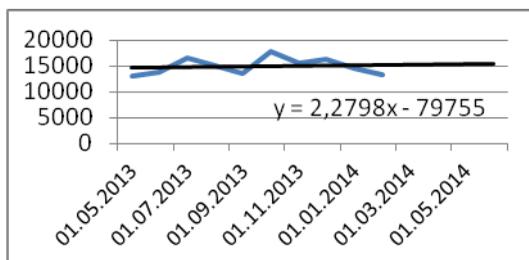


Рисунок 3 - Динамика суммы заданий на печать за месяц

Если анализировать активность печати по показателю «количество страниц на печать», можно сделать вывод о схожести тенденций:

- отсутствует тренд в помесячных сумах страниц на печать;
- самыми активными часами в течение дня является 10 утра, около 230 страниц в среднем за час;

- самым активным днем недели является понедельник и четверг 190 страниц в час;
- самым нагруженными днём месяца является 5 число, порядка 265 листов в час на эту дату (рис. 4);
- за весь период с 01.05.2013 по 01.03.2014 самые активные по количеству страниц месяцы июль и ноябрь 2013 – около 57 000 страниц за месяц.

Поэтому эти месяцы целесообразно использовать для описания длительности обслуживания заданий 4 этажа, учитывая нижеследующие характеристики МФУ(таб. 1).

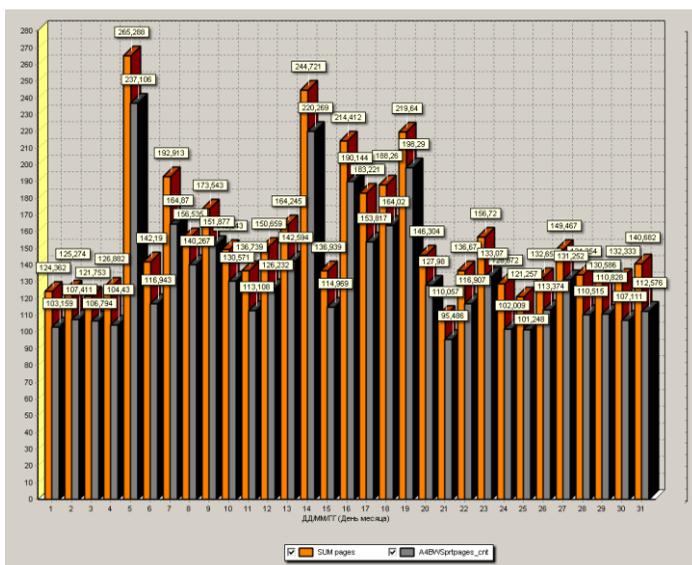


Рисунок 4 - Количество страниц на печать в час (sum pages), страниц черно-белой односторонней печати формата А4 (А4ВWS) в среднем за разные дни месяца

Таблица 1 - Характеристики МФУ

Модель устройства	Время выхода первой копии (секунд)		Скорость печати (секунд на лист)			
			A4	A4	A3	A3
	BW	C	S	D	S	D
Aficio MP C2003SP	5,5	7,7	3	6	4	8
Aficio MP C3003SP	4,6	7,1	2	4	3	6
Aficio MP 2553SP	4,2	-	2,4	4,8	3,33	6,66

В итоге, проанализировав подобным образом активность печати на остальных этажах, выявили периоды, которые следует использовать для оценки параметров СМО.

Как известно [2], наиболее распространённый тип входящего потока требований – это простейший поток, который обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия. В данном случае, возможно нарушается только свойство стационарности, т.к. количество заданий на печать зависит от времени: в утренние и вечерние часы – меньше, в обеденные – больше. Тем не менее, для пуассоновского потока могут быть получены так же удовлетворительные результаты. При этом время между соседними поступающими заданиями на печать должно быть распределено по экспоненциальному закону распределения с параметром λ .

Оценка интенсивности входящего потока заданий на печать

Для того, что бы оценить интенсивность входящего потока, необходимо знать параметр экспоненциального распределения, которое не противоречит опытным данным из выборки об интервалах между заданиями на печать. Входящий поток оценивается интенсивностью λ - количеством поступивших заявок за единицу времени, это количество есть обратная величина к генеральной средней величине интервалов между заданиями $\lambda = 1/\theta_0$, т.е. θ_0 - параметр экспоненциального распределения, функция плотности которого имеет вид:

$$f(x; \theta_0) = \frac{1}{\theta_0} e^{-\frac{x}{\theta_0}}.$$

Прежде чем приступить к оцениванию параметра распределения, необходимо провести очистку и предобработку данных об интервалах между заданиями на печать. Например, как было выяснено ранее, на 4 этаже самыми загруженными периодами являются июль и октябрь 2013. Поэтому данные по этим месяцам были взяты для подбора закона распределения. Выборка составила 33 927 записей о посланных на печать заданиях с 7.00 до 18.00 каждого рабочего дня, ночные часы не использовались по причине нехарактерно низкой загрузки, хотя задания на печать отсылались и ночью. Добавлен столбец, вычисляющий разницу в секундах между соседними заданиями. Удалены записи, соответствующие последнему заданию за текущий рабочий день (54 записи за 2 месяца).

С помощью инструментов аналитической платформы Deductor 5.3 в данных были выявлены 103 дубликата, т.е. строк с абсолютно

одинаковыми полями и 251 противоречие, т.е. строк различающимися только по полю ID пользователя или кабинет, т.е. ситуация когда в нескольких записях отражены одинаковые задания, посланные на печать с разных компьютеров в одну и ту же секунду. Исходя из специфики данных, дублирующие строчки были просуммированы, т.к. это посланные на печать несколько экземпляров одного документа, а противоречивые записи оставлены все, т.к. это случаи работы факс – сервера, который одновременно рассылает нескольким адресатам документ и автоматически посылает его на печать. Таким образом, в выборке осталось 33 819 заданий.

Как видно из рис. 5, время между заданиями имеет аномальные выбросы, практически все значения 99,6% находятся в интервале до 844 секунд.

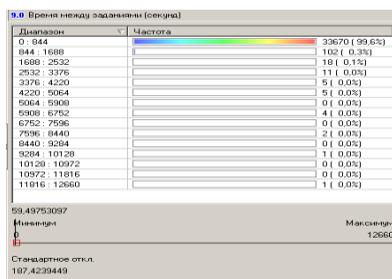


Рисунок 5 - Статистика времени между соседними поступающими заданиями на печать

Поэтому для точного определения оценки параметра необходимо предварительно очистить выборку. В данном случае была выбрана замена на среднее значение значения выбросов (3 стандартных отклонений от среднего) и экстремальных значений (5 стандартных отклонений от среднего) для временного интервала между заданиями на печать.

Далее выдвигается гипотеза H_0 о том, что временной интервал между заданиями на печать распределен по показательному закону с параметром $\theta_0 = \bar{x} = 42,8$, оцененным по очищенной выборке.

Гипотезу о соответствии теоретическому закону распределения можно проверить критерием согласия Колмогорова, в котором в качестве меры расхождения между теоретическим и эмпирическим распределениями рассматривают максимальное значение абсолютной величины разности между эмпирической функцией распределения $F_n(x)$ и соответствующей теоретической функцией распределения

$$D = \max |F_n(x) - F(x)|.$$

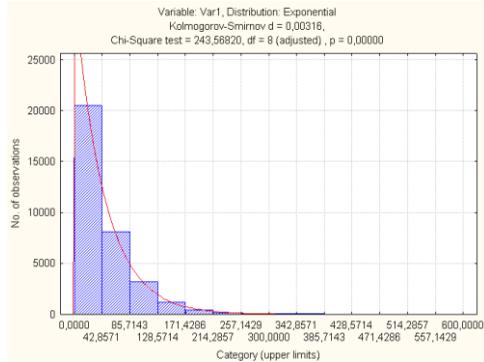


Рисунок 6 - Подбор распределения для временного интервала между заданиями на печать

Однако данный классический критерий Колмогорова предназначен для проверки простых гипотез, т.е. если проверяется гипотеза о согласии наблюдаемой выборки с законом, все параметры которого известны. Таким образом, критерий Колмогорова является свободным от распределения: неважно, с каким законом проверяется согласие. Если проверяемая гипотеза справедлива, предельным распределением статистики Колмогорова является распределение Колмогорова $K(\lambda)$.

$$\forall \lambda > 0: \lim_{n \rightarrow \infty} P(\sqrt{n} D_n \leq \lambda) = K(\lambda) = \sum_{i=-\infty}^{i=+\infty} (-1)^i e^{-2i^2 \lambda^2}.$$

Всё меняется при проверке сложных гипотез, когда по анализируемой выборке оцениваются параметры теоретического закона, согласие с которым проверяется. Как раз эта ситуация имеет место в рассматриваемом случае. При проверке сложных гипотез свобода от распределения теряется. При проверке сложных гипотез и справедливости проверяемой гипотезы распределения статистик непараметрических критериев согласия (и критерия Колмогорова) зависят от ряда факторов: от вида наблюдаемого закона, соответствующего проверяемой гипотезе; от типа оцениваемого параметра и числа оцениваемых параметров; в некоторых случаях от конкретного значения параметра (например, в случае семейств гамма- и бета-распределений); от метода оценивания параметров. Различия в предельных распределениях той же самой статистики при проверке простых и сложных гипотез настолько существенны, что пренебрегать этим ни в коем случае нельзя. [1]

При проверке сложных гипотез, когда скалярный или векторный параметр закона распределения вероятностей вычисляется по той же

выборке, непараметрические критерии согласия Колмогорова, Крамера-Мизеса-Смирнова и Андерсона-Дарлинга теряют свободу от распределения.

В работе [1] приводятся уточненные результаты (таблицы процентных точек и модели распределений статистик) для непараметрических критериев согласия при проверке сложных гипотез относительно ряда законов распределения в случае использования оценок максимального правдоподобия.

По методу максимального правдоподобия оценкой параметра θ_0 экспоненциального распределения является среднее выборочное значение: $\theta_0 = \bar{x}$.

Проверим гипотезу H_0 по критерию Колмогорова: $D_n = 0,00316$; $\lambda = \sqrt{n}D_n = \sqrt{33819} \cdot 0,00316 = 0,5811$; $\lambda_{кр} = 1,094$; (это уточненная верхняя процентная точка при уровне значимости 0,05 из таблицы в [1] для непараметрических критериев согласия при проверке сложных гипотез). Поскольку $\lambda < \lambda_{кр}$, то считают, что гипотеза H_0 не противоречит опытным данным.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что задания на печать на четвертом этаже подчиняются экспоненциальному закону распределения с параметром $\theta_0 = 42,8$ секунд. И соответственно поступают с интенсивностью $\lambda = 60/\theta_0 = 1,4019$ заданий/минуту.

Аналогичным образом осуществляется проверка гипотез на других этажах. В итоге, получили: интенсивность входящего потока заданий на печать на 1 этаже - $\lambda_1 = 1,4081$; на 2 этаже - $\lambda_2 = 2,3781$; на 3 этаже - $\lambda_3 = 1,2573$; на 4 этаже - $\lambda_4 = 1,4019$.

Оценка интенсивности обслуживания заданий на печать новыми МФУ

Для определения скорости работы обслуживающих устройств в СМО (в данном случае – это МФУ), необходимо оценить параметр экспоненциального распределения для случайной величины – времени печати задания каждым из устройств.

Это время вычислялось на основе данных о скорости печати новых МФУ, которые предполагается установить в холлах этажей офисных зданий (таб.1) и данных о количестве и качестве посланных на печать листов (черно-белый, цветной, односторонний, двухсторонний, формат А4 или А3).

Данные предварительно были очищены. В данном случае встречались записи с нулевым количеством листов, но они засчитывались как задания, на которые было затрачено время на прогрев принтера (минимум 4,2 сек), но на самом деле такие задания не печатались, поэтому они были удалены из массива данных.

Как и в предыдущем случае, оценивая распределение случайной величины – время печати первым принтером Aficio MP C2003SP (рис. 7), можно заметить наличие выбросов и экстремальных значений, которые требуют преобработки.

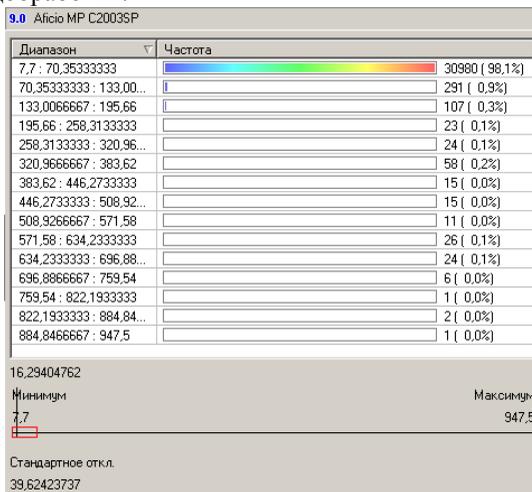


Рисунок 7 - Статистика времени обслуживания задания принтером Aficio MP C2003SP

Аналогичная ситуация со временем печать на остальных принтерах. Для очистки данных был выбран тот же способ замены на среднее значение значения выбросов (3 стандартных отклонений от среднего) и экстремальных значений (5 стандартных отклонений от среднего) для времени печати на Aficio MP C2003SP и на Aficio MP C3003SP. А для времени печати на Aficio MP 2553SP предварительно удалены 4343 (13,7%) задания на цветную печать, поскольку у этой модели принтера нет возможности цветной печати. Значение времени печати цветного листа для него было выставлено 10000 сек, с целью последующего удаления этих заданий. И только затем проведена преобработка выбросов и экстремальных значений - замена на среднее значение.

Для всех трех МФУ критерий согласия Колмогорова-Смирнова подтверждает гипотезу H_0 , что время печати распределено по показательному закону с параметрами $\theta_1 = 11,77$ сек; $\theta_2 = 8,92$ сек и $\theta_3 =$

9,01 сек соответственно, оцененными по очищенной выборке. Соответственно интенсивности обслуживания трех типов МФУ равны $\mu_1 = 5,0979$; $\mu_2 = 6,7231$; $\mu_3 = 6,6606$ заданий/мин. Аналогично рассчитываются параметры СМО для других этажей (таб.2).

Таблица 2 - Интенсивности входящего потока и обслуживающих устройств

Этаж	Интенсивность входящего потока требований, заданий на печать/мин λ	Скорость обслуживания заданий на печать МФУ, заданий/мин		
		Aficio MP C2003SP μ_1	Aficio MP C3003SP μ_2	Aficio MP 2553SP μ_3
1 этаж	1,4081	5,4628	7,1776	7,3265
2 этаж	2,3781	5,5328	7,2274	7,3992
3 этаж	1,2573	5,7083	7,4595	7,4505
4 этаж	1,4019	5,0977	6,7265	6,6593

Моделирование процесса печати

Зная интенсивности входящего потока и обслуживающих устройств, можно вычислить характеристики работы СМО: вероятность того, что все обслуживающие устройства свободны; среднее число занятых/простаивающих устройств; коэффициент занятости и простоя системы; абсолютная и относительная пропускная способность системы; среднее число требований в очереди/в системе; среднее время ожидания требования в очереди/в системе. В данном случае используется модель одноканальной или многоканальной СМО (в случае использования нескольких МФУ на каждом этаже) с ожиданием.[2]

Поскольку интенсивность обслуживания у МФУ разная, то в случае установки нескольких устройств, для расчетов используется арифметическая средняя интенсивностей всех используемых устройств. Рассмотрим различные варианты СМО (таб.3).

На остальных этажах, судя по данным таб. 2, ситуация не принципиально отличается от рассмотренного четвертого этажа. А именно, скорость обслуживания любого типа МФУ в несколько раз превышает интенсивность входящего потока требований. Таким образом, рекомендуется каждый этаж комплектовать одним или двумя МФУ по усмотрению администрации, из соображений минимизации времени ходьбы из каждого кабинета до устройства.

Таблица 3 - Варианты комплектования 4 этажа и характеристики СМО

№	Вариант комплектования 4 этажа	Коэффициент занятости (уровень загруженности системы),%	Коэффициент простоя, %	Среднее число требований в очереди, чел.	Среднее время пребывания требования в очереди, мин
1	Aficio MP C2003SP	27,5	72,5	0,1043	0,0744
2	Aficio MP C3003SP	20,85	79,15	0,0549	0,0392
3	Aficio MP 2553SP	21,0	79,0	0,0561	0,04
4	Aficio MP C2003SP 2 шт	13,75	86,25	0,0053	0,0038
5	Aficio MP C3003SP 2 шт	10,43	89,57	0,0023	0,0016
6	Aficio MP C2003SP и Aficio MP C3003SP	11,86	88,14	0,0034	0,0024
7	Aficio MP C2003SP и Aficio MP 2553SP	11,92	88,08	0,0034	0,0024
8	Aficio MP C3003SP и Aficio MP 2553SP	10,47	89,53	0,0023	0,0016

Заключение

Таким образом, моделирование позволило выяснить математически обоснованное, оптимальное количество печатных устройств, которыми предполагается комплектовать каждый этаж, оценить степень их загруженности при существующей активности печати, найти вероятности образования очереди, среднее количество требований в очереди и пр. Дополнительная ценность этих сведений в том, что они получены не прибегая к реальным экспериментам, что экономит средства предприятия.

Если ориентироваться на средние показатели активности печати каждого этажа, то одно устройство на этаже справится с нагрузкой. Дополнительное МФУ имеет смысл установить если не допустимо образование очереди на печать в часы пиковой нагрузки системы (период до и после обеденных перерывов, отчетов и пр.).

Для более детального анализа ситуации рекомендуется провести имитационное моделирование работы системы.

Библиографический список

1. Лемешко, Б.Ю. Модели распределений статистик непараметрических критериев согласия при проверке сложных гипотез с использованием оценок максимального правдоподобия. Ч. I [статья]: / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко. – Измерительная техника. Новосибирск: НГТУ. 2009. № 6. – С.6-11. УДК 519.24

2. Экономико-математическое моделирование [Текст]: Учебник / Абланская Л.В., Бабешко Л.О. и др.; под ред. И.Н.Драгобыцкого. – 2-е изд., стереотип. – М.: «Экзамен», 2006. – 798[2] с. (Серия «Учебник для вузов») - ISBN 5-472-01573-1.

3. Трофимова В.Ш., Астратова Е.В., Рыбакова А.М. Использование экономико-математических моделей для анализа эффективности работы контактного центра ОАО «МТС». //Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – Новосибирск: Издательство: ООО "Центр развития научного сотрудничества", 2011. № 7. С. 434-439.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

V.Sh. Trofimova

NMSTU, Magnitogorsk,

E.V. Azovtsev

LTD MMK-Informservis, Magnitogorsk

THE USE OF MODELS OF QUEUEING SYSTEM

TO EVALUATE THE ACTIVITY OF PRINTING DOCUMENTS

Annotation. In connection with the proposed introduction LTD MMK-Informservis the system of centralized printing documents, the need statistical estimation of the flow of jobs to print out and to determine the optimal number and type of multifunction print devices on each floor office buildings. To solve this problem was analyzed the collected statistical information about the activity of printing documents for several months and built a model of queueing system, describing the process of printing of documents. On the basis of the constructed model the optimal quantity, type and placement of the multifunction print devices, which will significantly save on printing and not to create difficulties for the employees in queues to centralized multifunction print devices.

Keywords: queueing system, queue, time of stay in the queue, speed of printing documents, multifunction print devices, LTD MMK-Informservis

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ЖИЛЬЯ ДЛЯ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ ПОЖАРОВ

***Аннотация.** В статье рассматривается методика применения стохастической модели управления запасами для определения оптимального количества жилья для лиц, пострадавших от пожаров. В качестве исходных данных использована информация о количестве уничтоженного жилья в районах города Пензы и муниципальных образованиях Пензенской области. После анализа этих данных с помощью стохастической модели управления запасами было определено оптимальное количество жилья, которое должно находиться в резерве у муниципалитета, для предоставления лицам, пострадавшим от пожаров. Также были определены предельные размеры штрафа (потерь) в случае отсутствия жилищного резерва.*

***Ключевые слова:** прогнозирование, чрезвычайные ситуации, пожар, стохастическая модель управления, запасы.*

Современный этап развития нашего общества характеризуется постоянным ростом различного вида угроз, основными из которых для крупных городов, населенных пунктов и предприятий и поньше являются пожары. Рост этажности зданий и сооружений, создание супермаркетов и крупных торговых центров с массовым пребыванием людей, качественное и количественное развитие транспорта, рост энергонасыщенности объектов с одной стороны ведут к улучшению качества жизни, а с другой - увеличивается число пожаров и ЧС, и как следствие - рост числа жертв, пострадавших и увеличение материального ущерба.

Особенно актуальной является проблема предоставления жилья лицам, потерявшим его в результате пожаров. Необходимо сформировать резерв жилья муниципалитета из-за большого количества нуждающихся. В статье определяется оптимальная величина этого резерва и предельные размеры штрафа (потерь) в случае отсутствия жилищного резерва.

Этот вопрос является важным для всех регионов России, но мы рассматриваем в качестве примера Пензенскую область.

Ежегодно в районах Пензы и Пензенской области происходят пожары, одним из последствий которых является полное уничтожение жилых зданий.

По официальным данным, за период с 1998 г. по 2013 г. на территории Пензенской области произошло 33237 пожара. За этот период количество уничтоженного жилья равняется 12288. Рассмотрим динамику количества пожаров и количества уничтоженного жилья на территории Пензенской области за указанный период.

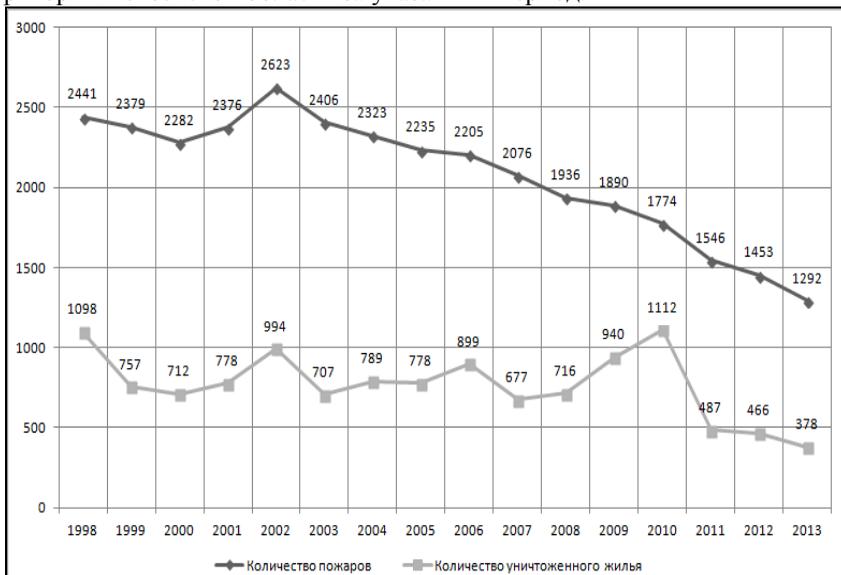


Рисунок 1 – Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Пензенской области с 1998 г. по 2013 г.

Как видно на рисунке 1, с 2002 г. (2623 пожара) количество пожаров в Пензенской области постепенно уменьшается. В 2013 году этот показатель составил 1292. Сокращение произошло на 51 % (в 2 раза) по сравнению с 2002 г. Количество уничтоженного жилья существенно сократилось в последние три года. В 1998 году было уничтожено 1098 здания, в то время как в 2013 году уровень разрушений снизился на 65% и составил 378 зданий.

Наибольшее количество пожаров случилось в Октябрьском районе города, на его долю приходится 9 % от всех пожаров по Пензенской области (2984 пожара за указанный период). Динамика количества пожаров в Октябрьском районе г. Пензы представлена на рисунке 2.

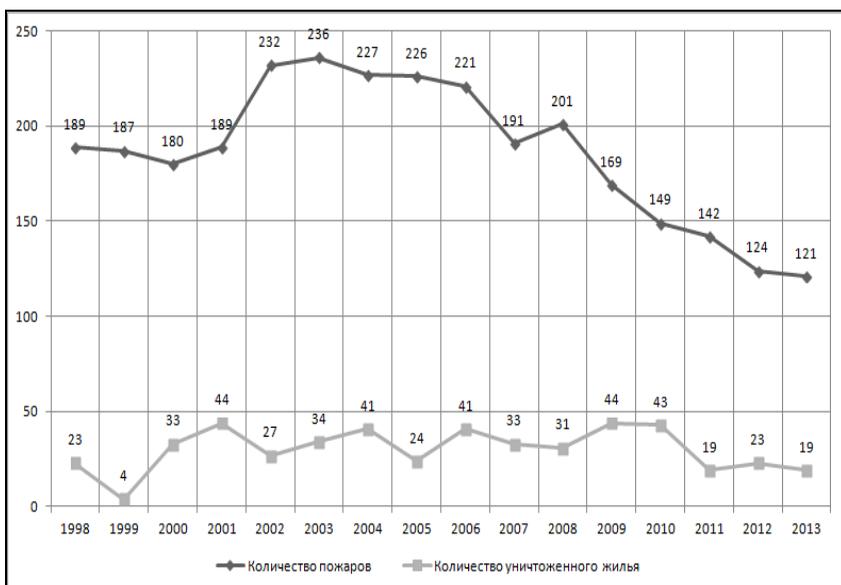


Рисунок 2 - Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Октябрьского района г. Пензы с 1998 г. по 2013 г.

С 1998 г. по 2003 г. наблюдалось увеличение количества пожаров, но с 2003 года величина данного показателя пошла на спад. В итоге количество пожаров в 2013 г. составило 51 % от уровня 2003 г., в котором случилось 236 пожаров. Динамика количества уничтоженного жилья существенно не менялась на протяжении рассматриваемого периода. Выделяется лишь 1999 год, когда было уничтожено всего 4 здания. Несколько раз количество уничтоженного жилья превышало цифру 40. Это наблюдалось в 2001, 2004, 2006, 2009 и 2010 годах.

Рассмотрим динамику количества пожаров в районах Пензенской области на примере Башмаковского района. В период с 1998 г. по 2013 г. в этом районе произошло 811 пожаров, что составило 2,5 % от всего количества пожаров по Пензенской области. На рисунке 3 можно увидеть динамику количества пожаров и количества уничтоженного жилья за указанный период.

Как видно из рисунка 3, существенный спад количества пожаров начался с 2002 г., в котором величина данного показателя составила 78 пожаров. В 2013 г. произошло 24 пожара, что составило 31 % от уровня 2002 г. Проанализируем динамику количества уничтоженного жилья. С 2008 года началось снижение и в 2013 году был достигнут самый низкий уровень уничтожений, равный 8 зданиям. Такой же уровень был

зафиксирован в 2007 году. Аналогичная картина наблюдается и в других городских и сельских районах области.

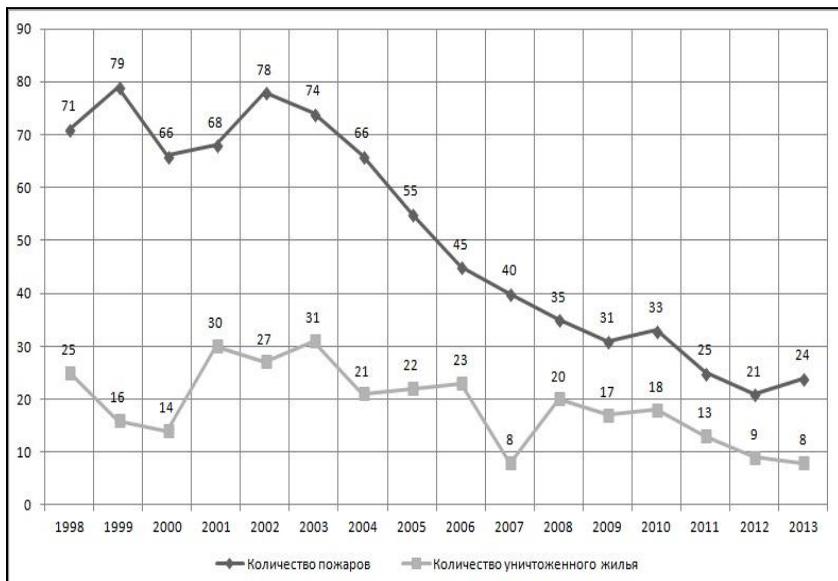


Рисунок 3 - Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Башмаковского района с 1998 г. по 2013г.

В современных условиях пожары остаются весьма серьезной угрозой для экономики, являясь причиной колоссальных убытков. Ежегодно большое количество людей в Пензе, в районах области страдают от пожаров, теряя жилье.

Муниципалитеты обязаны предусмотреть такие ситуации и сформировать жилищный резерв для предоставления жилья лицам, потерявшим его в результате пожаров. Считая, что муниципалитету надо предоставить в таких случаях однокомнатные квартиры площадью 30 кв. м. Были проанализированы данные о количестве сгоревшего жилья в районах Пензы и Пензенской области в период с 1998 года по 2013 год для того, чтобы спрогнозировать оптимальное количество квартир, которое должно находиться в резерве муниципалитета.

Покажем методику определения оптимального количества жилья (однокомнатная квартира площадью 30 кв. м.), которое должно находиться в жилищном фонде муниципалитета, на примере Октябрьского района города Пензы и Башмаковского района Пензенской области.

Для этого воспользуемся стохастической моделью управления запасами, у которой спрос является случайным.

Спрос r (количество квартир в резерве) за интервал времени T (1998-2013 гг.) является случайным, задан его ряд распределения $p(r)$ (статистические данные о количестве сгоревшего жилья).

По результатам проведённого исследования выявлено, что стоимость коммунальных услуг (в расчёте на однокомнатную квартиру в Октябрьском районе г. Пензы) составляет 2500 рублей, в то время как её аренда составляет 10000 рублей. Если спрос r ниже уровня запаса s , то хранение излишка квартир требует затрат c_1 (2500 руб.), если спрос r выше уровня запаса s , то это приводит к штрафу за дефицит c_2 (10000) за аренду каждой квартиры. В качестве функции суммарных затрат, являющейся в стохастических моделях случайной величиной, рассматривают ее среднее значение или математическое ожидание:

$$C(s) = c_1 \sum_{r=0}^s (s-r)p(r) + c_2 \sum_{r=s+1}^{\infty} (r-s)p(r) \quad (1)$$

Задача управления запасами состоит в отыскании такого запаса s , при котором математическое ожидание суммарных затрат принимает минимальное значение. При дискретном случайном спросе r математическое ожидание суммарных затрат минимально при запасе s_0 , удовлетворяющем неравенствам:

$$F(s_0) < \rho < F(s_0 + 1), \quad (2)$$

где:

$F(s) = p(r < s)$ есть функция распределения спроса r ,

$F(s_0)$ и $F(s_0 + 1)$ – ее значения,

$\rho = \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ - плотность убытков из-за неудовлетворенного спроса.

Имеются данные о частоте уничтожения жилья во время пожара в Октябрьском районе г. Пензы в период с 1998 по 2013 годы (таблица 1).

Определим оптимальное число квартир в жилищном резерве муниципалитета. По условиям $c_1 = 2500$ рублей, а $c_2 = 10000$ рублей. Вычислим плотность убытков из-за нехватки квартир в жилищном резерве по формуле:

$$\rho = \frac{c_2}{c_1 + c_2} = \frac{10000}{2500 + 10000} = 0,8$$

Учитывая найденные значения функции распределения $F(s)$ определим оптимальный запас.

Очевидно (таблица 1), что оптимальный запас составит $s_0 = 41$, ибо он удовлетворяет неравенству $F(41) < \rho < F(42)$.

Таблица 1 - Данные о частоте уничтожения жилья во время пожара

Количество уничтоженного жилья (r)	14	19	23	24	27	31	33	34	41	42	43	44
Статистическая вероятность потребности жилья p(r)	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,133	,067	,133	,067	,067	,133
F(s)	,067	,134	,201	,268	,335	,402	,535	,602	,735	,802	,869	1

Таким образом муниципалитету Октябрьского района города Пензы нужно иметь в резерве 41 однокомнатную квартиру площадью 30 квадратных метров для предоставления лицам, потерявшим жильё в результате пожаров.

Этим аналитическим решением можно воспользоваться для оценки тех убытков, на которые муниципалитет фактически рассчитывает, допуская отсутствие квартир в резерве. Методика определения штрафа для этого уровня запасов следующая:

$$P(r \leq s_0 - 1) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq s_0).$$

Подставляя $s_0 = 41$, получим

$$P(r \leq 40) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq 41), \quad 0,602 < \frac{c_2}{2500 + c_2} < 0,735.$$

Определим минимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,602 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,602 \cdot 2500}{1 - 0,602} = 3781,41 \text{ рублей.}$$

Определим максимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,735 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,735 \cdot 2500}{1 - 0,735} = 6933,96 \text{ рублей.}$$

Следовательно размер штрафа заключен в пределах от 3781,41 рублей до 6933,96 рублей.

Аналогично определим потребность в жилье и предельные размеры штрафа для Башмаковского района. Но аренда однокомнатной квартиры площадью 30 кв. м. в Башмаковском районе составит, в среднем, 5500 рублей. Цена за коммунальные услуги - 2500 рублей.

Имеются данные о частоте уничтожения жилья во время пожаров в Башмаковском районе (таблица 2).

Таблица 2 - Данные о частоте уничтожения жилья во время пожара в Башмаковском районе

r	8	13	14	16	17	18	20	21	22	23	25	27	30	31
p(r)	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,133	,067	,067
F(s)	,067	,134	,201	,268	,335	,402	,469	,536	,603	,670	,737	,870	,937	1

Плотность убытков из-за нехватки квартир в жилищном резерве составит

$$\rho = \frac{c_2}{c_1 + c_2} = \frac{5500}{2500 + 5500} = 0,688$$

Оптимальный запас (таблица 2) составит $s_0 = 23$, ибо он удовлетворяет неравенству: $F(23) < \rho < F(25)$.

Таким образом муниципалитету Башмаковского района нужно иметь в резерве 23 однокомнатных квартир для предоставления лицам, потерявшим жильё в результате пожаров.

Оценим величину убытков, на которые муниципалитет фактически рассчитывает, допуская отсутствие квартир в резерве

$$P(r \leq 22) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq 23).$$

Подставляя $s_0 = 23$, получим

$$0,603 < \frac{c_2}{2500 + c_2} < 0,670 \cdot$$

Определим минимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,603 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,603 \cdot 2500}{1 - 0,603} = 3797,23 \text{ рублей.}$$

Определим максимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,670 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,670 \cdot 2500}{1 - 0,670} = 5075,76 \text{ рублей.}$$

Следовательно размер штрафа (убытков) заключен в пределах от 3797,23 рублей до 5075,76 рублей.

Таблица 3 - Данные по всем районам Пензы и Пензенской области

Район	Оптимальное количество жилья в резерве	Минимальный размер штрафа	Максимальный размер штрафа
Ленинский	119	6759,26 руб.	10000 руб.
Октябрьский	41	3781,41 руб.	6933,96 руб.
Железнодорожный	175	6759,26 руб.	10000 руб.
Первомайский	166	6759,26 руб.	10000 руб.
Башмаковский	23	3797,23 руб.	5075,75 руб.
Бековский	45	3750 руб.	5007,51 руб.
Белинский	49	3750 руб.	5007,51 руб.
Бессоновский	93	3750 руб.	5007,51 руб.
Вадинский	36	2853,32 руб.	5075,76 руб.
Городищенский	99	2853,32 руб.	5075,76 руб.
Земетчинский	89	3750 руб.	5007,51 руб.
Иссинский	32	2190,43 руб.	3750 руб.
Каменский	109	3750 руб.	5007,51 руб.
Камешкирский	27	3750 руб.	5007,51 руб.
Колышлейский	41	2853,32 руб.	5007,51 руб.
Кузнецкий	79	3750 руб.	5007,51 руб.
Лопатинский	40	3765,66 руб.	5030,12 руб.
Лунинский	57	3765,66 руб.	5030,12 руб.
Мокшанский	56	2876,34 руб.	3781,41 руб.
Малосердобинский	24	2853,32 руб.	5007,51 руб.
Наровчатский	31	3750 руб.	5007,51 руб.
Неверкенский	32	3781,41 руб.	5052,87 руб.
Нижнеомовский	98	3797,23 руб.	5075,76 руб.
Никольский	76	2199,25 руб.	5030,12 руб.
Пачелмский	42	2190,43 руб.	3750 руб.
Пензенский	108	3781,41 руб.	5007,51 руб.
Сердобский	53	2199,25 руб.	5030,12 руб.
Сосновоборский	39	3765,66 руб.	5030,12 руб.
Спасский	30	3765,66 руб.	5030,12 руб.
Тамалинский	26	2199,25 руб.	3765,66 руб.
Шемышейский	45	3168,93 руб.	4985,03 руб.

Таким же образом были рассчитаны оптимальное количество жилья и предельные размеры штрафов для всех районов города Пензы и Пензенской области. Полученные результаты представлены в таблице 3. Расчёты для Октябрьского района города Пензы и Башмаковского района Пензенской области были представлены выше, поэтому в таблице они отсутствуют.

По данной таблице можно сделать вывод о том, что в то время как количество однокомнатных квартир площадью 30 кв. м., которое должно находиться в резерве у муниципалитетов районов, сильно разнятся, предельных размеры штрафов приблизительно одинаковы. Так в 3 из 4 городских районов (Ленинском, Первомайском и Железнодорожном) минимальный и максимальный размеры штрафа абсолютно одинаковы и составляют 6759,26 руб. и 10000 руб. соответственно. В районах области нижнее предельное значение штрафа начинается с 2190,43 руб. и заканчивается 3797,23 руб. Диапазон верхнего предельного значения штрафа следующий: от 3750 руб. до 5075,76 руб. Районов, в который максимальное значение штрафа (убытков) в случае отсутствия жилищного резерва равно 5075,76 руб., подавляющее большинство.

Предложенная методика позволяет оценить оптимальное количество жилья для населения каждого муниципального образования, потерявшего жилье в результате пожара или других стихийных бедствий, а также определить предельные размеры штрафа (убытков) для муниципалитета в случае его отсутствия.

Библиографический список

1. Козлов А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. Статистический анализ данных в MS Excel. Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012.–320с.
2. Шишов В.Ф., Черняева Н.А. Исследование учета временной стоимости денег в классических многономенклатурных моделях управления запасами.// Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. №1, 2013.
3. Мхитарян В.С., Шишов В.Ф., Козлов А.Ю. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2012.– 416с.
4. Шишов В.Ф. Оценка величины ущерба от аварий, передаваемого на перестрахование.//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, т.2 №9 (13), 2013.

A.G.Fyodorova, V.F.Shishov

FGBOU VPO "PENZGTU", Penza

USE OF STOCHASTIC MODEL FOR FORECASTING OF OPTIMUM QUANTITY OF HOUSING FOR PERSONS, VICTIMS OF FIRES

Abstract. In article the technique of application of stochastic model of stockpile management for definition of optimum quantity of housing for persons, victims of fires is considered. As basic data information on quantity of the destroyed housing in districts of the city of Penza and municipalities of the Penza region is used. After the analysis of these data with the help of stochastic model of stockpile management the optimum quantity of housing which has to be defined is in a reserve at municipality, for granting to persons, victims of fires. Also the limit sizes of a penalty (losses) in case of lack of a housing reserve were certain.

Keywords: forecasting, emergency situations, fire, stochastic model of management, stocks.

УДК 009

Е.С Фомина, Г.Г. Валяева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Аннотация. В статье дается понятие человеческого потенциала и характеризуется его состояние в России через призму такого международного показателя, как индекс развития человеческого потенциала, который предусматривает оценку долголетия и здоровья, качества жизни людей и уровень их образования.

Ключевые слова: человеческий потенциал, индекс развития человеческого потенциала, продолжительность жизни, качество уровня жизни.

Уже много лет человечество пытается оценить потенциал отдельно взятого индивида. На сегодняшний день не найдено идеального метода оценки человеческого потенциала. Но существует уже множество разработок и исследований, которые в будущем смогут помочь найти объективный способ расчета.

Более того интерес к поиску нахождения объективного расчета оценки человеческого потенциала заключается в желании классификации и изучения регионов и стран. Для стран этот показатель может дать

огромный диапазон возможностей: выбор курса развития, слабые места, сильные стороны и многое другое.

В мировой практике используют следующую классификацию человеческого потенциала:

Индивидуальный человеческий потенциал.

Человеческий потенциал фирмы.

Национальный человеческий потенциал.

Каждый элемент этой классификации складывается за счет предыдущего. Важно, чтобы индивидуальный потенциал был раскрыт, как можно шире, тогда и потенциал фирмы, и потенциал нации будут задействованы в большей степени.

В исследованиях довольно часто делается упор не на сам потенциал, а на факторы, влияющие на его развитие. Методики описывают, какое сочетание влияния качества социальной жизни и существующих экономических условий будет идеальным для развития человеческого потенциала. Также важно уточнить, что одной из главных задач всех методик является нахождение лучшего способа для максимального раскрытия потенциала человека. Ведь, согласитесь, что многие из нас даже не подозревают, на что способны.

Очень многие источники опираются в своих оценках на менеджмент. Управление персоналом напрямую заинтересовано в раскрытии человеческого потенциала. Но, разобравшись со всей информацией, можно прийти к выводу, что все расчеты довольно субъективны. Каждый работодатель в праве сам решать, какие показатели принимать во внимание, а какими пренебречь.

Самым объемным является расчет показателя Человеческого потенциала работника отдельного предприятия. Его вычисление очень подробно описал Л. Д.Ревуцкий. В своих работах он опирается на несколько групп: ключевые трудовые и производственные показатели, экономические показатели, социальные. В этих группах рассматриваются продолжительность рабочего дня, норма продолжительности, производительность сотрудников, налоговый капитал, человеческий капитал. К сожалению, автор в итоге не дает расчета оценки человеческого капитала на наглядном примере.

Всем известная Пирамида А. Маслоу является еще одним ориентиром для оценки потенциала. Изучая ее, можно с уверенностью сказать, что удовлетворение потребности в самореализации для людей гораздо более значимо, чем в воде и еде. Но, не удовлетворив базовые потребности, человек не сможет перейти на более высокую ступень.

Для раскрытия показателя человеческого потенциала источники финансирования группируются следующим образом:

за счет средств федерального бюджета (в первую очередь, образование),

за счет средств компании, сотрудником которой является конкретный человек (повышение квалификации, переподготовка и дополнительное обучение),

за счет средств и времени конкретного человека (тут все индивидуально и субъективно).

Нельзя ни сказать о связи между показателями ВВП и человеческом потенциале. Существует прямая зависимость между ними: в развитых странах основной прирост ВВП обеспечивается именно за счет увеличения человеческого капитала, а вместе с ним и человеческого потенциала. Доля человеческого потенциала составляет не менее 75% в национальном богатстве. Поэтому, если мы хотим увеличить ВВП, то в первую очередь нужно обратить внимание на потенциал людей. Еще одним недавно доказанным фактом является то, что увеличение на один пункт в усреднённом уровне IQ населения страны означает увеличение душевого ВВП на 229 долларов, а каждый дополнительный пункт в оценке IQ 5% (при всей условности и спорности этих тестов) увеличивает душевой ВВП уже на 468 долларов. Это было доказано немецкими и английскими учеными. И в развитых странах уже начали работать с этими результатами исследований в пользу увеличения ВВП

Одним из самых известных методов оценки является использование Индекса развития человеческого потенциала. В 1990 г. Программа развития ООН(ПРООН) ввела в публичное обращение понятие индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП) — HumanDevelopmentIndex (HDI).

В расчете этого показателя используются такие компоненты как: доход, долголетие, образование.

$$HDI = \sqrt[3]{LEI \times EI \times II}$$

где Индекс ожидаемой продолжительности жизни (LEI), Индекс образования (EI), Индекс дохода (II).

По расчетам на 2013 год Россия занимает 55 место. Можно с уверенностью сказать, что тенденция прослеживается положительная. 55 место дает нам право говорить, что мы входим в группу стран с высоким показателем, хотя в начале 90-х все было намного лучше. СССР занимало 26 место, но за 20 лет многое изменилось, к сожалению. На сегодняшний день из наших бывших сограждан опережают нас Эстония, Литва, Латвия и Белоруссия. В 2009 году мы были уже на 71 месте. Будем надеяться, что время кризиса прошло, и мы сможем в будущем рассчитывать на более высокое место в рейтинге.

Для того чтобы наглядно рассмотреть важность ИРЧП рассчитаем этот показатель для России (табл.1).

Таблица 1 – Расчет индексов

Индексы	Россия
Индекс ожидаемой продолжительности жизни	0,710
Индекс грамотности	0,987
Индекс доли учащихся	0,690
Индекс уровня образования	0,888
Индекс ВВП	0,951
Индекс Развития Человеческого Потенциала (ИРЧП)	0,850

Из расчетов по России видно, что Индекс ВВП (0,951) вносит значительный вклад в Индекс Развития Человеческого Потенциала. Далее идет Индекс уровня образования (0,888) и наименьший вклад по России вносит Индекс ожидаемой продолжительности жизни (0,710).

Поскольку доходы населения в ИРЧП имеют наибольший вес, исследуем это прямое влияние с помощью метода главных компонент.

Таблица 2 – Матрица факторных нагрузок

1 главная компонента		2 главная компонента	
D_1	-0,504	D_1	0,748
D_2	0,949	D_2	-0,163
D_3	-0,836	D_3	0,321
D_4	0,556	D_4	0,898
D_5	-0,394	D_5	-0,818

Первая главная компонента (X_1) характеризуется следующими признаками-факторами:

D_2 – оплата труда, D_3 – социальные выплаты. Данная компонента отражает постоянные денежные доходы населения.

Наибольший вес во второй главной компоненте (X_2) имеют показатели:

D_1 – доходы от предпринимательской деятельности, D_4 – доходы от собственности, D_5 – другие доходы (включая скрытые, от продажи валюты, денежные переводы и прочие). То есть вторую главную компоненту можно отождествить с коммерческими доходами населения.

На основе полученных значений главных компонент и регионального ИРЧП в качестве резульативного показателя, строится уравнение регрессии:

$$Y = 0,814 + 0,017X_1 + 0,019X_2$$

По итогам анализа можно вывести следующие выводы:

1) при увеличении значений первой главной компоненты, характеризующей постоянные доходы населения (оплата труда и социальные выплаты), на 1 единицу, ИРЧП увеличивается на 0,017 единицы;

2) при увеличении значений второй главной компоненты, характеризующей коммерческие доходы населения (доходы от предпринимательской деятельности, доходы от собственности и другие доходы), на 1 единицу, ИРЧП увеличивается на 0,019 единицы.

Еще один новый индекс используется для сводной оценки человеческого потенциала – это Международный индекс счастья (англ. *Happy Planet Index*), который предложен New Economics Foundation (NEF) в июле 2006 года. Показатель объединил в себе благосостояние людей и экологическую обстановку в странах. Если задуматься, то человеческий потенциал и правда не сможет полноценно раскрыться, если люди не смогут дышать чистым воздухом и пить чистую воду. При расчете этого показателя используются: субъективная удовлетворенность жизнью людьми, ожидаемая продолжительность жизни и так называемый «экологический след». По данному индексу Россия занимает 122 место.

Как было уже сказано выше, основной целью определения достоверного способа расчета человеческого потенциала можно выделить желание оценить и рассчитать потенциал целой страны или региона. Такие масштабные оценки помогли бы улучшить положение общества и правильно распределить ресурсы, чтобы дать нуждающимся все необходимое и помочь людям раскрыть весь скрываемый в них потенциал.

Таким образом, мы приходим к выводу, что человеческий потенциал очень важный фактор, влияющий на большое число показателей. Но что же нужно делать непосредственно для его раскрытия? Конечно, нужно обратить внимание на социальный фактор, который и играет определяющую роль в совершенствовании и улучшении качества раскрытия человеческого потенциала. От действия или бездействия социального фактора зависит мера превращения человеческого потенциала в человеческий капитал.

Основным объектом инвестиций в человеческий капитал должны быть системы потребностей, способностей и готовностей, а центральное звено инвестиций – особо значимые способности индивидов и коллективов. Мы должны инвестировать не в человеческий капитал, а в человеческий потенциал, в его социально значимые свойства, в особенности в те свойства, которые на данном этапе социально-экономического развития общества приобрели особую актуальность, наиболее востребованы. Такими свойствами сегодня являются

инновационная, предпринимательская, конкурентная, научно-техническая компоненты человеческого потенциала. Ядром человеческого потенциала являются человеческие способности, над которыми мы должны работать. А основным направлением в развитии политики, сфокусированным на расширение знаний о человеческом потенциале, можно определить как достижение соответствия качественных характеристик потенциалов объективным потребностям актуального и будущего развития страны, регионов.

В нашей стране вопрос об инвестициях в человеческий потенциал поднимается с трудом. Например, на Красноярском экономическом форуме бывший министр финансов Алексей Кудрин заявил, что для обеспечения экономического роста государство становится слабым партнером. К сожалению, оно берет слишком много обязательств, которые не всегда выполняет. «Сейчас идет поиск источников роста, одним из факторов которого должна стать современная структура бюджета плюс сбалансированные обязательства правительства», — сказал он. Вместо вложений в человеческий потенциал и расходов на инфраструктуру, правительство осуществляет повышенные вложения в оборонную сферу. Такой подход, как отмечает Кудрин, даст всего лишь 1,5% экономический рост, вместо ожидаемого 3,5%. То есть снова встает вопрос о недостаточном внимании государства к такому важному показателю.

Нужно пробовать действовать и принимать решения. И чем быстрее общество сможет найти правильный расчет человеческого потенциала, тем быстрее человечество сможет сделать еще один шаг в своем развитии.

Библиографический список

1. Иванова, Т.А. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: монография/ Т.А. Иванова, К.Ю. Дорогина, И.Н. Попова, Ю.Д. Дружинина - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 122 с.
2. Иванова, Т.А. Анализ и прогнозирование развития системы образования / Иванова Т.А., Н.А. Реент. // Социально-экономическое развитие хозяйствующих систем в современных условиях: опыт, проблемы, перспективы: Сб. ст. межд. науч.-пр. конф./Под. Ред. С.Г. Журавина. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т2. – С. 83-88.

E.S Fomina, G.G. Valyaeva

NMSTU, Magnitogorsk

THE METHOD OF EVALUATION OF THE HUMAN POTENTIAL

***Annotation.** The article treats the phenomenon of human potential and characterizes human potential in Russia through the prism of the world human potential index, which assesses longevity, health, quality of living, education level. The paper centers on education as one of the most important issues.*

***Key words:** human potential, human potential development index, longevity, QOL.*

УДК 378.1

Е.С Фомина, Т. А. Иванова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЙТИНГА СУБЪЕКТОВ РФ ПО УРОВНЮ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ С ПОМОЩЬЮ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДИКАТОРА

***Аннотация.** Работа сделана по новым данным за 2011 и 2012 год. Для выполнения работы была использована программа STATISTICA. Данные отражают современное положение субъектов РФ по уровню качества жизни.*

***Ключевые слова:** качество уровня жизни, субъекты РФ, интегральный индикатор, рейтинг показателей.*

Качество жизни населения – один из самых важных и значимых показателей экономики любой страны. Еще важнее владеть информацией по рейтингу субъектов страны относительно этого показателя. Ведь это может стать определенным сигналом для правительства в плане поддержки нуждающегося субъекта и указать на ошибки местных органов самоуправления.

Для выявления лидеров и аутсайдеров по качеству жизни в стране можно воспользоваться таким инструментом как интегральный индикатор [1], который помогает расставить все субъекты в зависимости от исследуемого признака. Данные для соблюдения актуальности были взяты за 2012 год. Всего при анализе было рассмотрено 83 субъекта Российской Федерации.

При отборе показателей учитывалась их специфика. Все они были разделены на 4 группы:

Группа 1. Экономика: численность населения; среднедушевые денежные доходы (в месяц); среднемесячная номинальная начисленная заработная плата; оплата труда в структуре денежных доходов населения; средний размер назначенных пенсий; величина прожиточного минимума; удельный вес численности населения с денежным доходом ниже прожиточного минимума; число собственных легковых автомобилей.

Группа 2. Образование: число муниципальных учреждений (образование); число муниципальных учреждений (культура); численность обучающихся в государственных и муниципальных учреждениях; численность обучающихся по программам среднего профессионального образования; численность обучающихся по программам высшего профессионального образования; сфера образования в валовой добавленной стоимости; число предприятий, связанных со сферой образования; число предприятий, проводивших исследования и научные разработки; численность персонала, занимающаяся исследованиями и разработками.

Группа 3. Здравоохранение: число муниципальных учреждений (спорт); численность больничных коек на 10 000 человек населения; численность врачей на 10 000 человек населения; сфера здравоохранения в валовой добавленной стоимости; число предприятий, связанных со сферой здравоохранения; удельный вес домашних хозяйств, имеющих ПК.

Группа 4. Жилищные условия: приобретение недвижимости в структуре использования денежных доходов населением; общая площадь жилых помещений, приходящая в среднем на одного жителя; строительство в валовой добавленной стоимости; число предприятий, связанных со строительством; объем выполненных работ по строительству; число действующих строительных организаций различных форм собственности; ввод в действие жилых домов; ввод в действие жилых домов, построенных за счет собственных и заемных средств населения. Отобранные показатели были унифицированы по одной из формул [2]:

$$\tilde{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} N \text{ (при монотонно возрастающей зависимости);}$$

$$\tilde{x} = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} N \text{ (при монотонно убывающей зависимости).}$$

Далее оценивалась информативность показателей. С помощью матрицы парных коэффициентов корреляции по каждой группе были отобраны сильно коррелированные показатели и для них построены уравнения регрессии, связывающие их и остальные показатели групп. По

проценту объясненной дисперсии отбирались наиболее информативные показатели, а остальные были удалены из расчетов.

Затем проводилось построение интегрального индикатора. Метод построения интегрального индикатора на основе первой главной компоненты полученной при факторном анализе, оказался неработоспособным, поскольку доля общей дисперсии объясненной первой главной компонентой 0,37 менее 0,55. Поэтому был построен блочный интегральный индикатор и использовалось две методики: с обучением и без обучения.

Сначала было проведено построение интегрального индикатора без частного обучения, определены веса по блокам и показателям, а затем составлен рейтинг по субъектам. В результате первые 4 места распределились следующим образом: 1 место – Москва; 2 место - Московская область; 3 место - Санкт-Петербург; 4 место - Тюменская область. Челябинская область заняла 18 место. Последние три места принадлежат Кабардино-Балкарской республике, республике Северная Осетия и Карачаево-Черкесской республике (см. табл.1).

Для выяснения наибольшего веса в распределение мест была построена таблица рейтинга по группам показателей.

По таблице видно, что наибольший вклад в интегральный индикатор вносит группа экономика и жилищные условия.

При построении интегрального индикатора с частным обучением (при помощи предварительного проведения кластерного анализа) места были распределены немного иначе:

Тройка лидеров осталась той же. А вот Челябинская область поднялась на 12 место. Что касается замыкающей тройки, то тут сложилась следующая ситуация: 81 место - Еврейская автономная область; 82 место - Ненецкий автономный округ; 83 место - Чукотский автономный округ.

В дополнении был проведен анализ оценки межобъектной и автообъектной динамики [3]. Межобъектная динамика оценивалась по формуле:

$$\xi_j(t) = r(\tilde{y}(t - 1)) - r(\tilde{y}(t))$$

где r – ранги соответствующего субъекта.

Если говорить о Челябинской области, то по сравнению с 2011 года рейтинг качества жизни поднялся с 42 места на 18. Это серьезный прорыв, обещающий хорошие перспективы. Такой сдвиг произошел, скорее всего, благодаря улучшению жилищных условий за последний год в нашей области.

Таблица 1 - Рейтинг по субъектам РФ

Автодинамика оценивалась по формуле:

Рейт-инг	Регион	Экономика	Образование	Здраво- охранение	Жилищные условия
1	г. Москва	7	34	78	19
2	Московская область	16	36	52	55
3	г. Санкт- Петербург	17	42	39	49
4	Тюменская область	10	22	9	31
5	Ханты- Мансийский автономный округ-Югра	6	54	20	48
6	Краснодарски й край	37	48	60	42
7	Ямало- Ненецкий автономный округ	2	63	57	72
	...				
77	Республика Тыва	42	26	61	22
78	Республика Марий Эл	79	31	67	59
79	Республика Алтай	59	53	58	44
80	Республика Адыгея	73	80	41	57
81	Кабардино- Балкарская Республика	81	76	77	60
82	Республика Северная Осетия Алания	76	81	54	73
83	Карачаево- Черкесская Республика	80	82	45	76

$$\Delta_i(t) = d_i^2(t-1) - d_i^2(t)$$

$$\text{где } d_i^2(t) = \sum_{j=1}^p \omega_j(t)(1 - \tilde{x}_i^{(j)}); \quad \omega_j(t) = \frac{s_j^2(t)}{\sum_{j=1}^p s_j^2(t)}.$$

Расчет автообъектной динамики, также говорит об относительном улучшении синтетического свойства по отношению к самому себе в предыдущий момент времени по Челябинской области. Показатель составил 1243,104, что говорит о положительной автодинамике. Таким образом, наблюдается относительное улучшение синтетического свойства по отношению к самому себе.

Подводя итог, можно сказать, что расчет интегрального индикатора позволяет рассмотреть результаты по субъектам и оценить работу органов управления в них.

Что касается отдельно взятой Челябинской области, то за последние 2 года качество жизни в ней значительно улучшилось. Это связано с государственными программами, направленными на улучшение социальной политики в области. Более того, можно с уверенностью сказать о тенденции и к дальнейшему увеличению показателя качества уровня жизни. Причем оно наблюдается не только по отношению к самой себе, но и в рейтинге по всем субъектам Российской Федерации.

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, 2000. - 117с.
2. Айвазян С.А. Сравнительный анализ интегральных характеристик качества жизни населения субъектов РФ. - Препринт #WP/01/125. М.: ЦЭМИ РАН, 2001.
3. Поликарпова М.Г. Интегральная оценка интеграционной активности в регионах Российской Федерации// Экономика, статистика, информатика. Вестник УМО. 2011. №5. С.137-141.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

E.S Fomina, T.A. Ivanova

NMSTU, Magnitogorsk

THE RANK DETERMINATION OF THE FEDERAL SUBJECTS OF RUSSIA BASED ON QOL (QUALITY OF LIFE) LEVEL BY BUILDING AN INTEGRAL INDICATOR

Annotation. The study is conducted using the new data for the years 2011 and 2012. To complete the work STATISTICA program was used. The data reflects the recent rank of the federal subjects of Russia by their level of QOL.

Key words: QOL, the federal subjects of Russia, integral indicator, the rating of the scores.

УДК 331.5.024.5

В.А. Хейнонен, Г.Г. Валяева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ГЕНДЕРНОЕ НЕРАВЕНСТВО НА РЫНКЕ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ?

Аннотация. В данной статье рассмотрена актуальная проблема неравенства полов в сфере трудовой деятельности. Доказывается, что это проблема действительно существует на основе анализа важных статистических показателей рынка труда. Автор предполагает, что принадлежность к полу является одним из факторов дискриминации в сфере наемного труда, и делает вывод о возможных способах ее преодоления.

Ключевые слова: гендерное неравенство, дискриминация, рынок труда.

Проблема гендерного неравенства затрагивает большинство стран, религий, национальностей и культур. Что же такое гендерное неравенство, и в каких сферах жизни человека оно может проявляться?

Гендерное неравенство - характеристика социального устройства, согласно которой различные социальные группы (в данном случае - мужчины и женщины) обладают устойчивыми различиями и вытекающими из них неравными возможностями в обществе [1].

Гендерное неравенство как явление было всегда. Истоки этого явления следует искать в глубокой древности. Когда мужчина был добытчиком, а женщина хранительницей семейного очага. Превосходство мужчин над женщинами Сократ выразил так: «Три вещи можно считать счастьем: что ты не дикое животное, что ты грек, а не варвар, и что ты мужчина, а не женщина».

Гендерное неравенство чаще всего проявляется в социальной, политической сферах и также в сфере рыночных отношений.

Для того чтобы узнать, как проявляется гендерное неравенство в сфере рыночных отношений, рассмотрим особенности положения российских женщин на рынке труда.

С одной стороны, в настоящее время женщины активно принимают участие в переустройстве российской экономики, рыночная экономика дает возможность свободно развиваться женской экономической деятельности, независимости в выборе видов занятости. А с другой стороны, в условиях рыночных отношений, женщины оказываются менее конкурентоспособными в сфере труда, нежели мужчины. Принадлежность к полу стала одним из основных факторов дискриминации в сфере наемного труда, а также и других областях.

Одной из главных особенностей, характеризующих ситуацию гендерного неравенства в России, является высокий уровень женской занятости. С молодых лет и до пожилого возраста наблюдается высокая активность в труде, женщина успевает совмещать активную трудовую деятельность с заботой о семье в течение всей жизни. Можно отметить повышенную занятость женщин в России в сравнении с другими странами. По типу женской трудовой активности Россия сравнима только со Скандинавскими странами [2].

Еще одной немаловажной особенностью является равный доступ к образованию мужчин и женщин. Это стало причиной того, что женщины стали более образованными, чем мужчины.

Формально, в России отсутствует неравенство прав мужчин и женщин во многих областях деятельности – социальной, экономической и политической, т.к. равенство прав закреплено в большинстве основных правовых документах. В частности в Конституции РФ 1993 года (ст.19, часть 3) сказано о том, что «Мужчины и женщины имеют равные права и свободы и равные возможности для их реализации». Тем не менее, гендерное неравенство в России все же существует, но в скрытой форме.

В качестве одной из основных причин сохраняющегося гендерного неравенства можно назвать различие в экономических возможностях мужчин и женщин, потому что существенная часть экономически активного населения – это наемные работники (94,2% в 2012 году). Основная часть их достатка складывается за счет доходов от трудовой деятельности. Таким образом, основой экономического гендерного неравенства является положение мужчин и женщин на рынке труда.

Гендерный разрыв по методике неправительственной организации Всемирный экономический форум (ВЭФ) (<http://www.weforum.org>) оценивается по четырем критическим областям неравенства между мужчинами и женщинами:

- Участие и возможности в экономической сфере (сведения о разрыве в заработной плате мужчин и женщин, участии в принятии решений и др.);
- Образование (сведения о гендерных различиях в доступности образования);
- Здоровье и продолжительность жизни (сведения о различиях в ожидаемой продолжительности здоровой жизни и соотношении полов при рождении);
- Участие в политическом процессе (сведения о гендерном представительстве в органах власти).

В настоящей работе проводится исследование показателей экономической активности на рынке труда РФ, а именно: показатели занятости, безработицы и заработной платы за период 2005-2012 года.

Одним из статистических показателей, характеризующих степень участия в трудовой деятельности, является уровень экономической активности (ЭА).

Уровень ЭА растет как у мужчин, так и у женщин, за исключением периода 2008-2010 годов, когда во время экономического кризиса произошли небольшие скачки. Любопытна динамика изменения уровня ЭА по гендерным группам, в тех возрастных группах, где у женщин наблюдается рост (до 35 лет, 44-55 и после 60) у мужчин наоборот наблюдается некоторый спад активности, и наоборот. По 2011 году наиболее ЭА группой среди женщин является возрастная группа 40-44 (Рис.1).

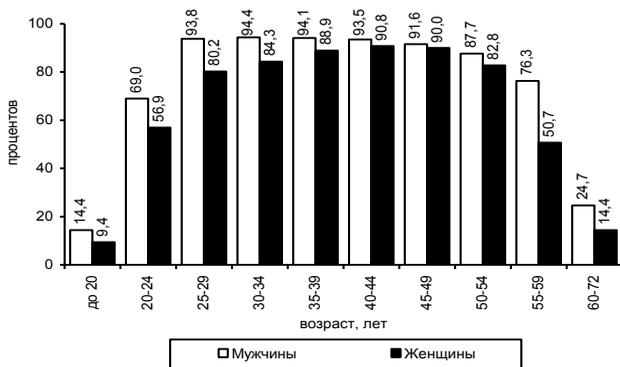


Рисунок 1 - Уровень экономической активности мужчин и женщин по возрастным группам за 2011 год

Стоит отметить, что на ЭА у мужчин и женщин оказывают влияние разные факторы. Так, на ЭА женщин отрицательное влияние оказывает количество детей, и более сильное воздействие оказывает уровень образования.

Следующие не менее важные экономические показатели, взятые для анализа, это показатели занятости и безработицы.

Как уже было сказано ранее, уровень занятости женщин в нашей стране достаточно высок, причем доля женщин в общественном производстве меняется волнообразно в зависимости от состояния экономики страны.

В исследуемом периоде 2005-2012 годов численность занятых женщин ненамного уступает численности мужчин (в 2011 занятых женщин 59%, мужчин 69%), у обоих полов прослеживается тенденция к росту занятости. Спад занятости, связанный с кризисом, у женщин начинается на год раньше, чем у мужчин, с 2007 года по 2009. После выхода из кризиса численность занятых женщин растет, но с меньшей скоростью по сравнению с мужчинами. Пик занятости среди женщин приходится на 45-49 лет.

Проанализировав структуру занятых в экономике мужчин и женщин по видам экономической деятельности (Рис.2), можно заметить, что наиболее популярной отраслью для женщин является торговля, причем она имеет довольно большой отрыв от следующих за ней по популярности образования и здравоохранения.

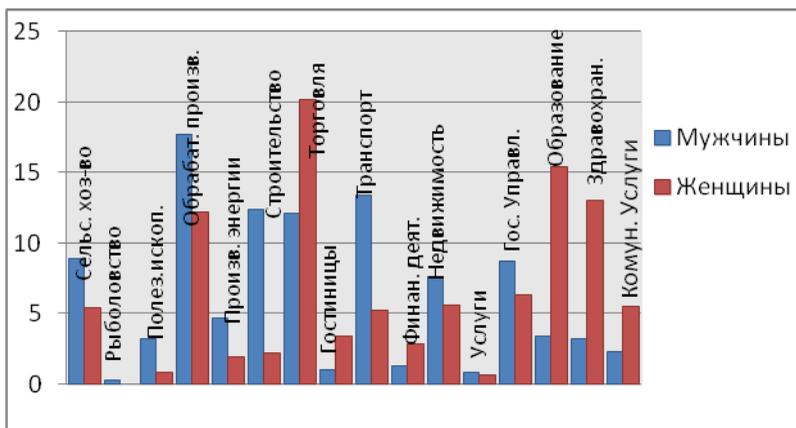
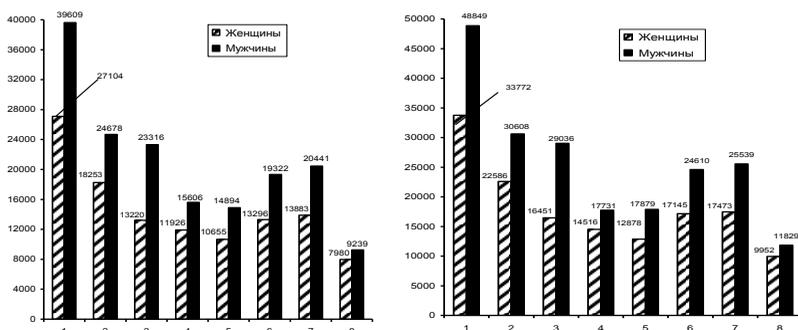


Рисунок 2 - Структура занятых мужчин и женщин по видам экономической деятельности по данным Госкомстат за 2012 год (в % к итогу)

Что же насчет ситуации с безработицей, то, несмотря на то, что в 90 годах в России утвердилось мнение о том, что у безработицы «женское лицо» из-за преобладания среди зарегистрированных женщин (70%). В исследуемом периоде уровень женской безработицы теперь ниже, чем среди мужчин. Хотя поиск работы у женщин занимает более длительный период времени.

Более медленный поиск работы может быть связан не только с худшими возможностями при устройстве на работу и меньшей способностью к конкуренции, но и с пассивным поведением женщин при поиске работы.

Именно по показателям заработной платы можно судить о существующем гендерном неравенстве (Рис.3). Но если бы неравная заработная плата зависела бы только от характеристик рабочей силы мужчин и женщин, то выравнивание показателей уровня экономической активности и уровня образования поспособствовали выравниванию заработной платы. Но по факту этого не происходит.



- 1 руководители организаций и их структурных подразделений
- 2 специалисты высшего уровня квалификации
- 3 специалисты среднего уровня квалификации
- 4 работники, занятые подготовкой информации, оформлением документации, учетом и обслуживанием
- 5 работники сферы обслуживания, жилищно-коммунального хозяйства, торговли и родственных видов деятельности
- 6 квалифицированные рабочие промышленных предприятий, строительства, транспорта, связи, геологии и разведки недр
- 7 операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин
- 8 неквалифицированные рабочие

Рисунок 3 - Средняя начисленная заработная плата женщин и мужчин по группам занятий за октябрь 2009(слева) и 2011(справа) годов

Заработная плата женщин по данным, что 2009, что 2011 года составляет около 55-70% от заработной платы мужчин. Это связано с неравенством в заработной плате в рамках профессий и видов деятельности и более низкой оценкой работы женщин.

Зарубок мужчин и женщин становится равным в возрасте, предшествующем выходу на пенсию. Заработная плата у женщин растет с возрастом, становится максимальной к 44 годам и затем начинает уменьшаться.

Кроме того, мы провели анализ гендерного неравенства в региональном разрезе. Мы взяли 20 субъектов Российской Федерации и сравнили их по соотношениям женщин к мужчинам по определенным факторам для исследования гендерной дискриминации. В качестве факторов были взяты соотношения по количеству в трудоспособном возрасте и старшетрудоспособного возраста, по ожидаемой продолжительности жизни, по заработной плате и уровням занятости и безработицы. Для проведения анализа связи между показателями и оценке общей картины гендерного неравенства по всей России мы проранжировали данные соотношения и нашли коэффициент конкордации (1) и коэффициент ранговой корреляции Спирмэна (2).

$$W = \frac{125}{m^2(n^2 - n)} \quad (1)$$

где m - число экспертов в группе,
 n - число факторов,
 S - сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2)$$

где $\sum d^2$ - сумма квадратов разностей рангов, а n - число парных наблюдений.

Коэффициент конкордации получился равным 0,0282, следовательно, гендерное неравенство в различных сферах не зависит от территориальной принадлежности, в среднем неравенство по стране равномерно.

Коэффициент ранговой корреляции был высчитан для выявления связи между заработной платой и уровнем занятости. Он получился равным -0,4913. Значение в интервале от 0,3 до 0,7 говорит об умеренной связи между показателями, а знак «минус» об обратной связи, т.е. при увеличении уровня занятости заработная плата уменьшается.

Возможно ли равенство в правах мужчин и женщин? Никто не может ответить на этот вопрос. Я считаю, необходимо изменить существующие взгляды на понимание мужских и женских ролей, также следует осуществлять меры по облегчению совмещения семьи и профессии.

Преодолеть дискриминацию женщин можно только с помощью совместных усилий во всех сферах: обществе, политике и экономике.

Библиографический список

1. Словарь гендерных терминов - <http://owl.ru/gender/033.htm>
2. Гендер и экономика: мировой опыт и экспертиза российской практики. М.: ИСПЭН РАН-МЦГИ, «Русская панорама», 2002. с.212-234
3. Статистический сборник «Труд и занятость в России» 2011 год М.: Госкомстат
4. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: (монография) Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 122 с. Дорогина К.Ю., Попова И.Н., Дружинина Ю.Д.Иванова Т.А.
5. Иванова, Т.А Сравнительный анализ уровня жизни населения в субъектах РФ/ Т.А. Иванова, Я.В. Матяш // Приложение математики в экономических исследованиях: Межвузовский сборник научных статей. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. - С. 21-28.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

V.A. Kheinonen, G.G.Valyaeva

NMSTU, Magnitogorsk

IS THERE A GENDER INEQUALITY IN THE LABOR MARKET IN RUSSIA?

***Abstract.** This article analyses the actual problem of gender inequality in the workplace. It is proved that this problem exists on the basis of the important statistical indicators of the labor market. The author suggests that belonging to the gender is one of the factors of discrimination in wage employment, and concludes on ways to overcome it.*

***Key words:** gender inequality, discrimination, labor market.*

УДК 314.331.5

А. В. Шпак, Т. А. Иванова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАНЯТЫХ В ЭКОНОМИКЕ

***Аннотация.** В данной статье прогнозируется на основе данных за 2012 год на 2017 год численность населения России и Мурманской области по обоим полам и на основе сделанного прогноза прогнозируется численность занятых обоих полов. Также рассчитываются и сравниваются основные показатели трудовой жизни населения РФ и Мурманской области.*

***Ключевые слова:** занятость населения, когортно-компонентный метод, экстраполяция численности занятых, трудовая структура населения, коэффициенты нагрузки.*

Ожидаемые в ближайшие два десятилетия демографические изменения грозят серьезным сжатием предложения на рынке труда, что, в свою очередь, ставит под вопрос возможность быстрого экономического роста. Дефицит рабочей силы может заметно увеличиться. Экономика будет вынуждена адаптироваться к новой ситуации, чтобы нейтрализовать возможные неблагоприятные последствия такого сжатия, разными путями.

Актуальность данной статьи определяется тем, что в настоящий момент ситуация на рынке труда складывается неоднозначная, поэтому особый интерес представляет сравнение показателей трудовой жизни РФ с внутренними, областными, показателями.

В связи с вышесказанным цель исследования – проанализировать показатели трудовой жизни населения РФ и Мурманской области.

Nays Global Skills Index – ежегодное исследование мирового рынка труда. Каждый год они рассказывают о факторах, влияющих на состояние экономики и бизнеса в 30 странах мира. «Показатели России в Nays Global Skills Index 2013 мало изменились по сравнению с 2012 годом. Исключение составили показатели «Гибкость образования» и «Давление на зарплаты в отраслях, требующих высокой квалификации». По гибкости образования Россия оказалась на последнем месте, что говорит о том, что современная образовательная система неспособна обеспечить бизнес качественными кадрами. Показатели уровня заработной платы в высококвалифицированных индустриях резко подскочили вверх: это означает, что заработные платы в

высококвалифицированных индустриях растут намного быстрее, чем в профессиях, не требующих особых навыков. Эти факторы негативно сказываются на экономическом росте страны [4].

Используя когортно-компонентный метод, был выполнен прогноз численности мужчин и женщин России и Мурманской области на 2017 год на основе данных за 2012 год.

Наиболее заметные провалы в численности наблюдаются в возрастных группах 20-24, 50-54, 70-74 по РФ и в возрастных группах 0-4, 15-19, 20-24, 25-29, 50-54 в Мурманской области. Это объясняется малочисленностью соответствующих когорт 2012 года, на основе которых делался прогноз. Кроме того, рождаемость в Мурманской области находится на более низком уровне по сравнению с РФ.

Прогноз численности населения на 2017 год, полученный когортно-компонентным методом, стал основой для прогноза занятости населения на 2017 год.

Подробную картину распределения по полу и возрасту населения, принимающего участие в общественном производстве, представляет пирамида занятости (рис. 1-2).

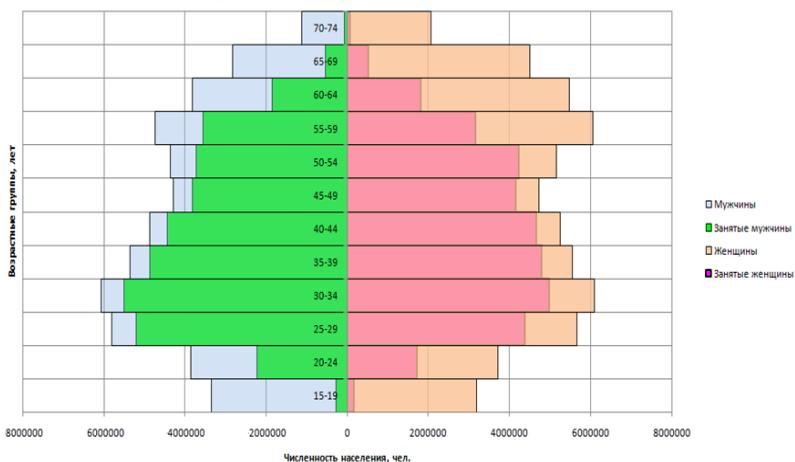


Рисунок 1 – Пирамида занятости населения РФ за 2017 год

По построенному прогнозу наглядно видно, что наибольшая численность занятых наблюдается в группе 30-34 возраста у обоих полов. Но в Мурманской области большие трудовые резервы у обоих полов, начиная с возраста 50-54. Это может происходить в силу нескольких причин, например, либо нежелание пенсионеров работать, либо неудовлетворительное состояние здоровья, что не позволяет продолжать им трудовую деятельность.

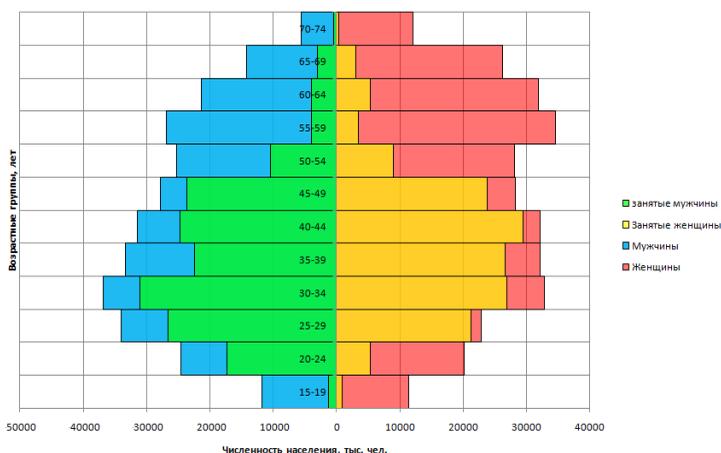


Рисунок 2 – Пирамида занятости населения Мурманской области за 2017 год

Если сравнить трудовые структуры РФ и Мурманской области за 2012 год на общей диаграмме (рис.3), то можно заметить, что они почти однородны и различия составляют всего лишь $\pm 5\%$ по группам. Доля населения в трудоспособном возрасте выше в Мурманской области, чем в РФ.

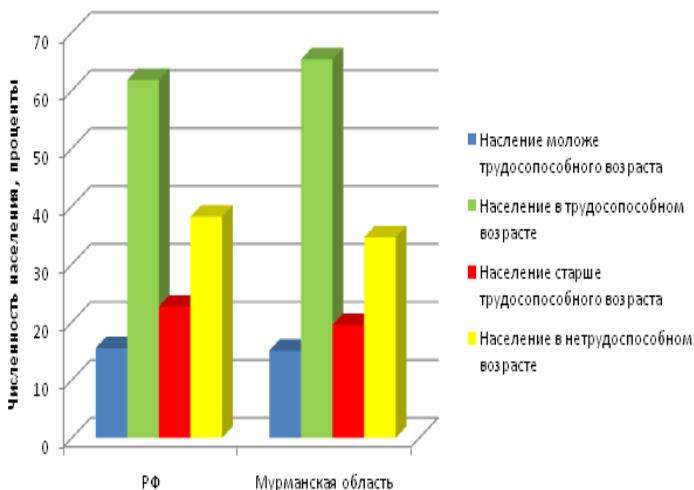


Рисунок 3 – Сравнение трудовых структур населения за 2012 год

Общий коэффициент нагрузки и нагрузки стариками в РФ выше, чем в Мурманской области, что объясняется различиями в численности. Но коэффициент нагрузки детьми почти одинаков, что говорит о неблагоприятной ситуации, как в области, так и в стране.

Рассчитанный показатель трудового замещения со временем растёт, но в РФ рост происходит быстрее, что говорит о положительной динамике численности занятых. Но не смотря на это, коэффициент трудового замещения довольно низок – только 25 человек выйдёт на замену 100 уходящим на пенсию. И за 5 лет это число выросло всего лишь на 5 человек, т.е. в среднем по одному человеку за год.

Проведённый индексный анализ (табл. 1) показывает, что в Мурманской области происходит уменьшение занятого населения под влиянием как доли занятых, так и коэффициента занятых. Это подтверждает и проведённая экстраполяция, и когортно-компонентный анализ, которые показывают уменьшение численности населения и занятых в молодых трудоспособных возрастах.

Таблица 1 – Индексный анализ

	Мурманск		Россия	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Индекс постоянного состава	0,997	0,816	0,987	0,970
Индекс переменного состава	0,97	0,79	0,999	0,977
Индекс структурных сдвигов	0,973	0,969	1,011	1,007

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1) Не смотря на различие в численности населения, трудовая структура Мурманской области схожа с Российской;

2) Нагрузка стариками преобладает над нагрузкой детьми, как и в России, так и в Мурманской области, что говорит о старении населения;

3) Занятость в регионе сильно отстаёт в абсолютных показателях от занятости по стране. В Мурманской области большие резервы незанятого населения;

4) При прогнозировании выделились 2 возрастные группы, в которых занятого население 2012 года больше, чем в 2017. В Мурманской области - 25-29, и в России – 50-54;

5) Правительству РФ следует обратить внимание на уменьшение общей численности занятых с 2012 года по 2017 на 1 683 207 в РФ человек и в Мурманской области на 7 856 человек и предпринять

определённые шаги в повышении рождаемости и уменьшении смертности.

Библиографический список

1. Экономическая активности населения России-2013.-М.: Росстат, 2013.
2. Экономическая демография: Учебник/А.И.Бойко, М.В.Карманов. – М.:2003.
3. М.Б.Денисенко, Н.М.Калмыкова Демография Учебное пособие М., ИНФРА-М, 2007
4. <http://www.hays.ru>
5. Демографический ежегодник России 2000-2012.-М.: Росстат, 2000-2012.
6. Иванова, Т.А. Методы исследования социально-экономических и демографических процессов: монография/ Т.А. Иванова, К.Ю. Дорогина, И.Н. Попова, Ю.Д. Дружинина - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 122 с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A. V. Shpack, T. A. Ivanova

NMSTU, Magnitogorsk

THE FORECASTING AND MODELING EMPLOYED IN THE ECONOMY

***Abstract.** This article is projected based on data for 2012 to 2017 the population of Russia and the Murmansk Region in both sexes and make a prediction based on projected number of employees of both sexes. Also calculated and compared to the basic indicators of the population of working life and the Murmansk region of Russia.*

***Key words:** employment, cohort-component method, the extrapolation of employment, occupational structure of the population, the load factors.*

ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 62:001.8

Т.В. Абрамова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

В.И. Сырякин

Томский государственный университет

ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОРИЕНТИРОВ В РОССИИ

***Аннотация.** В статье рассмотрен выбор критических технологий, приоритетных направлений науки и технологий в разные периоды истории России.*

***Ключевые слова:** методы Форсайта, критические технологии, приоритетные направления.*

Каждая страна или регион пользуется «своей комбинацией» методов Форсайта. В России выбор ориентиров развития происходит на регулярной основе путем формирования перечня приоритетов и критических технологий. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники и критические технологии раз в несколько лет анализируются и корректируются с учетом глобальных тенденций развития и среднесрочных приоритетов социально-экономического развития страны. На их основе формируется Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы», в рамках которой финансируются прикладные исследования и разработки, создающие основу технологического развития страны.

Выбор приоритетных направлений науки и технологий в России имеет свою историю. Впервые в системном виде они были представлены в виде двух групп приоритетов в «Комплексной программе научно-технического прогресса СССР». Первая группа включала исследования в области электроники, информатики и вычислительной техники, новых материалов, наук о жизни, научного приборостроения и др. Во вторую группу входили фундаментальные исследования. В начале 1990-х годов, уже в Российской Федерации, работа по выбору научно-технических приоритетов была продолжена, и ее статус поднят с ведомственного до общегосударственного уровня. В 1996 году Правительственная комиссия по научно-технической политике утвердила перечни 10 приоритетных направлений развития науки и техники и 70 критических технологий. В

те годы, когда экономика страны находилась в состоянии кризиса, а наука финансировалась по остаточному принципу, научно-технические приоритеты носили достаточно формальный характер, а основной задачей научной политики было сохранение научного потенциала страны.

В 1997–1998 годах по заданию Правительства Российской Федерации был реализован масштабный проект по оценке состояния и перспектив развития критических технологий. В нем участвовали более 1000 авторитетных ученых и специалистов из ведущих академических и отраслевых институтов, государственных научных центров и промышленных предприятий. Целью экспертизы было выявление позиций российской науки по широкому спектру (более 250) технологических областей, наличия технологических заделов и инновационного потенциала, оценка важности для решения насущных задач развития экономики, социального развития, повышения обороноспособности страны. По каждой из оцениваемых технологий осуществлялся бенчмаркинг – сравнение с эталоном (лучшим мировым уровнем). Интегральные оценки экспертов, полученные в результате опросов, позволили осуществить сопоставительный анализ на уровне критических технологий и приоритетных направлений в целом. Оказалось, что, по мнению экспертов, Россия сохраняет лидирующие позиции лишь по двум из семидесяти критических технологий, имеющим сравнительно узкую сферу практического применения – «Трубопроводный транспорт угольной суспензии» и «Нетрадиционные технологии добычи и переработки твердых топлив и урана». По ряду других направлений, включая системы математического моделирования, авиационную и космическую технику, технологии защиты человека в экстремальных условиях, лазерные и ионно-плазменные технологии и др., позиции российских ученых были сопоставимы с мировым уровнем. Большинство из этих направлений было в той или иной степени связано с технологическими заделами, созданными в оборонном комплексе еще в советские годы.

В то же время выяснилось, что по большинству областей знаний, находящихся на переднем крае технологического развития (информационные технологии, связь, биотехнологии и др.), российские разработки в целом значительно уступали лучшим зарубежным образцам за исключением отдельных точечных направлений.

Результаты экспертизы послужили основой для формирования уточненных перечней, которые были в 2002 году утверждены Президентом Российской Федерации. К сожалению, задача по сужению состава приоритетов и их фокусировке на небольшом числе наиболее перспективных технологических областей не была решена в полной мере.

Принятый перечень охватывал практически все сферы деятельности и позволял при желании отнести к числу важнейших практически любой исследовательский проект.

В значительной степени этот результат был связан с отсутствием системного подхода и лоббированием со стороны различных заинтересованных групп.

Одновременно с новыми перечнями были приняты «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологии на период до 2010 года и дальнейшую перспективу» – документ, заложивший основы перехода к политике инновационного развития экономики, создания эффективной национальной инновационной системы. В нем предусматривалось периодическое уточнение системы приоритетов, которые были призваны стать основой принятия решений о поддержке науки, распределении бюджетных средств и адресного стимулирования научной и инновационной деятельности с учетом целевых установок программ социально-экономического развития страны на среднесрочную и долгосрочную перспективу. С их помощью должны были выстраиваться сквозные «технологические коридоры» от научно-исследовательской работы до производства и внедрения конкурентоспособной продукции, формироваться «инновационные кластеры», создаваться масштабные производства наукоемкой конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках продукции на основе партнерства науки и промышленности, государства и частного сектора.

В 2004–2005 годах Минобрнауки России провело работу по пересмотру перечня приоритетов на существенно модифицированной методологической базе. Во-первых, в основу экспертного анализа были положены критерии опережающего экономического роста и обеспечения технологической безопасности. При этом эксперты сначала определяли группы товаров и услуг, которые могли бы производиться на основе российских технологий и быть конкурентоспособными на российском и мировых рынках, эти товары и услуги обсуждались на экспертных фокус-группах, и лишь на второй стадии отбирались технологии, обладающие наибольшим потенциалом для их разработки. Таким образом, были выбраны технологии, первоочередная поддержка которых способствовала росту конкурентоспособности российской промышленности и сферы услуг.

Во-вторых, был значительно расширен арсенал используемых методов – в их число вошли интервью с руководителями крупных компаний, экспертные панели, тематические фокус-группы, а также серии экспертных опросов. Комбинация разнообразных подходов позволила на разных этапах работы задействовать лучшие качества

экспертов, построить обсуждения в фокус-группах вокруг практических аспектов использования технологий и за счет этого в значительной степени избежать лоббирования со стороны отдельных научных школ.

Сформированный в итоге перечень приоритетов был значительно короче и детальнее предыдущего и отличался большей практической направленностью. В него вошли 8 направлений:

- информационно-телекоммуникационные системы;
- индустрия наносистем и материалы;
- живые системы;
- рациональное природопользование;
- энергетика и энергосбережение;
- транспортные, авиационные и космические системы;
- безопасность и борьба с терроризмом;
- военная и специальная техника.

Первые шесть направлений отражают глобальные приоритеты современного технологического развития, в них сосредоточен инновационный потенциал, определяющий направления формирования новых глобальных рынков товаров и услуг. В первую очередь это относится к сфере информационных технологий, развитию индустрии наносистем и новых материалов, разработкам в области живых систем. Каждое из указанных приоритетных направлений в России имеет существенный научно-технологический задел. Два последних приоритетных направления связаны с обеспечением национальной безопасности. Вместе с приоритетными направлениями существенным изменениям подвергся и перечень критических технологий, он был сокращен с 52 до 34 позиций. Для каждой из указанных критических технологий экспертами были описаны их важнейшие составляющие, даны оценки их инновационного и рыночного потенциала, необходимых мер поддержки высокого технологического уровня со стороны государства. Таким образом, работа по формированию приоритетов научно-технологического развития в России с каждым раундом приобретает новые черты, становится все в большей степени ориентированной на практические потребности российской экономики.

Библиографический список

1. Апокин А.Ю., Белоусов Д.Р. Сценарии развития мировой и российской экономики как основа для научно-технологического прогнозирования // Форсайт № 3 (11) 2009.

2. Итоговый аналитический отчет на тему: перспективные направления развития российской отрасли информационно-коммуникационных технологий (Долгосрочный технологический

прогноз Российский ИТ Foresight), М., 2007: [Электронный ресурс] (URL: http://www.apkit.ru/files/IT_fore sight.pdf). Проверено 9.10.2013.

3. Сырямкин В.И., Горбачев С.В., Якубовская Т.В., Сырямкин М.В., Грибовский М.В., Ваганова Е.В., Абрамова Т.В. Когнитивные системы мониторинга и прогноза научно-технологического развития государства/Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.И. Сырямкина. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. 358 с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

T.V. Abramova

NMSTU, Magnitogorsk

V.I. Syriamkin

Tomsk State University

THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF THE SCIENCE AND TECHNOLOGY BENCHMARKS IN RUSSIA

Abstract. The article is about the choice of the critical technologies, priority directions of science and technology in different periods of Russian history

Key words: *methods Forsythe, critical technologies, priority directions.*

УДК 001.891:510.223

Т.В.Абрамова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ И ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены основные преимущества нечетко-интервального подхода в решении задач формирования оптимального перечня критических технологий.

Ключевые слова: *нечеткие множества, критические технологии, функция принадлежности, эволюционные алгоритмы.*

Обширный опыт отечественных и зарубежных исследователей убедительно свидетельствует о том, что вероятностный подход не может быть признан надежным и адекватным инструментом решения слабоструктурированных задач [2], к которым принадлежат и задачи анализа эффективности проектов. В принципе, любая попытка

использования статистических методов для решения такого рода задач есть не что иное, как редукция к хорошо структурированным задачам. Такого рода редукция существенно искажает исходную постановку задачи. Ограничения и недостатки применения «классических» формальных методов при решении слабоструктурированных задач являются следствием сформулированного основоположником теории нечетких множеств Л.А. Заде «принципа несовместимости»: «...чем ближе мы подходим к решению проблем реального мира, тем очевиднее, что при увеличении сложности системы наша способность делать точные и уверенные заключения о ее поведении уменьшаются до определенного порога, за которым точность и уверенность становятся почти взаимоисключающими понятиями» [4].

Поэтому некоторыми зарубежными и отечественными исследователями разрабатываются методы оценки эффективности проектов на основе аппарата теории нечетких множеств [5, 6]. В данных методах вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа.

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Их использование предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности технологий в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого характеризуется некоторой степенью неопределенности. Осуществляя арифметические и др. операции с такими нечеткими интервалами по правилам нечеткой математики, эксперты получают результирующий нечеткий интервал для целевого показателя [6]. На основе исходной информации, опыта и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы возможных значений параметров и области их наиболее возможных значений.

Также к методам, базирующихся на теории нечетких множеств, можно, в качестве частного случая, отнести давно и широко известный интервальный метод [2, 6]. Данный метод соответствует ситуациям, когда достаточно точно известны лишь границы значений анализируемого параметра, в пределах которых он может изменяться, но при этом отсутствует какая-либо количественная или качественная информация о возможностях или вероятностях реализации различных его значений внутри заданного интервала. В соответствии с данным методом, входные переменные x_1, \dots, x_n для анализа технологий задаются в виде интервалов, функции принадлежности которых $\mu(x_i), i=1, \dots, n$ являются классическими характеристическими функциями множества, поэтому далее возможно прямое применение правил нечеткой математики для

получения результирующего показателя эффективности в интервальном виде. В интервальном методе за уровень (степень) риска предлагается принимать размер максимального ущерба, приходящегося на единицу неопределенности [2]:

$$P = \frac{q_N - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}} \quad \text{или} \quad P = \frac{q_{\max} - q_N}{q_{\max} - q_{\min}},$$

где q_N – требуемое значение параметра;

q_{\min} – минимальное значение параметра;

q_{\max} – максимальное значение параметра;

P – уровень (степень) риска, или отношение расстояния от требуемой величины до ее минимального (максимального) значения к интервалу между ее максимальным и минимальным значениями.

Такой способ определения риска полностью согласуется с геометрическим определением вероятности, однако при предположении, что все события внутри отрезка $[q_{\min}; q_{\max}]$ равновероятны. Очевидно, что данное предположение нельзя назвать отражающим реальную действительность.

При наличии дополнительной информации о значениях параметра внутри интервала, когда, например, известно, что значение a более возможно, чем b , математическая формализация неопределенностей может быть адекватно реализована с помощью нечетко-интервального подхода. При использовании математического аппарата теории нечетких множеств экспертам необходимо формализовать свои представления о возможных значениях оцениваемого параметра технологии в терминах задания характеристической функции множества значений, которые он может принимать. При этом от экспертов требуется указать множество тех значений, которые, по их мнению, оцениваемая величина не может принять (для них характеристическая функция равна 0), а затем проранжировать множество возможных значений по степени возможности (принадлежности к данному нечеткому множеству). После того как формализация входных параметров технологического проекта произведена, можно рассчитать распределение возможности $\mu_{\tilde{Y}}(y)$ выходного параметра y (показателя эффективности технологии) по « α -уровнему принципу обобщения» или «принципу обобщения Заде»:

$$\mu_{\tilde{Y}}(y^*) = \sup_{\substack{f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = y^* \\ x_i^* \in \text{supp}(\tilde{X}_i), i = \overline{1, n}}} \left\{ \min \left\{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1^*), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2^*), \dots, \mu_{\tilde{X}_n}(x_n^*) \right\} \right\},$$

где $\mu_{\tilde{X}_i}(x_i^*)$ - возможность того, что нечеткая величина \tilde{X}_i примет значение x_i^* ;

$f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = y^*$ - функциональная зависимость выходного параметра технологии от входных параметров.

Ниже перечислены основные преимущества нечетко-интервального подхода к оценке эффективности технологий:

1. Данный подход позволяет формализовать в единой форме и использовать всю доступную неоднородную информацию (детерминированную, интервальную, статистическую, лингвистическую) [1], что повышает достоверность и качество принимаемых стратегических решений.

2. В отличие от интервального метода, нечетко-интервальный метод аналогично методу Монте-Карло, формирует полный спектр возможных сценариев развития технологии, а не только нижнюю и верхнюю границы [5], таким образом, инвестиционное решение принимается не на основе двух оценок эффективности технологии, а по всей совокупности оценок.

3. Нечетко-интервальный метод позволяет получить ожидаемую эффективность технологии как в виде точечного значения, так и в виде множества интервальных значений со своим распределением возможностей, характеризующимся функцией принадлежности соответствующего нечеткого числа, что позволяет оценить интегральную меру возможности получения отрицательных результатов при внедрении технологии, т.е. степень риска технологии.

4. Нечетко-интервальный метод не требует абсолютно точного задания функций принадлежности, так как в отличие от вероятностных методов, результат, получаемый на основе нечетко-интервального метода, характеризуется низкой чувствительностью к изменению вида функций принадлежности исходных нечетких чисел [1, 3], что в реальных условиях низкого качества исходной информации делает применение данного метода более привлекательным.

5. Вычисление оценок показателей технологий на основе нечетко-интервального метода оказывается эффективным в ситуациях, когда исходная информация основана на малых статистических выборках, т.е. в случаях, когда вероятностные оценки не могут быть получены, что всегда имеет место при предварительной оценке долгосрочных технологий и достаточно часто - при последующем перспективном анализе, проводимом при отсутствии достаточной информационной базы [7];

6. Реализация нечетко-интервального метода на основе интервальной арифметики, предоставляет широкие возможности для применения

данного метода в инвестиционном анализе, что обусловлено фактически отсутствием конкурентоспособных подходов к созданию надежного (в смысле гарантированности) и транспортабельности (по включению) инструментального средства для решения численных задач [1].

7. Характеризуется простотой выявления экспертных знаний [6].

Также нечетко-интервальный подход имеет преимущества в решении задач формирования оптимального перечня критических технологий. Для решения этой задачи разработано большое количество моделей формирования оптимального перечня [2], отличающихся друг от друга видом целевых функций, свойствами переменных, используемыми математическими методами, учетом неопределенности. Как правило, для решения данной задачи используется аппарат линейного математического программирования в условиях определенности исходной информации: задача формулируется обычно как задача максимизации (или минимизации) заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив, которое описывается системой равенств или неравенств. Например,

$$f(x) \rightarrow \max, \text{ при ограничениях } \varphi_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m, x \in X,$$

где X - заданное множество альтернатив, $f: X \rightarrow R^1$ и $\varphi: X \rightarrow R^1$ - заданные функции.

В качестве параметров целевой функции $f(x)$ для задачи формирования оптимального перечня технологий можно использовать различные интегральные показатели эффективности. Возможны различные варианты постановки задачи формирования оптимального перечня технологий. Чаще всего, экономический смысл целевой функции $f(x)$ состоит в максимизации экономического эффекта от инвестиционной деятельности, а смысл ограничений $\varphi_i(x) \leq 0$, налагаемых на множество допустимых решений задачи, отражает ограниченность денежных средств с учетом возможности различных бюджетных ограничений для каждого из временных отрезков действия проекта.

Формы нечеткого описания исходной информации в задачах принятия решений могут быть различными; отсюда и различия в математических формулировках соответствующих задач нечеткого математического программирования.

Таким образом, сравнительный анализ традиционных методов оценки эффективности технологий, существующих методов формирования оптимального перечня технологий и нечетко-интервального метода показывает, что теория нечетких множеств является одной из наиболее эффективных математических теорий, направленных на формализацию и

обработку неопределенной информации и во многом интегрирующей известные подходы и методы. Теория в очередной раз подтверждает широко известную исследователям истину: применяемый формальный аппарат по своим потенциальным возможностям и точности должен быть адекватен семантике и соответствовать точности используемых исходных данных. Поэтому методы математического анализа эффективно применяются при точных исходных данных. Математическая статистика и теория вероятностей используют экспериментальные данные, обладающие строго определенной точностью и достоверностью. Теория нечетких множеств позволяет обрабатывать разнородную информацию, характерную для реальных задач технологического анализа.

Библиографический список

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. - Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. - 352 с.
2. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. - М.: Дело, 2004. – 888 с.
3. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: Пер. с фр. - М: Радио и связь. 1990. – 288 с.: ил.
4. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений.- В кн.: Математика сегодня. - М.: Знание, 1974, с.5-49.
5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб.: Типография «Сезам», 2002. – 181 с.
6. Севастьянов П.В., Севастьянов Д.П. Оценка финансовых параметров и риска инвестиций с позиций теории нечетких множеств // "Надежные программы", 1997, №1, с. 10-19.
7. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. – СПб.: Питер, 2004. - 464 с.: ил.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

T.V. Abramova

NMSTU, Magnitogorsk

THE JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE EVOLUTIONARY ALGORITHMS AND THE THEORY OF FUZZY SETS FOR MULTICRITERIA CHOICE OF THE PRIORITY SCIENCE AND TECHNOLOGY DIRECTIONS AND TECHNOLOGIES

Abstract. *The article is about the main advantages of the ill-interval approach for the solutions of tasks of the formation of an optimal list of the critical technologies.*

Key words: *fuzzy sets, critical technologies, the membership function, the evolutionary algorithms.*

УДК 519.242.7:519.233.5:621.783

О.С. Андросенко, Е.П. Маяченко

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Аннотация. *Рассмотрено применение методов планирования эксперимента для моделирования, оценки параметров, степени детерминации и адекватности модели при анализе работы печи с водородной защитной атмосферой по отжигу широкополосного металла после холодной прокатки. Рассматривались двухуровневые (матрицы Адамара) планы эксперимента с использованием методов корреляционного и регрессионного анализа. Для статистического анализа моделей использовался пакет программ STATISTICA 6.0.*

Ключевые слова: *полный факторный эксперимент (ПФЭ), двухуровневые планы эксперимента, матрицы Адамара, корреляция признаков, параметры модели, трехфакторный дисперсионный анализ, линейный и квадратичный эффекты, эффекты взаимодействия факторов, адекватность модели.*

В настоящее время способы наилучшей организации эксперимента, обработки и интерпретации его результатов в исследовании технических систем весьма актуальны.

Применим методы планирования эксперимента для моделирования, оценки параметров, степени детерминации и адекватности линейной регрессионной модели для анализа работы печи с водородной защитной атмосферой по отжигу широкополосного металла после холодной прокатки.

В качестве функции отклика выбрано время отжига металла в печи Y , $ч$. Исследовалось действие трех, наиболее существенных в этом процессе факторов:

1. B – начальная температура садки, с уровнями 20°C – нижний, 80°C – верхний;

2. T – толщина отжигаемого металла, с уровнями 1,2 мм – нижний, 2,2 мм – верхний;

3. E – фактор «пустотности» (расстояние от верхней плоскости стопы до ограничительной плоскости муфеля), с уровнями 300 мм – нижний, 600 мм – верхний.

Были разработаны и реализованы двухуровневые планы полного факторного эксперимента (ПФЭ), достоинством которых является то, что они позволяют разрабатывать модель, включающую в себя как линейные эффекты, так и все возможные эффекты взаимодействия факторов, - двойные, тройные и т.д. в зависимости от числа факторов. При этом оценки всех эффектов получаются раздельными (не смешаны друг с другом). При планировании ПФЭ 2^k с числом факторов $k = 3$ совершенно раздельно можно определить три линейных эффекта, три парных эффекта взаимодействия и один эффект тройного взаимодействия.

Рабочая матрица планирования и результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Планирование ПФЭ 2^3 и результаты эксперимента

№	Факторы в разном масштабе						Отклики			
	Натуральном			Кодированном			Опытные			Расчет
	$B, ^{\circ}\text{C}$	$T, \text{мм}$	$E, \text{мм}$	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y	\hat{y}
1	80	2,2	600	1	1	1	27	28	27,5	27,875
2	20	2,2	600	-1	1	1	31	30	30,5	31
3	80	1,2	600	1	-1	1	36	35	35,5	34,5
4	20	1,2	600	-1	-1	1	37	38	37,5	37,625
5	80	2,2	300	1	1	-1	25	26	25,5	25,625
6	20	2,2	300	-1	1	-1	30	29,5	29,75	28,75
7	80	1,2	300	1	-1	-1	31,5	32	31,75	32,25
8	20	1,2	300	-1	-1	-1	35	35	35	35,375

В условиях активного эксперимента оценим дисперсию воспроизводимости непосредственно в центре плана эксперимента. Для этого нужно установить все факторы на основном (нулевом) уровне и в этих условиях в течение некоторого промежутка времени получить n результатов отклика ($y_i, i = \overline{1, n}$):

$$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2,$$

где \bar{y} – среднее значение отклика в этих условиях.

Однако сразу заметим, что при наличии качественных факторов реализовать опыты в центре плана не представляется возможным.

Наиболее универсальным способом оценки воспроизводимости будет дублирование результатов эксперимента (повторная реализация плана). Например, по ходу эксперимента проводят параллельные опыты, т. е. получают два фактора наблюдений y_1 и y_2 (см. табл. 1). В этом случае можно вычислить оценки дисперсий воспроизводимости в каждой строке матрицы эксперимента:

$$S_i^2 = \frac{1}{2-1} \sum_{u=1}^2 (y_{iu} - y_i)^2 = 2(\Delta y_i)^2,$$

где y_i – средний результат наблюдения в i -й строке матрицы X .

По данным табл. 1 получены следующие оценки $S_{i \max}^2 = 0,5$, $\sum_{i=1}^N S_i^2 = 2,75$. Тогда эмпирическое значение критерия Кохрена

$$G_{\text{эксн}} = \frac{0,5}{2,75} = 0,1818, \quad \text{табличное } G_{\text{табл}} = G(1; 8; 0,05) = 0,68.$$

Так как выполняется неравенство

$$G_{\text{эксн}} < G_{\text{табл}},$$

полученные дисперсии в i – строках плана являются однородными и их можно усреднить

$$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,75 = 0,3438.$$

Тогда оценка среднеквадратического отклонения результатов наблюдений или стандартная ошибка воспроизводимости эксперимента

$$S_{\text{воспр}} = \sqrt{S_{\text{воспр}}^2} = \sqrt{0,3438} = 0,5863.$$

Все рассмотренные двухуровневые планы эксперимента по своей структуре представляют собой различного порядка N (кратного четырем) матрицы Адамара, согласно определению которых $X^T X = NE$, где E – единичная матрица, следует, что

$$(X^T X)^{-1} = \frac{1}{N} E.$$

Тогда вектор искомых коэффициентов регрессии, определяемый из нормальной системы в виде $B = (X^T X)^{-1} X^T Y$, будет найден по формуле:

$$B = \frac{1}{N} X^T Y.$$

Следовательно, любой коэффициент регрессии или элемент b_j вектора B будет определяться скалярным произведением столбца результатов эксперимента (Y) на соответствующий X_j – столбец в матрице Адамара, деленным на число опытов N , т.е.

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij} y_i,$$

где j – номер столбца в матрице планирования (нормированной матрице Адамара порядка N), $j = 0, 1, 2, \dots, N-1$.

Исходя из полученной формулы, по результатам эксперимента, представленным в табл. 1, вычислим, например, b_1 :

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{1}{8} (27,50 - 30,50 + 35,50 - 37,50 + 25,50 - 29,75 + 31,75 - 35,00) = \\ &= \frac{1}{8} \cdot (-12,50) = -1,563. \end{aligned}$$

Аналогично, с учетом алгебраических знаков элементов столбца X_2 , вычисляется коэффициент $b_2 = -3,31$, и соответственно $b_3 = 1,13$.

Свободный член b_0 уравнения регрессии представляет собой среднее всех результатов наблюдений, т.к. элементы вектора X_0 состоят только из +1:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i.$$

Для решаемой задачи $b_0 = 31,63$.

Если рабочую матрицу планирования (табл. 1) дополнить столбцами взаимодействий, то с учетом алгебраических знаков элементов этих столбцов вычисляются соответствующие коэффициенты,

характеризующие эффекты взаимодействия двух и трех факторов. Для поставленной задачи: $b_{12} = -0,25$, $b_{13} = 0,31$, $b_{23} = -0,44$, $b_{123} = 0$.

Для двухуровневых планов эксперимента X , построенных на матрицах Адамара, в силу ортогональности столбцов этих матриц, все диагональные элементы c_{jj} матрицы $C = (X^T X)^{-1}$ равны $\frac{1}{N}$, а все остальные элементы – нули. Следовательно, ошибки всех коэффициентов регрессии $S\{b_j\} = S_{\text{воспр}} \cdot \sqrt{c_{jj}}$ в этом случае будут равными $S\{b_j\} = S_{\text{воспр}} / \sqrt{N}$.

В нашем случае $S_{\text{воспр}} = 0,5863$, следовательно, $S\{b_j\} = 0,5863 / \sqrt{8} = 0,2072$.

Следовательно, для каждого коэффициента регрессии можно построить единый доверительный интервал

$$\Delta b_j = \pm t \cdot S\{b_j\},$$

где коэффициент $t = t(\nu, \alpha)$ – критерий Стьюдента, определяемый из справочной таблицы для заданной надежности $p = 1 - \alpha$ и числа степеней свободы $\nu = N - 1$ при вычислении ошибки $S_{\text{воспр}}$.

При $\nu = 7$ и $p = 0,95$ критерий Стьюдента $t(7; 0,05) = 2,365$. Откуда $\Delta b_j = 2,365 \cdot 0,2072 = 0,4902$, т.е. найденные коэффициенты регрессии b_j , для которых $|b_j| > \Delta b_j$ считать значимыми при $p = 0,95$.

Теперь искомая модель, содержащая значимые коэффициенты, имеет вид:

$$\bar{y} = 31,63 - 1,56x_1 - 3,31x_2 + 1,13x_3.$$

Незначимые коэффициенты из уравнения исключаются, что не повлияет на оставшиеся, т.к. оценки коэффициентов регрессии в случае ортогонального плана эксперимента определяются отдельно.

Для проверки полученного уравнения регрессии на адекватность, рассчитаем значение остаточной дисперсии

$$S_{\text{ост}}^2 = \frac{1}{8-4} \sum_{i=1}^8 (y_i - \bar{y}_i)^2 = \frac{1}{4} \cdot 2,8125 = 0,7031.$$

Найдем эмпирическое значение критерия

Фишера $F_{\text{экс}} = S_{\text{ост}}^2 / S_{\text{воспр}}^2 = 2,0455$ и сравним с критическим

значением критерия Фишера

$$F_{\text{табл}} = F(N - l; \nu; \alpha) = F(7; 4; 0,05) = 4,12.$$

$F_{\text{экс}} < F_{\text{табл}}$, следовательно, разработанная модель адекватно описывает процесс отжига металла после холодной прокатки в печах с водородной защитной атмосферой, расхождение $(y - \bar{y})$ не превышает допустимых пределов, объясняемых $S_{\text{воспр}}$.

Наибольший по модулю эффект (отрицательный) имеет фактор толщины металла, свернутого в рулон, эффекты других факторов располагаются в последовательности: начальная температура отжигаемого металла (отрицательный эффект), фактор пустотности (положительный эффект). В данном эксперименте эффекты взаимодействия факторов первых и второго порядка не обнаружены.

Библиографический список

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента / Пер. с англ. под ред. Э.К. Лецкого, Е.В. Марковой. М.: Мир. 1981. - 516 с.
2. Девятченко Л.Д., Маяченко Е.П., Буданов А.П., Корнилов В.Л. Оценка ресурсов процесса термообработки рулонов холоднокатаного металла. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. 2010. № 4 (32) – С. 44 – 48.
3. Девятченко Л.Д. Линейная модель. Введение в классический регрессионный анализ: Учебн. пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2004.- 128 с.
4. Андросенко О.С., Девятченко Л.Д., Маяченко Е.П. Постановка и решение задач марковских цепей с непрерывным временем на ЭВМ. Приложение математики в экономических и технических исследованиях: Сборник науч. тр. /Под ред. Бушмановой М.В. Магнитогорск. 2007. С. 120-128.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

O.S. Androsenko, E.P. Mayachenko

NMSTU, Magnitogorsk

MATHEMATICAL METHODS OF EXPERIMENT PLANNING FOR RESEARCH OF PROCESS OF HEAT TREATMENT THE METAL

Abstract. Experimental design methods were applied to simulation, estimations of arguments, determination degree and model validity with the

aim of operational analysis of cold rolled wide metal band annealing furnace with a hydrogenous protective atmosphere. A double level experimental design (Hadamard matrices) with using methods of regression and correlation analysis was given. STATISTICA 6.0 software package was used for statistical model analysis.

Key words: *a complete factorial (CF), a double level experimental design, Hadamard matrices, correlation of conditions, model arguments, a three-way analysis of variance, a linear effect and quadratic effect, an interaction effect of factors, a model validity.*

УДК 519.6:621.783

О.С. Андросенко, Е.П. Маяченко

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТЖИГА ХОЛОДНОКАТАНОГО МЕТАЛЛА В ПЕЧИ С ВОДОРОДНОЙ ЗАЩИТНОЙ АТМОСФЕРОЙ

Аннотация. Рассмотрено применение градиентного метода для поиска параметров оптимальных режимов отжига холоднокатаного металла в печи с водородной защитной атмосферой, обеспечивающих уменьшение времени нагрева.

Ключевые слова: градиентный метод, оптимальные параметры, линейная регрессионная модель.

При описании изучаемого объекта исследователь может выдвигать различные требования к свойствам разрабатываемой модели. В условиях активного эксперимента выполнение этих требований приводит к необходимости выбора плана, обладающего каким-либо одним или сразу некоторым числом критериев оптимальности. Все многообразие критериев обычно разделяют на две группы. Первая группа объединяет планы, в которых можно реализовать требования исследователя к свойствам оценок коэффициентов регрессии. Вторая группа критериев относится к планам, в которых достигаются требуемые предсказательные свойства модели, т.е. представляется возможным управлять структурой вектора \mathcal{E} .

Часто бывает, что исследователю необходима одинаковая от центра плана точность предсказания результатов по математической модели как

внутри области варьирования факторов, так и вне её. Тогда целесообразно применение ротатабельных планов, которые обеспечивают постоянство дисперсии предсказания на одинаковых расстояниях в любом направлении от центра плана X_{0j} , причем для таких планов дисперсии предсказания будут инвариантны относительно вращения координатных осей факторного пространства, - «информативность» модели оказывается одинаковой в любом направлении от центра плана эксперимента. Ротатабельные планы рекомендуется применять тогда, когда исследователь предусматривает градиентные процедуры поиска оптимума, т.е. когда оптимальные результаты на выходе объекта в области определения факторов получаются за пределами области варьирования большинства или всех факторов в эксперименте.

Градиентные процедуры поиска оптимума особенно эффективны при построении адекватной линейной модели.

Рассмотрим применение данной процедуры при разработке оптимальных режимов отжига холоднокатаного металла в печи с водородной защитной атмосферой, обеспечивающих уменьшение времени нагрева.

На основе реализации двухуровневых планов полного факторного эксперимента (ПФЭ), была разработана линейная регрессионная модель, где в качестве функции отклика выбрано время отжига металла в печи Y , ч. Исследовалось действие трех, наиболее существенных в этом процессе факторов: B – начальная температура садки, с уровнями 20°C – нижний, 80°C – верхний; T – толщина отжигаемого металла, с уровнями 1,2 мм – нижний, 2,2 мм – верхний; E – фактор «пустотности» (расстояние от верхней плоскости стопы до ограничительной плоскости муфеля), с уровнями 300 мм – нижний, 600 мм – верхний.

Необходимо определить на заданной поверхности отклика $y = f(B, T, E)$ координаты экстремальной точки $(B^{onm}, T^{onm}, E^{onm})$.

Направление кратчайшего пути к экстремуму есть вектор-градиент

$$grad f = \frac{\partial f}{\partial B} \vec{i} + \frac{\partial f}{\partial T} \vec{j} + \frac{\partial f}{\partial E} \vec{k}.$$

Знак и величина составляющих градиента определяется формой поверхности отклика и теми решениями, которые были приняты при выборе y , положения центра x_{0j} и интервалов варьирования I_j . На практике, при наличии в модели большого числа эффектов

взаимодействия факторов различного порядка, поиск $grad f$ затруднен.

Для линейной модели рассмотрим более простой, так называемый шаговый метод движения к оптимуму.

В окрестности точки L ставится эксперимент для локального описания поверхности отклика линейным уравнением регрессии

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k.$$

Причем удачным подбором x_{0j} и I_j можно добиться значимости линейных коэффициентов регрессии b_j .

$$\text{Тогда } \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = b_1, \quad \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = b_2, \quad \dots, \quad \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_k} = b_k.$$

Следовательно, изменяя x_j пропорционально b_j , мы будем двигаться в направлении градиента функции по самому крутому пути.

Величина шага по направлению градиента должна быть пропорциональна произведению коэффициента b_j на интервал варьирования I_j . Движение по градиенту начинают только с центра плана. Величину b_jx_j , называемую составляющей градиента по фактору x_j , можно умножить или разделить на любое положительное число λ , при этом получаются точки, также лежащие на градиенте.

Таким образом, если к нулевому уровню последовательно алгебраически прибавлять величины, пропорциональные составляющим градиента, получим шаги в направлении оптимума. Выбор величины шага решается интуитивно: нижняя граница шага определяется возможностью фиксирования двух соседних опытов, верхняя граница – областью определения фактора. При малом шаге ($\lambda < 1$) долго идти к оптимуму, при большом шаге ($\lambda > 1$) можно проскочить оптимум.

Иногда полезно оценивать ожидаемые значения \hat{y} при различных значениях λ . Опыты, реализуемые только на модели \hat{y} , называют мысленными. Обычно не все мысленные опыты реализуются на практике. Придерживаются следующего правила: если модель адекватна, то начинают реализацию с тех опытов, условия которых выходят за область эксперимента хотя бы по одному из факторов, а если модель не адекватна, часто 1-2 опыта выполняют внутри области эксперимента.

Реализуют шаги до тех пор, пока $y \rightarrow \max$. Однако, если одного такого линейного приближения недостаточно, то ставится новая серия опытов с центром в точке, которая соответствует наибольшему значению y и находится новое направление для движения по поверхности отклика. Такой шаговый процесс продолжается до достижения области, близкой к экстремуму, или «почти стационарной» области.

При этом всегда следует помнить об ограничениях, которые всегда имеют место при проведении эксперимента в условиях реальной работы исследуемого объекта. Фактор, по которому движение по градиенту из-за ограничений становится невозможным, фиксируют.

Рассмотрим движение по градиенту для построенной выше модели. Ставим опыт в нулевой точке плана и получаем отклик, относительно которого будем продвигаться к оптимуму. Выбираем шаг при движении по градиенту равный 0,5 от интервала варьирования каждого фактора. Находим значение отклика в данной точке плана. Затем увеличиваем шаг движения до единицы (начало выхода за область варьирования факторов в эксперименте) и рассчитываем соответствующее значение отклика. Это значение в пределах ошибки воспроизводимости может отличаться от значения отклика, полученного в эксперименте. Далее продолжаем двигаться по градиенту за пределами области варьирования факторов (экстраполируем отклик) до тех пор, пока продолжается «улучшение» отклика. При этом если выйдем за область определения какого-либо фактора, то такой фактор в этом случае фиксируется, а движение продолжается по оставшимся факторам. Результаты движения по градиенту на основании разработанной модели см. в табл. 1.

Таблица 1

Результаты движения по градиенту

№ шага	Факторы в разном масштабе						Значение отклика \hat{y}
	Натуральном			Кодированном			
	B, °C	T, мм	E, мм	x_1	x_2	x_3	
0	50	1,7	450	0	0	0	33
1	80	2,2	300	1	1	-1	26,9
2	95	2,45	225	1,5	1,5	-1,5	23,85
3	110	2,7	150	2	2	-2	20,8
4	110	2,95	150	2	2,5	-2	19,2

При поиске оптимальных условий на основе градиентного метода рекомендуется отрегулировать интервал варьирования с учетом влияния линейных эффектов, чтобы исключить влияние эффектов взаимодействия.

Библиографический список

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента / Пер. с англ. под ред. Э.К. Лецкого, Е.В. Марковой. М.: Мир. 1981. - 516 с.
2. Девятченко Л.Д., Маяченко Е.П., Буданов А.П., Корнилов В.Л. Оценка ресурсов процесса термообработки рулонов холоднокатаного металла. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. 2010. № 4 (32) – С. 44 – 48.
3. Андросенко О.С., Девятченко Л.Д., Маяченко Е.П. Постановка и решение задач марковских цепей с непрерывным временем на ЭВМ. Приложение математики в экономических и технических исследованиях: Сборник науч. тр. /Под ред. Бушмановой М.В. Магнитогорск. 2007. С. 120-128.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ НА РУССКОМ

O.S. Androsenko, E.P. Mayachenko

NMSTU, Magnitogorsk

APPLICATION GRADIENT METHOD TO FIND THE OPTIMAL ANNEALING PARAMETERS OF COLD-ROLLED METAL IN THE FURNASE WITH A HYDROGEN PROTECTIVE ATMOSPHERE

Abstract. The gradient method was applied for searching the optimal parameters annealing conditions of cold metal in the furnace with protective atmosphere of hydrogen, to ensure a reduction of heating time.

Key words: gradient method, the optimal parameters, the linear regression model.

УДК 51-72

A.Yu.Zubarev

A. F. Abu-Bakr

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б.Н.Ельцина*

HYPERTHERMIA EFFECT PRODUCED BY NON-SPHERICAL MAGNETIC PARTICLES

***Abstract.** We present results of theoretical modeling of the heat production in a dilute suspension of the fiber ferromagnetic particles under the action of the linearly polarized oscillating magnetic field. Two mechanisms of the heat production, namely the particle rotation in the liquid and its internal remagnetization are considered. We study effect of the particle shape, its magnetic properties and rheological properties of the carrier liquid on the intensity of the heat production by the particles.*

Mathematically this model presents a system of nonlinear differential equation of the particle rotating and its internal remagnetization under the alternating magnetic field. These equations have been solved numerically; intensity of the heat production in suspension of the particles in a carrier viscoelastic media has been calculated.

Keywords: *magnetic particles, oscillating field, hyperthermia effect*

Magnetic nanoparticles offer attractive possibilities in biomedicine [1-3]. First, they have controllable sizes ranging from a few nanometers up to tens of nanometers, which places them at dimensions that are smaller than or comparable to those of a cell (10–100nm), a virus (20–450 nm), a protein (5–50 nm) or a gene (2 nm wide and 10–100 nm long). This means that they can ‘get close’ to a biological entity of interest. Indeed, they can be coated with biological molecules to make them interact with or bind to a biological entity, thereby providing a controllable means of ‘tagging’ or addressing it. Second, magnetic nanoparticles can be manipulated by an external magnetic field gradient. This ‘action at a distance’, combined with the intrinsic penetrability of magnetic fields into human tissue, opens up many applications involving the transport and/or immobilization of magnetic nanoparticles, or of magnetically tagged biological entities. In this way they can be used to deliver a package (anticancer drug, a cohort of radionuclide atoms, etc.) to a targeted region of the body, such as a tumor. Third, the magnetic nanoparticles can be made to resonantly respond to a time-varying magnetic field, with advantageous results related to the transfer of energy from the exciting field to the nanoparticle.

Magnetic nanoparticles placed in alternating magnetic field can be used for destruction of cancer cells due to heat production (resulted both by the particle

internal remagnetization and its rotation) and the mechanical damage of the cell membrane caused by oscillation motion of the particle as well. The majority of works on the effect of magnetic hyperthermia deal with the spherical ferromagnetic nanoparticles. Magnetic nanoparticles can be used to destroy cancer cells by applying an external magnetic field at high frequency, which produces a local heating due to the lag between the magnetization and the field. More recently, some works have concluded that it was also possible to destroy the membranes of the cell thanks to a mechanical damage caused by the oscillating motion of the magnetic nanoparticles. The knowledge of the rheological properties of the cancer cells allows us to model the motion of the particles at the surface of the membrane and to get a better understanding of the mechanism. The magnetic nanoparticles have been the focus of much recent research because they possess attractive properties, which can be used in catalysis [4], biomedicine [5], magnetic resonance imaging, magnetic particle imaging [6].

Magnetic hyperthermia is based on the fact that magnetic nanoparticles, when subjected in an alternating magnetic field, produce heat [7- 8]. As a consequence, if magnetic nanoparticles are put inside a tumor and the whole patient is placed in an alternating magnetic field of well-chosen amplitude and frequency, the tumor temperature would raise. This could kill the tumor cells by necrosis if the temperature is above 45 °C, or could improve the efficiency of chemotherapy if the temperature is raised around 42 °C [9].

The key point for theoretical investigation of the hyperthermia effect in a magnetic suspension (magnetic fluid) is the system of equations of the system remagnetization under the alternating field. Its derivation requires a mesoscopic consideration: one needs to solve the problem of rotation of a magnetic Brownian particle in a liquid and its internal remagnetization. This issue was addressed many times from both phenomenological [10-12] and kinetic [13–14] positions. However, until now the solutions obtained were aimed at and used mostly for investigations of either the magnetoviscous effect or the induction of magnetic fluid hydrodynamic flows. As a result, heat generation under alternating magnetic field and the dependencies of the energy dissipation on the main field and particle parameters were not consistently studied whatsoever.

The response of a dilute assembly of magnetically rigid spherical Brownian particles, suspended in a fluid, to rotating magnetic field is analyzed by Raikher et al. [15]. This analysis studied the behavior of the specific loss power with respect to field amplitude and frequency and to temperature. Cēbers [16] introduced the study of dynamics of an active magnetic particle in a rotating magnetic field.

The temperature increase of magnetic nanoparticles is studied under an alternative magnetic field. This is usually done with spherical nanoparticles

whose diameter is around 10nm and at frequencies of a few hundred kilohertz. The energy dissipation of the particles under the alternating field comes from the lag between the magnetic moment and the value of the field, which itself is related to the kinetics of the particle rotation in the carrier liquid and its internal remagnetization as well. The heating effect of magnetic fluids in an alternating magnetic field is studied by Xuman Wang et al [17].

The size of the particles is near the threshold size between the single - and multi domain state. Experiments [1] indicate that these particles are able to internal remagnetization and, simultaneously, they can have some finite permanent magnetic moment.

In this paper, we present results of theoretical modeling of the heat production by an ellipsoidal magnetic particles placed in alternating magnetic field. We suppose that the particles experience the nonlinear, with respect to the applied field, magnetization and, additionally, they have a permanent magnetic moment.

Equations of the particle remagnetization.

We consider an ellipsoidal magnetic particles placed in alternating, linearly polarized magnetic field (Fig.1).

Let us suppose that the particle magnetization \mathbf{M} can be presented as

$$\mathbf{M} = \mathbf{m} + \mathbf{M}_r \tag{1}$$

Here \mathbf{M}_r is permanent remnant magnetization of the particle, \mathbf{m} is part of the total magnetization, which changes with the magnetic field. (the field induced magnetization).

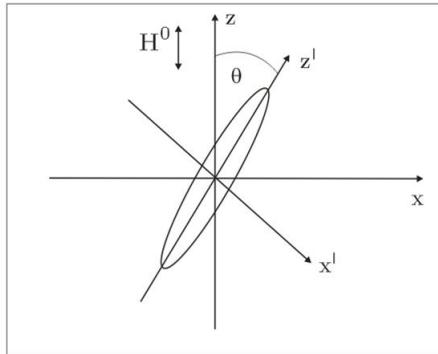


Fig.1 - Sketch of the nanoparticle and coordinates systems.

We suppose the following simplest law for the dynamics of the particle internal magnetization \mathbf{m} :

$$\tau \frac{d\mathbf{m}}{dt} + \mathbf{m} = \chi(H) \mathbf{H} \quad (2)$$

Here \mathbf{H} is magnetic field inside the particle, τ is characteristic time of its internal magnetization, χ is stationary magnetic susceptibility of the particle. Below we will use the well known Frohlich-Kennely approximation

$$\chi = \frac{\chi_0 M_s}{M_s + \chi_0 H}$$

Here χ_0 and M_s are the initial susceptibility of the particle material and its saturated magnetization respectively.

Let $H^0 = H_0 \cos(\omega t)$ be the external, with respect to the particle, oscillating magnetic field. The values of \mathbf{m} , \mathbf{H} and \mathbf{H}^0 are bounded by the following relation [18]:

$$H_{x'} + n_2 m_{x'} = -H^0 \sin \theta$$

$$H_{z'} + n_1 (m_{z'} + M_r) = H^0 \cos \theta \quad (3)$$

$$n_2 = \frac{1 - n_1}{2}$$

Here prime denotes a vector components in coordinate system connected with the particle (see Fig.1), n_1 and n_2 are components of the particle demagnetizing factor along and perpendicular to the particle main axis respectively.

Combining equations (1-3) we come to the following equations:

$$\tau \frac{dm_{x'}}{dt} + m_{x'} = \chi \left(-H_0 \cos(\omega t) \sin \theta - n_2 m_{x'} \right) \quad (4)$$

$$\tau \frac{dm_{z'}}{dt} + m_{z'} = \chi \left(H_0 \cos(\omega t) \cos \theta - n_1 (m_{z'} + M_r) \right)$$

The following relations between components of the vector \mathbf{M} in the laboratory (\mathbf{x}, \mathbf{z}) and bounded (\mathbf{x}', \mathbf{z}') coordinate systems are held:

$$m_x = m_{x'} \cos \theta + m_{z'} \sin \theta, \quad (5)$$

$$m_z = m_z' \cos \theta - m_x' \sin \theta$$

For maximal simplification of the mathematics, we will consider a sample with the shape of an ellipsoid of revolution. This shape allows us to use the well-known analytical form of the sample demagnetizing factor n_{\parallel} [18]. We suppose that the external magnetic field \mathbf{H}_0 is aligned along the main axis of the ellipsoid symmetry. The model is shown in Fig. 1. We suppose that the particle is placed in a Maxwell liquid with the viscosity η and time τ_v of the viscoelastic relaxation. The Maxwell model is the simplest one which allows us to take into account viscoelasticity of the biological and are liquid media.

In the framework of the Maxwell model equation of the particle rotation can be presented as

$$6\eta\delta \frac{d\theta}{dt} = -\mu_0 \left(1 + \tau_v \frac{d}{dt}\right) \left[(m_x + M_r \sin \theta) H_0 \cos(\omega t) \right] \quad (6)$$

Here, μ_0 is the vacuum permeability, δ is the particle shape factor

$$\delta = \frac{1}{3 n_{\parallel}}$$

Combining (1- 6) one can calculate the particle magnetization \mathbf{M} .

Temperature rise.

Loss of the particle magnetic energy for the time T can be calculated as:

$$U = -\mu_0 v_p \int m_z(t) dH = -\mu_0 v_p \int_0^T m_z(t) \cos \theta \frac{dH}{dt} dt \quad (7)$$

Here V_p is volume of the particle.

Intensity of the loss dissipation (dissipation per a unit of time) in the suspension is:

$$W = \frac{NU}{T} \quad , \quad (8)$$

where N is number of the particles in the suspension.

Rise of temperature for the time unit is

$$\delta\tau = \frac{1}{\pi c V} \int_0^\pi W d\theta_0 \quad , \quad (9)$$

$$c = c_p \varphi + c_f (1 - \varphi)$$

Here c_p and c_f are the specific heat capacity (per unit volume) of the particle material and the carrier fluid respectively, φ is the particle volume concentration, θ_0 is initial magnitude of the angle θ (initial condition for the equation (7)), V is volume of the system.

Combining equations (8-10), we get the intensity of the power production:

$$P = \frac{\mu_0 H_0 \omega \int_0^\pi (\int_0^\pi m_z(t, \theta_0) \cos \theta(t, \theta_0) \sin \omega t dt) d\theta_0}{\pi T c} \varphi \quad (10)$$

Here θ_0 is initial magnitude of the angle θ . We will suppose that the initial magnitudes of the vector \mathbf{m} equal to zero.

Results and discussions

We will consider suspension of iron particle in water and use the following magnitudes of the physical parameters of the system:

$$\eta = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}, H_0 = 9 \cdot 10^3 \text{ kA/m}, \chi_0 = 12, \varphi = 0.01, M_r = 250 \text{ A/m},$$

$$\tau = 2 \cdot 10^{-3}, \tau_v = 10^{-2} \text{ s}.$$

The particle concentration $\varphi = 0.01$ and the used strength H_0 of the field amplitude are quite typical for the suspensions used in the hyperthermia experiments [1].

Figure 2 shows the results of calculations of the intensity of the power production P as a function of the frequency ω of the field oscillations for two types of the particle magnetization (with the permanent and field induced magnetization). Results of calculation of the intensity of the energy dissipation P for the magnetizable particles of two aspects shapes are shown in Fig. 3.

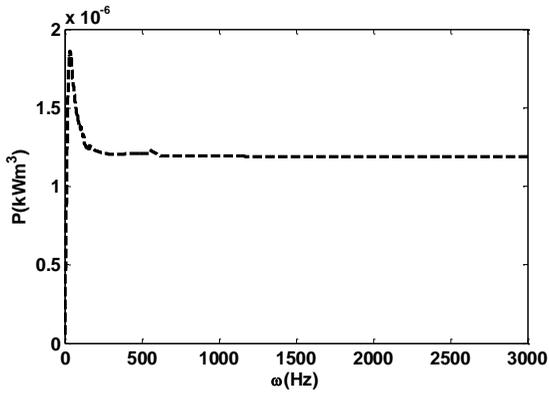


Fig.2a Power dissipation vs. the field frequency ω of the magnetic field. Particle has only the permanent remnant magnetization M_r .

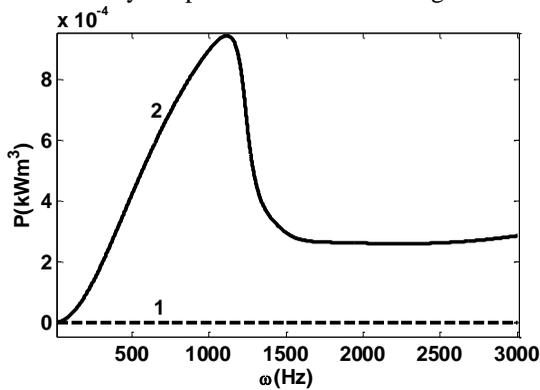


Fig.2b Same as in Fig.2a. Curve 1 – the particle has only the permanent remnant magnetization M_r ; Curve 2 – permanent and the field induced magnetization. The carrier liquid is Newtonian ($\tau_v=0$). The particle aspect ratio of the major to the minor axis $r = 6.8$.

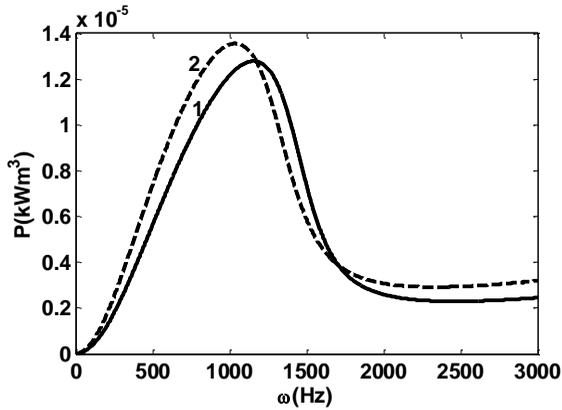


Fig.3 Same as in Fig.2b for the particle with the field-induced magnetization. Figures near the curve 1 and 2 : the particle aspect ratio $r = 5.2$ and 8.6 respectively.

Figure 4 shows the power dissipation vs. the field frequency obtained in the Newtonian and Maxwell models. The results show that the dissipation in the Newtonian model is more than that in the viscoelastic one.

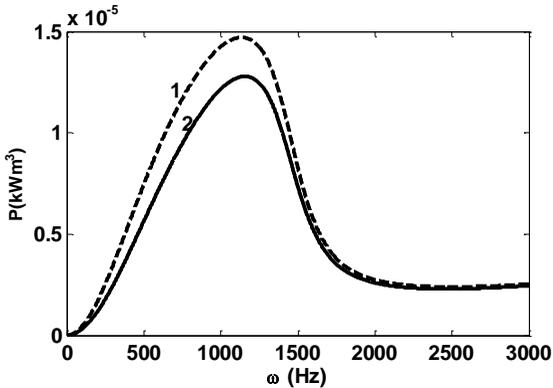


Fig.4 The power dissipation vs. the field frequency for fluid: 1- Newtonian fluid ($\tau_v=0$) and 2-Maxwell ($\tau_v = 10^{-2}$ sec) fluid, at θ .

Figure 5 demonstrates results of calculations of the power dissipation for the particle in viscoelastic liquid with $\tau_v = 10^{-2}$ sec for various initial angles θ_0

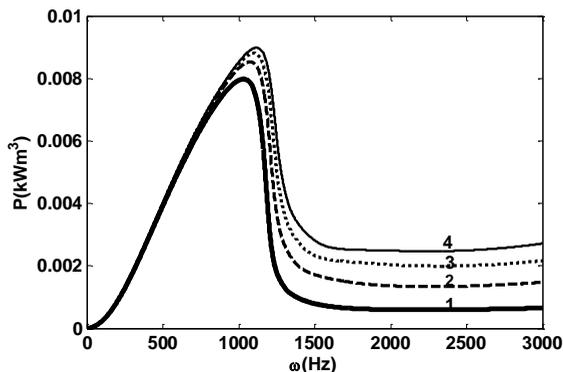


Fig.5 Power dissipation vs. the field frequency for different values of initial θ_0 . Figures near curves 1,2,3,4 correspond to θ respectively.

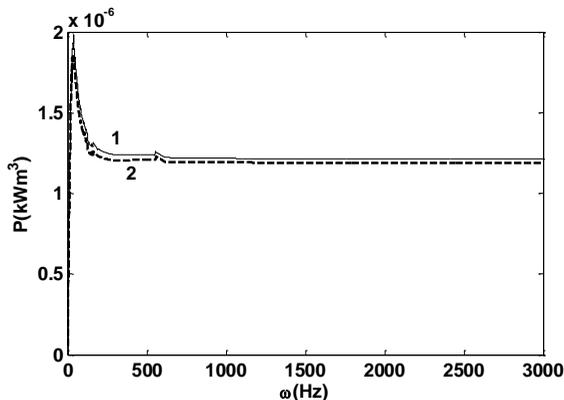


Fig.6a Power dissipation vs. frequency. 1 and 2- the non magnetizable particles ($m_x=m_z=0$) with the permanent magnetic moment M_r in the Newtonian and Maxwell liquids respectively.

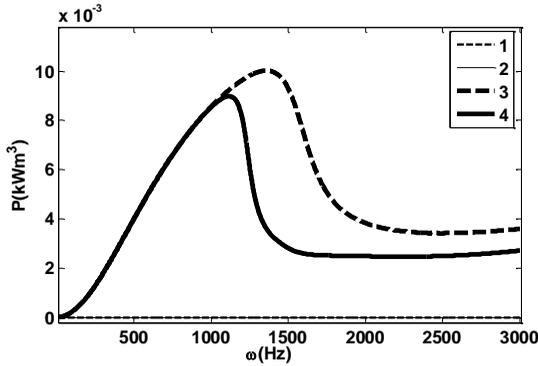


Fig.6 b Same as in Fig.6a for the magnetizable particle (line 1) and the particle with the permanent magnetic moment M_r (line 2) in the Newtonian and Maxwell liquids. Lines 3 and 4 - the magnetizable particle in the Newtonian ($\tau_v=0$) and in the Maxwell liquids ($\tau_v= 10^{-2}$ sec) respectively. The power dissipation, averaged over the initial angles θ_0 , is shown in Fig.7.

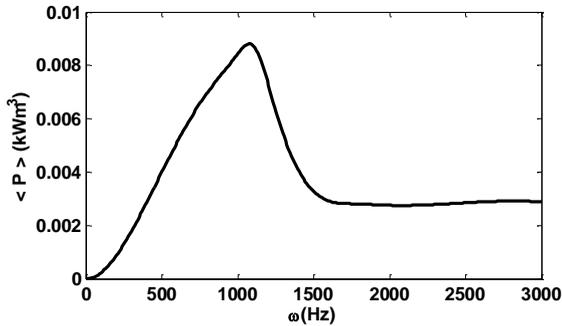


Fig.7 Average of Power dissipation vs. the field frequency in Maxwell fluid at ($\tau_v= 10^{-2}$ sec).

Conclusions

The results of a theoretical study on the effect of alternating magnetic fields, consisting of magnetic nanoparticles, on the hyperthermia effect produced by magnetic particles under the action of oscillating magnetic field is presented. Calculations show that the produced thermal effect increases with the particle elongations and decreases with the time of viscoelastic relaxation of the carrier liquid

References

1. Wang B., Rheology and Magnetolysis of Tumor Cells. Phd dissertation, University de Nice-Sophia Antipolice UFR Sciences, France. 2012
2. Pankhurst Q.A., Connolly J., Jones S. K., Dobson J. Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 2003, 36R167–R181.
3. Trahms L., Biomedical Application of Magnetic Nanoparticles, in *Lecture Notes in Physics 763, Colloidal Magnetic Fluids* (Ed. S.Odenbach), 2009.
4. Lu A.H, Schmidt W., Matoussevitch N, Bönemann H, Spliethoff B, Tesche B, et al. Nanoengineering of a Magnetically Separable Hydrogenation Catalyst. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2004, 20;43:4303–6.
5. Gupta A.K, Gupta M. Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications. *Biomaterials.* 2005, 26, 3995–4021.
6. Gleich B., Weizenecker J., Tomographic imaging using the nonlinear response of magnetic particles. *Nature.* 2005, 30(435), 1214–7.
7. Armijo L.M., Brandt Y.I., Mathew D., Yadav S., Maestas S., Rivera A.C. Iron Oxide Nanocrystals for Magnetic Hyperthermia Applications. *Nanomaterials.* 2012, 2(2), 134–46.
8. Nedelcu G. Magnetic nanoparticles impact on tumoral cells in the treatment by magnetic fluid hyperthermia. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 2008, 3 (3), 103 - 107.
9. Habash R.W.Y., Bansal R., Krewski D., Alhafid H. T. Thermal therapy, part 1: an introduction to thermal therapy. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 2006; 34(6):459–89.
10. Shliomis M.I. Effective viscosity of magnetic suspensions. *Sov. Phys.-JETP*, 1972, 34(6), 1291-1294.
11. Shliomis M.I. Non-linear effects in suspension of ferromagnetic particles under action of a rotating magnetic field. *Sov. Phys.- Doklady*, 1975, 19(10), 686-687.
12. Levi A. C., Hobson R. F., and McCourt F. R., *Can. J. Phys.* 51, 1973, 180.
13. Shliomis M.I., Lyubimova T.P., Lyubimov D.V.. *Ferrohydrodynamics: An essay on the progress of ideas.* *Chem. Eng. Comm.* 1988, 67, 275.
14. Felderhof B.U. Nonlinear response of a dipolar system with rotational diffusion to a rotating field *Phys. Rev. E* 66, 051503 (2002).
15. Raikher Yu. L., Stepanov V. I., Power losses in a suspension of magnetic dipoles under a rotating field, *Physica review E.* 2011, 83, 021401.
16. Cebers A., Ozols M., Dynamics of an active magnetic particle in a rotating magnetic field, *Physical Review E*, 2006 73, 021505.

17. Wang X., Gu H, Yang Z. The heating effect of magnetic fluids in an alternating magnetic field, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2005, 293, 334–340.

18. L.D. Landau & E.M. Lifshitz Electrodynamics of Continuous Media. Pergamon Press 1960.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ НА РУССКОМ

А.Ю. Зубарев, А.Ф. Абу-Бакр

ФГАОУ ВПО «УрФУ»

**ЭФФЕКТ ГИПЕРТЕРМИИ, ПРОИЗВОДИМЫЙ
НЕСФЕРИЧЕСКИМИ МАГНИТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ**

Аннотация. Мы представляем результаты теоретического моделирования тепловыделения в разреженной суспензии стержнеобразных ферромагнитных частиц под действием линейно-поляризованного переменного магнитного поля. Рассмотрены два механизма тепловыделения, а именно - вращение частиц в вязкой жидкости и их внутреннее премагничивание. Мы изучаем влияние формы частицы, их магнитных свойств и реологических свойства несущей жидкости на интенсивность производства тепла частицами.

Математически модель представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих вращение частиц и их внутреннее премагничивание под действием переменного магнитного поля. Эти уравнения решены численно; рассчитана интенсивность производства тепла в суспензии частиц в вязкоупругой среде как в виде функции от частоты и амплитуды приложенного поля.

Ключевые слова: магнитные частицы, переменное поле, гипертермический эффект.

УДК 621.783.223:004.942

А.Н. Калитаев, В.Д. Тутарова, Р.А.Закирова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА СЛЯБОВЫХ ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

***Аннотация.** В статье рассмотрена математическая модель нагрева слябовой заготовки в методической печи, в основу которой положено двумерное уравнение теплопроводности с излучением на границах. Для решения данного уравнения предлагается использовать метод прогонки и метод простых итераций. Приведены исходные данные для моделирования и результаты работы программного обеспечения на основе созданной модели.*

***Ключевые слова:** методическая печь, математическая модель, температурное поле.*

В промышленных странах прокатке подвергается более 80 % стали. Одним из технологических процессов прокатки является нагрев слябов в методических печах. Нагрев слябов перед прокаткой должен обеспечивать пластичность, хорошее качество стали и наименьшее сопротивление деформации. Чем выше температура нагрева, тем меньше расход энергии при прокатке. В этом случае при увеличенных обжатиях уменьшаются случаи поломок валков и других деталей стана. Нагрев также должен обеспечить повышение механических свойств, уменьшение чувствительности стали к флокенам и др. [1].

Продолжительность нагрева металла определяется физико-химическими свойствами нагреваемой стали, температурными условиями, зависящими от конструкции печи, расположения металла в печи, формы и размеров нагреваемых изделий и др.

В зависимости от того, правильно ли слябы подверглись нагреву, равномерна ли температура на поверхности и внутри сляба, отсутствуют ли окалины на поверхности сляба, нагрет ли сляб до заданной температуры зависит качество получаемого проката. Кроме того, на нагрев слябов уходит большое количество топлива (природного и доменного газов). Нерациональный их расход приведет к повышению затрат.

В связи с этим задача описания математической модели процесса нагрева слябовых заготовок в методической многозонной печи и разработки на ее основе программного обеспечения является актуальной.

Сляб нагревается в печи, в которой осуществляется конвективный и лучистый теплообмен. Во внешнем теплообмене большую долю составляет лучистый теплообмен, так как температура среды превышает 800 °С, внутренний теплообмен происходит за счет нестационарной теплопроводности. Схема теплообмена изображена на рис. 1.

В процессе нагрева заготовки в печи можно выделить три периода.

Первый период – постепенный нагрев, необходим для того, чтобы не возникли сильные термические напряжения.

Второй период – интенсивный нагрев. Цель его – максимально быстро нагреть тело до заданной температуры поверхности. Окончание второго периода – при достижении телом заданной температуры. Теплообмен от печи к поверхности заготовки происходит за счет излучения и конвекции, внутренний от поверхности к центру заготовки – за счет передачи тепла теплопроводностью.

Третий период – период выдержки, до момента достижения температуры центра заданного значения при поддержании постоянной температуры поверхности.

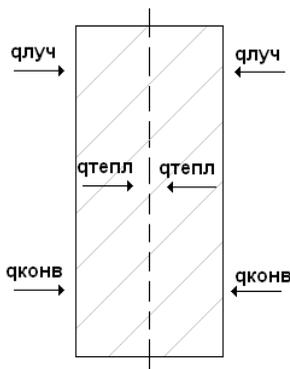


Рисунок 1 - Схема внешнего и внутреннего теплообмена

Необходимо рассмотреть процесс теплопереноса в пластине, на двух границах которой осуществляется теплообмен с внешней средой за счет излучения и конвекции. Область решения имеет вид, изображенный на рис. 2.

Математическая постановка задачи отражена в формуле (1).

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right), \begin{cases} 0 < x < L \\ 0 < y < H \end{cases} \quad (1)$$

Начальные и граничные условия описаны системой ограничений (2).

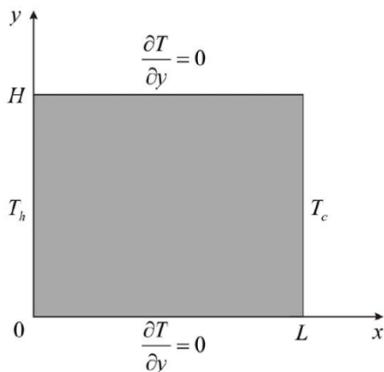


Рисунок 2 - Область решения

$$t = 0: T = T_0, 0 \leq x \leq L, 0 \leq y \leq H$$

$$x = 0 : -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \kappa_1(T^{e1} - T) + \varepsilon \sigma \left((T^{e1})^4 - T^4 \right), t > 0, \kappa_1 > 0$$

$$x = L : \frac{\partial T}{\partial x} = 0, t > 0 \tag{2}$$

$$y = 0 : \frac{\partial T}{\partial y} = 0, t > 0$$

$$y = H : \lambda \frac{\partial T}{\partial y} = \kappa_2(T^{e2} - T) + \varepsilon \sigma \left((T^{e2})^4 - T^4 \right), t > 0, \kappa_2 > 0$$

Рассматриваемая задача объединяет в себе постановки двумерной задачи теплопроводности для однородного тела и одномерного уравнения теплопроводности с нелинейными граничными условиями (излучение на границе). Для решения сформулированной задачи (1), (2) вводится равномерная пространственно-временная сетка.

Дискретизация уравнения (1.7) проводится на основе локально одномерной схемы Самарского. Решение полученных систем линейных алгебраических уравнений проводится методом прогонки, при этом необходимо учесть, что на границе присутствует излучение, которое моделируется нелинейным соотношением, поэтому используется метод простых итерации.

Для аппроксимации дифференциального уравнения (1) МКР вводится пространственно-временную сетку с координатами, описанные равенством (3).

$$\begin{aligned} x_i &= (i-1) \cdot h_x, & y_j &= (j-1) \cdot h_y, & t_n &= n \cdot \tau \\ i &= \overline{1, N_x}; & j &= \overline{1, N_y}; & n &= \overline{0, K} \end{aligned} \quad (3)$$

где h_x, h_y – шаги сетки по координатам x, y соответственно; τ – шаг по времени, с.

Т.е. вся расчетная область, изображенная на рис..2, покрывается сеткой, как это изображено на рис..3.

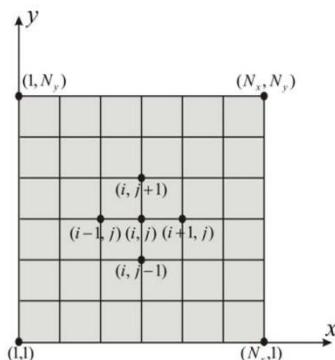


Рисунок 3 - Разностная сетка области решения

Вводится следующее обозначение: $T(x_i, y_j, t_n) = T_{i,j}^n$.

Схема Самарского является абсолютно устойчивой и обладает свойством суммарной аппроксимации.

Сущность этого подхода состоит в том, что шаг по времени реализуется в два этапа – на промежуточном временном шаге проводится дискретизация двумерного уравнения (1) только в направлении оси x и получается одномерное уравнение, после его решения проводится вновь дискретизация уравнения (1), но уже в направлении оси y и, при решении полученного одномерного уравнения, определяется поле температуры на целом шаге по времени.

$$\rho \cdot c \frac{T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - T_{i,j}^n}{\tau} = \lambda \cdot \left(\frac{T_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2 \cdot T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + T_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_x^2} \right) \quad (4)$$

$$\rho \cdot c \frac{T_{i,j}^{n+1} - T_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau} = \lambda \cdot \left(\frac{T_{i,j+1}^{n+1} - 2 \cdot T_{i,j}^{n+1} + T_{i,j-1}^{n+1}}{h_y^2} \right) \quad (5)$$

Разностные уравнения (4), (5) сводятся к стандартному трехдиагональному виду и решаются последовательно методом прогонки одномерного уравнения теплопроводности [2].

Для описания процесса нагрева были разработаны функциональные схемы в соответствии с методологией IDEF0, фрагменты которых приведены на рис. 4 и 5.



Рисунок 4 - Функциональная схема первого уровня детализации

На основе модели [3] разработано программное обеспечение для моделирования процесса нагрева слябовых заготовок в методической печи с использованием среды разработки Delphi Embarcadero XE4. Рассмотрим пример работы программного обеспечения. В качестве исходных данных использовались следующие данные [4]: методическая печь – четырех зонная: первая зона – методическая; вторая зона – сварочная; третья зона – сварочная; четвертая зона – томильная; режим нагрева – 1 гр. хп.: температура поверхности сляба в методической зоне –

400 °С; температура в первой сварочной зоне – 1050 °С; температура во второй сварочной зоне – 1220 °С; температура поверхности сляба в томильной зоне – 1100 °С; топливо – смесь газов теплотой сгорания 6,5 МДж; влажность топлива 30 г/м³; коэффициент избытка воздуха – 1,1; марка стали – 10; размеры – 2500x1200x250 мм; временной интервал моделирования 5 минут.

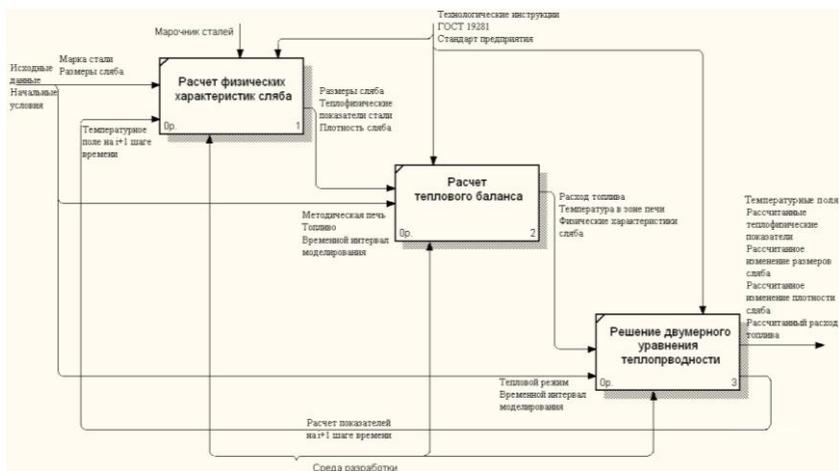


Рисунок 5- Функциональная схема второго уровня детализации

Для моделирования второго нагрева использовалась марка стали на 15к.

Для моделирования третьего нагрева использовалась режим нагрева 2гр. хп.

Смоделированное время нагрева для первого примера – 165 минут, для второго – 155 минут, для третьего – 200 минут.

Время перехода сляба в различные зоны печи следующее: в первую сварочную зону у первого сляба – на 25 минуте нагрева, у второго – на 25 минуте, у третьего – на 45 минуте; во вторую сварочную зону у первого сляба – на 90 минуте нагрева, у второго – на 75 минуте, у третьего – на 90 минуте; в томильную зону у первого сляба – на 120 минуте нагрева, у второго – на 100 минуте, у третьего – на 120 минуте; выдача первого сляба происходит на 165 минуте, второго – на 155 минуте, у третьего – на 200 минуте.

Переход в различные зоны печи зависит от температуры, до которой нагревается поверхность сляба.

Более поздний переход в первую сварочную зону третьего сляба объясняется тем, что его поверхность нагревается до более высокой

температуры в методической зоне, по этой же причине он находится меньше в сварочных зонах, т.к. его поверхность нагрета сильнее.

Время нахождения в томильной зоне также зависит от значения температуры, до которой нагревается весь сляб.

Графики изменения температуры изображены на рис.6, где введены следующие обозначения: а – график изменения температур первого сляба; б – график изменения температур второго сляба; в – график изменения температур третьего сляба; 1 – температура в зоне печи; 2 – температура поверхности сляба; 3 – средняя температура сляба; 4 – температура в центре сляба.

После нагрева в сварочной зоне поверхность сляба имеет температуру большую, чем в центре. Это объясняется тем, что в сварочной зоне идет интенсивный нагрев сляба за счет теплового излучения от горелок, а перенос тепла в центр за счет теплопроводности еще не завершен.

Для выравнивания температуры сляба предназначена томильная зона, в которой при постоянном тепловом потоке идет перенос тепла с поверхности в центр сляба.

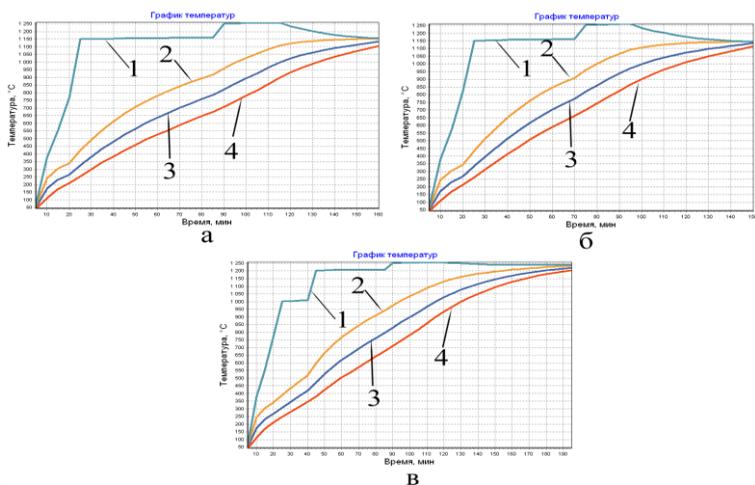


Рисунок 6 - Графики изменения температуры

Кроме того на время нагрева влияют физические характеристики стали, такие как теплоемкость, теплопроводность, плотность. При этом значения этих показателей также зависят от температуры. Графики изменения теплоемкости стали изображены на рис.7.

Чем больше значение коэффициента теплоемкости, тем больше теплоты необходимо для нагрева сляба. Из рис.7 видно, что для второго

сляба марки стали 15к необходимо меньше теплоты, т.к. он имеет меньшее значения теплоемкости. На теплоемкость в первую очередь влияет химический состав стали, в основном от содержания углерода.

Программное обеспечение позволяет строить также графики изменения теплопроводности и плотности стали. Чем выше плотность, тем медленнее происходит нагрев. Плотность стали также зависит от химического состава стали, в основном от содержания кремния марганца и углерода. Углерод снижает плотность стали, а марганец и кремний – увеличивают.

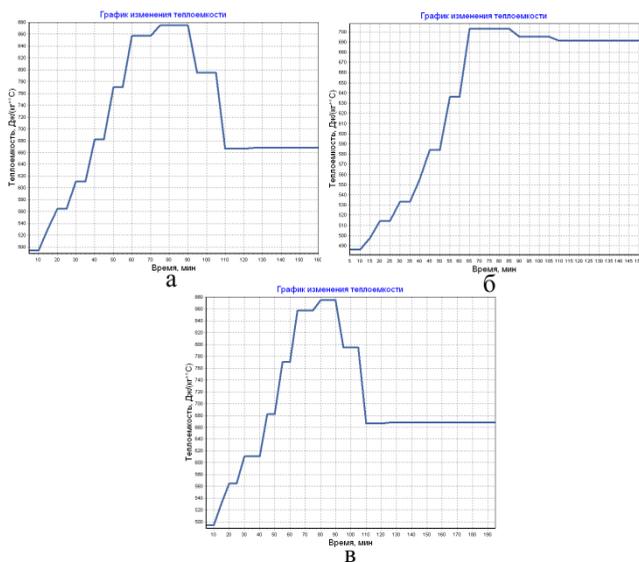
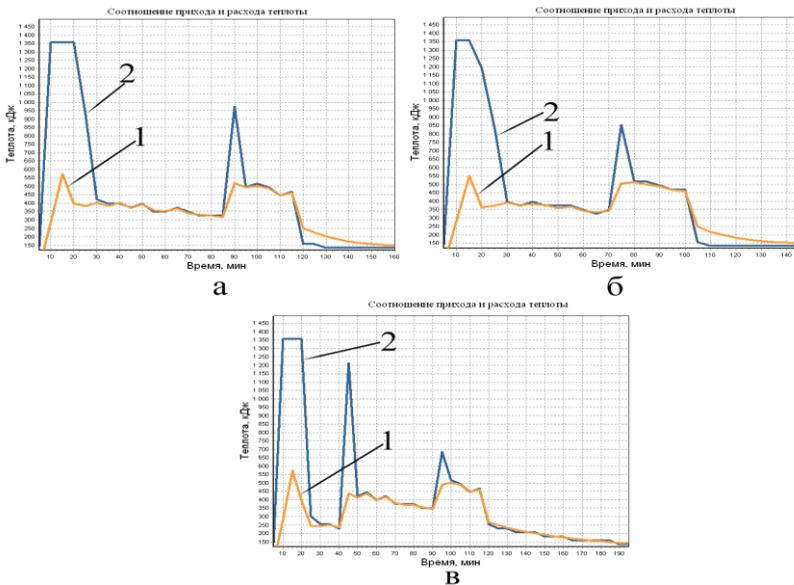
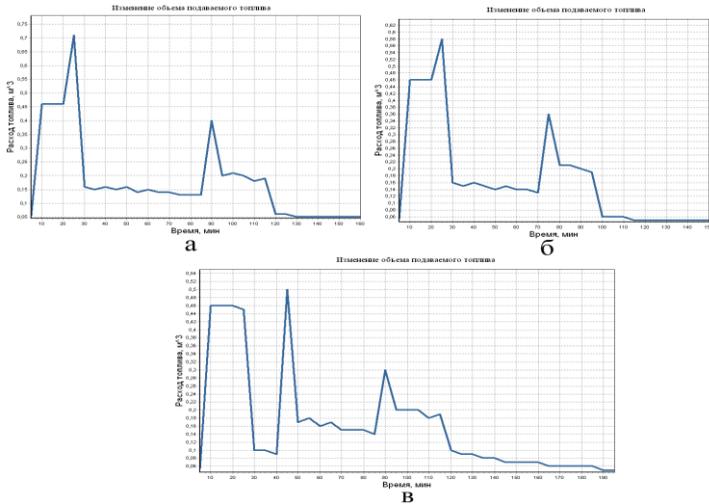


Рисунок 7- Графики изменения теплоемкости

В результате работы программы было определено изменение объема подаваемого топлива: расход топлива на тонну стали для первого сляба составляет 291,53 м³, для второго – 261,53 м³, третьего – 318,00 м³. Расход топлива завит от теплового режима нагрева сляба, от физических свойств стали и, естественно, от используемого топлива, рис. 8 и 9. На рис. 9 цифры обозначают: 1 – суммарный расход теплоты на определенный момент времени; 2 – суммарный приход теплоты на определенный момент времени.



Превышение суммарного расхода объясняется тем, что при холодном посадке идут значительные потери теплоты на нагрев зоны методической печи. При переходе из второй сварочной зоны в томильную зоны затраты

теплоты меньше за счет отдачи части теплоты слябом в окружающую среду.

Таким образом, предложенная математическая модель процесса нагрева слябовых заготовок в методической многозонной печи и созданное на ее основе программное обеспечение позволит правильно выбрать технологические условия для нагрева слябов, что снизит расход энергии при прокатке и обеспечит повышение механических свойств готовой продукции.

Библиографический список

1. Тайц Н.Ю., Розенграт Ю.И. Методические нагревательные печи: Metallurgizdat, 1964. – 408 с.
2. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: Учебное пособие. – Томск:ТПУ, 2007. – 172 с.
3. Бажуков Д.О., Калитаев А.Н., Тутарова В.Д. Математическое моделирование нагрева сляба в методической печи. Наука и производство Урала. 2013. № 9. С. 153-158.
4. Якушев Е.В. Нагрев металла в методической печи №1 стана 2800 ЛПЦ-1. Технологическая инструкция ВТИ 13657842-П.ГЛ1-01-2008. – Новотроицк, 2008

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A.N.Kalitaev, V.D.Tutarova, R.A.Zakirova
NMSTU, Magnitogorsk

MATHEMATICAL MODELING OF HEATING OF A SLAB IN THE METHODOICAL FURNACE

Abstract. In the article the mathematical model of heating slab, billet continuous furnace, based on the two-dimensional equation of heat conductivity with the emission limits. For the solution of this equation is proposed to use the method of driving and the method of simple iterations. The initial data for modeling and the results of the work of the software on the basis of the established model.

Key words: methodical furnace, mathematical model, temperature field.

НЕЙРОСЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ПОЖАРОВ

Аннотация: Актуальность статьи обусловлена необходимостью рассмотрения альтернативных методов прогнозирования при работе с показателями, которые имеют большую изменчивость в рассматриваемом периоде. В качестве одного из таких способов исследования рассматривается применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования основных показателей городских пожаров на примере Пензенской области.

Ключевые слова: нейронные сети, прогнозирование, городские пожары.

Городские пожары наносят большой ущерб экономике региона и страны в целом. Ущерб, наносимый городскими пожарами - это не только сгоревшие здания и погибшие люди, но и затраты связанные с тушением и ликвидацией последствий пожаров.

Пензенская область включает в себя 27 муниципальных образований и 4 административных района города Пензы. Имеются ежегодные статистические данные по пожарам в каждом муниципальном образовании и административных районах города Пензы: ущерб от пожаров (тыс.руб.), уничтожено зданий (сооружений), количество пожаров (шт.), травмировано людей (чел.), гибель людей (чел.) за период с 2004 по 2013 годы (рисунок 1).

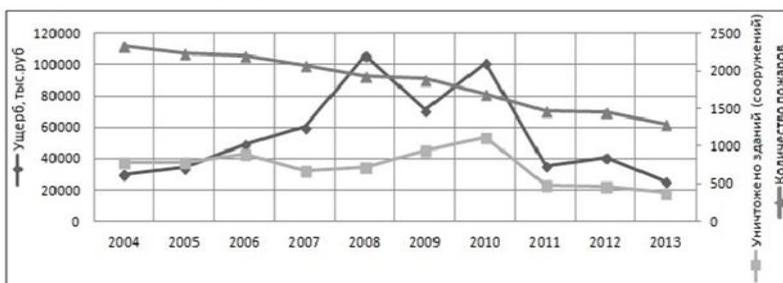


Рисунок 1 – Основные показатели по городским пожарам в регионе

В Пензенской области за 2013 год произошло 1292 пожара, что на 11% меньше чем за 2012 год. Количество погибших на пожарах также имеет тенденцию на снижение с 148 до 114 человек. Наибольшее снижение наблюдается по показателю «Ущерб» с 40557 до 25329 тыс. рублей, или на 48%.

Из статистических данных Министерства по чрезвычайным ситуациям Пензенской области следует, что за 11 месяцев 2013 года оперативная обстановка с пожарами и последствиями от них оставалась стабильной, при этом наблюдалось улучшение по всем показателям, за исключением последнего (сравнение с аналогичным периодом прошлого года представлено в таблице 1).

Таблица 1 – Сравнительные показатели городских пожаров

Показатель	11 месяцев 2012	11 месяцев 2013
Количество пожаров	1264	1151
Количество погибших на пожарах, чел.	123	104
Количество травмированных на пожарах, чел.	83	77
Количество спасенных на пожарах, чел.	506	379
Количество спасенных материальных ценностей, тыс. руб	112914	83489

Проведем анализ тенденции и динамики показателей по городским пожарам в Мокшанском районе – одном из 27 муниципальных образований и Железнодорожном районе – одном из 4 административных районов города Пензы. Для наглядности покажем основные показатели Мокшанского и Железнодорожного районов на графиках (рисунок 2).

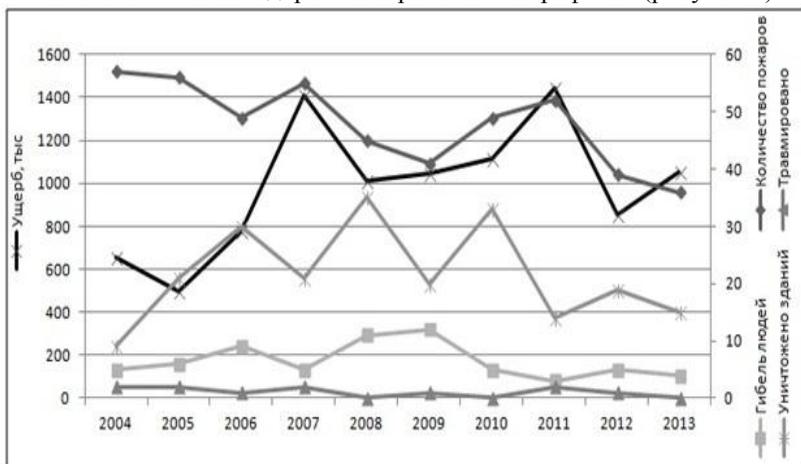


Рисунок 2 – Основные показатели по городским пожарам в Мокшанском районе

Из рисунков 1-3 следует, что данные показатели городских пожаров имеют большую изменчивость в рассматриваемом периоде. Поэтому для прогнозирования этих показателей достаточно сложно использовать традиционные методы. В работе в качестве альтернативного способа исследования представленных показателей и прогнозирования их на следующий год рассматривается применение искусственных нейронных сетей.

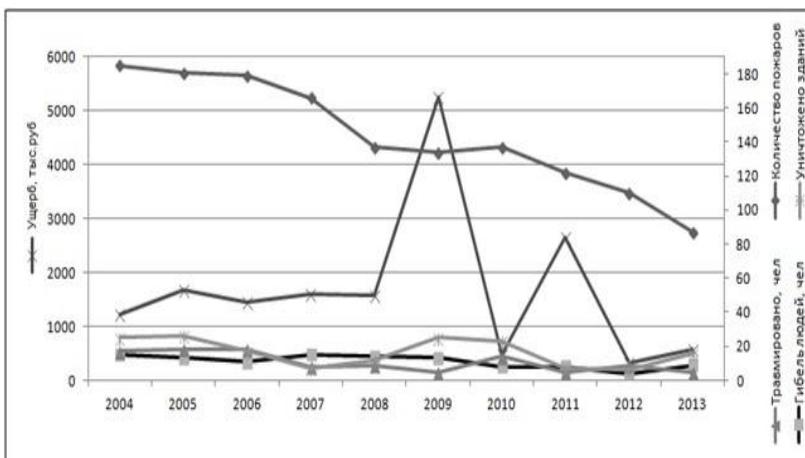


Рисунок 3 – Основные показатели по городским пожарам в Железнодорожном районе

В качестве примера рассмотрим показатель «Количество пожаров» для группы муниципальных образований, в которую вошли: Белинский, Башмаковский, Пачелмский, Колышлейский, Лопатинский, Шемышейский, Вадинский, Сосновоборский, Наровчатский, Бековский, Иссинский, Спасский, Неверкинский, Тамалинский, Малосердобинский и Камешкирский районы.

Для задач временных рядов Мастер решений нейронных сетей требует определить число тактов временного ряда, которое будет использоваться в качестве входа нейронной сети. Так как в нашем случае данные представляют собой ежегодные данные по 16 муниципальным образованиям (16 тактов) (рисунок 4).

	Кол-во пожаров
7. Белинский	43
5. Башмаковский	66
25. Пачелмский	45
15. Колышлейский	38
17. Лопатинский	37
31. Шемышейский	35
9. Вадинский	28
28. Сосновоборский	34
21. Наровчатский	22
6. Бековский	33
12. Иссинский	32
29. Спасский	22
22. Неверкинский	29
30. Тамалинский	19
20. Малосердобинский	24
14. Камешкирский	29
7. Белинский	38
5. Башмаковский	55
25. Пачелмский	42
15. Колышлейский	42

Рисунок 4 – Таблица исходных данных

Проанализируем полученные результаты. Для этого построим график фактических и предсказанных значений за 2013 год (рисунок 5).

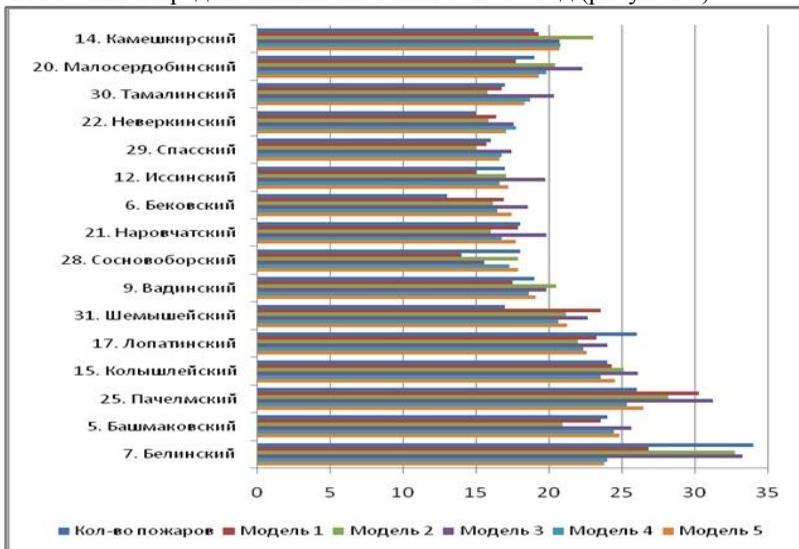


Рисунок 5 – Фактические и предсказанные значения за 2013 г.

Из рисунка видно, что фактические и предсказанные значения отличаются незначительно, что свидетельствует о высоком качестве

построенных моделей. Это подтверждается описательной статистикой моделей (рисунок 6).

	Регрессия (1-5) (0-40)				
	Кол-во пожаров.1	Кол-во пожаров.2	Кол-во пожаров.3	Кол-во пожаров.4	Кол-во пожаров.5
Среднее данных	27,74306	27,74306	27,74306	27,74306	27,74306
Ст.откл. данных	8,69446	8,69446	8,69446	8,69446	8,69446
Среднее ошибки	-0,65746	-0,21050	0,38650	-0,45311	-0,50168
Ст.откл. ошибки	4,80685	4,42832	4,79939	5,28604	5,13531
Среднее абсолютной ошибки	3,41590	3,15041	3,76080	3,90711	3,67647
Отношение ст.откл.	0,55286	0,50933	0,55201	0,60798	0,59064
Корреляция	0,83337	0,86071	0,83422	0,79400	0,80697

Рисунок 6 – Описательная статистика за 2004 - 2013 гг.

Из таблицы (рисунок 6) следует, что коэффициент корреляции у второй модели составляет 0,86, что свидетельствует об очень сильной связи между фактором и показателем. Это значит, что вторая модель подходит для дальнейшей работы, и мы можем спрогнозировать количество пожаров по этой модели для данной группы.

Рассмотрим архитектуру наилучшей сети (рисунок 7). Архитектура сети - это способ организации и связи отдельных элементов нейросети (нейронов).

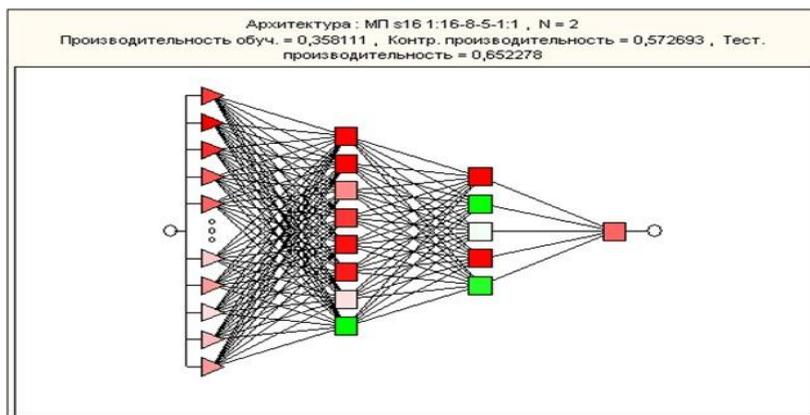


Рисунок 7 – Архитектура сети

Треугольники указывают на входные нейроны. Эти нейроны не осуществляют преобразований, а просто подают входные значения в сеть. Квадраты соответствуют элементам с синоптической функцией.

Уровни активации показаны цветом - красным для положительной активации, зеленым для отрицательной.

Построим прогноз на 2014 год по второй модели. В результате получим график количества городских пожаров на 2014 год (рисунок 8).

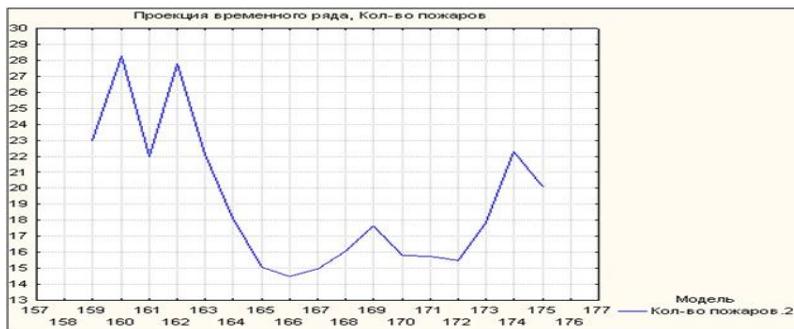


Рисунок 8 – Прогноз количества пожаров на 2014 год

Прогнозные значения количества городских пожаров для первой группы районов представлены в таблице 2. Значения начинаются со 161 в силу особенностей работы в STATISTICA Neural Networks.

Таблица 2 – Прогнозные значения количества пожаров на 2014 г для первой группы

Проекция временного ряда	Районы	Кол-во пожаров
161	7. Белинский	28
162	5. Башмаковский	22
163	25. Пачелмский	28
164	15. Кольшлейский	22
165	17. Лопатинский	18
166	31. Шемышейский	15
167	9. Вадинский	14
168	28. Сосновоборский	15
169	21. Наровчатский	16
170	6. Бековский	18
171	12. Иссинский	16
172	29. Спасский	16
173	22. Неверкинский	15
174	30. Тамалинский	18
175	20. Малосердобинский	22
176	14. Камешкирский	20

Таблица 3 – Прогнозные значения на 2014 год по районам Пензенской области

№ п/п	Район	Прогноз на 2014 год				
		Кол-во пожаров, шт.	Ущерб, тыс .руб.	Уничтож. зданий, шт.	Травмир. людей, чел.	Гибель людей, чел.
1	Ленинский	41	2921	6	4	7
2	Октябрьский	105	275	3	7	8
3	Железнодорожный	85	1340	13	6	7
4	Первомайский	68	3687	7	8	6
5	Башмаковский	22	182	7	8	8
6	Бековский	18	545	9	0	2
7	Белинский	28	778	16	1	8
8	Бессоновский	62	651	20	4	11
9	Вадинский	15	515	4	2	2
10	Городищенский	62	550	26	3	6
11	Земетчинский	38	2076	43	1	4
12	Иссинский	16	782	4	1	1
13	Каменский	62	1910	11	4	10
14	Камешкирский	20	888	6	0	2
15	Кольшлейский	22	1676	5	2	3
16	Кузнецкий	120	391	20	10	9
17	Лопатинский	18	272	6	3	4
18	Лунинский	35	4468	40	0	3
19	Мокшанский	36	884	3	1	6
20	Малосердобинский	22	596	5	1	4
21	Наровчатский	16	383	5	0	3
22	Неверкинский	15	369	6	0	1
23	Нижнеомовский	39	2169	10	5	9
24	Никольский	39	1064	25	4	5
25	Пачелмский	28	1390	4	0	6
26	Пензенский	67	1456	27	4	7
27	Сердобский	39	732	4	8	6
28	Сосноборский	15	644	7	2	3
29	Спасский	16	549	6	1	3
30	Гамалинский	18	330	10	1	2
31	Шемышейский	15	696	8	1	2
	Всего	1202	35169	366	92	158

Проделав те же самые действия с другими группами показателей «Количество пожаров», «Ущерб», «Уничтожено зданий», «Травмировано людей» и «Гибель людей» получим прогнозные значения по каждому показателю. В таблицу 3 сведены прогнозные значения на 2014 год по каждому показателю по всем муниципальным образованиям и административным районам города.

В результате исследований получены сети, пригодные для прогноза, ошибки которых не превышают 7-15%. По описательной статистике определены сети с наилучшими показателями (коэффициенты корреляции, ошибки прогноза) и эти сети использовались для построения прогнозов.

По построенным сетям получены прогнозные показатели городских пожаров: ущерб от пожаров (тыс. руб.); уничтожено зданий (сооружений); количество пожаров (шт.); травмировано людей (чел.); гибель людей (чел.) на 2014 год.

Полученные прогнозные показатели позволяют муниципальным образованиям спланировать оптимальные средства в бюджетах различных уровней для предупреждения городских пожаров, тушения и ликвидации их последствий, а также помощи пострадавшим людям.

Библиографический список

1. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных/ Под редакцией В.П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392с.
2. Козлов А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. Статистический анализ данных в MS Excel. Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012.–320с.
3. Мхитарян В.С., Шишов В.Ф., Козлов А.Ю. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2012.– 416с.
4. Шишов В.Ф. Оценка величины ущерба от аварий, передаваемого на перестрахование.//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, т.2 №9 (13), 2013.
5. ГУ МЧС России по Пензенской области (Итоги работы за 2013 год). – URL: <http://www.58.mchs.gov.ru/activities/detail.php?ID=22478>

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

A.Yu. Kindayev, V.F. Shishov

FGBOU VPO "PenzSTU", Penza

NEURAL NETWORK AS A FORECASTING TOOL FOR CITY FIRES

Abstract: *Relevance of article is caused by need of consideration of alternative methods of forecasting during the work with indicators which have big variability in the considered period. In qualities of one of such ways of research of data application of artificial neural networks for forecasting of the main indicators of city fires on the example of the Penza region is considered.*

Keywords: *neural networks, forecasting, city fires.*

УДК 519.876.5 + 621.365.22

А.А. Николаев, Г.П. Корнилов, А.В. Ануфриев, Е.В. Повелица

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТУРА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДУГ⁴

Аннотация. *В статье рассмотрена усовершенствованная математическая модель электрического контура дуговой сталеплавильной печи с реализацией случайного процесса колебаний токов дуг. Приведено описание алгоритма получения передаточных функций формирующих фильтров системы формирования возмущающих воздействий с использованием статистической информации о колебаниях токов дуговой печи на различных стадиях плавки.*

Ключевые слова: *дуговая сталеплавильная печь, формирующий фильтр, случайные колебания токов, математическое моделирование электрического контура ДСП, функция спектральной плотности тока.*

В последние годы в металлургической промышленности происходит переход от традиционных способов выплавки стали, с использованием мартеновского и кислородно-конверторного производства, к электрометаллургии. В 2013 году в России на заводах черной металлургии более 30% жидкой стали было получено в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) различной мощности. В США и Европе эта цифра превышает 50%. Ежегодно в странах с развитой металлургической промышленностью вводятся в эксплуатацию современные электросталеплавильные комплексы, отличающиеся

⁴ Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-4182.2013.8)

высокими технико-экономическими показателями по выплавке жидкой стали. По данным германского Института стали (Stahlinstitut VDEh) в настоящее время в мире функционируют более 1200 ДСП переменного тока и более 150 дуговых печей постоянного тока с мощностью печных трансформаторов от 10 до 300 МВА.

Для эффективного функционирования современных ДСП с заданными технологическими показателями, к которым можно отнести удельный расход электроэнергии, цикл плавки и время работы под током, необходимо поддерживать оптимальные электрические режимы работы дуговой печи на каждой стадии плавки и осуществлять своевременный переход от одного режима к другому, в зависимости от текущей технологической ситуации [1].

На практике эти перечисленные функции возлагается на специализированную систему управления электрическим режимом ДСП, которая, в зависимости от шихтовки плавки (соотношение лом/жидкий чугун), в определенные моменты времени обеспечивает переключение напряжения на вторичной стороне печного трансформатора, изменяет индуктивность реактора, а также обеспечивает работу ДСП в заданной области электрической характеристики $P_d = f(I_d)$ за счет изменения положения электродов над шихтой (изменения длины электрической дуги). Вопросы оптимизации данных систем подробно рассмотрены в источниках [1 - 3].

Необходимо отметить, что математическое моделирование электрического контура ДСП является важной задачей при выборе оптимальных электрических режимов дуговой печи и настройке параметров системы управления перемещением электродов. С помощью математических моделей можно определить желаемые электрические характеристики ДСП для каждой стадии плавки и выбрать на какой ее области будет работать печь (режимы максимальной мощности дуг, максимального коэффициента излучения или максимального коэффициента интенсивного нагрева) [1]. В то же самое время, адекватное воспроизведение режимов работы ДСП усложнено математическим описанием электрических дуг, необходимостью моделировать режимы работы гидропривода перемещения электродов, системы управления перемещением электродов и основного электрооборудования ДСП, а также учитывать резкопеременный, несимметричный и случайный характер изменения нагрузки [3].

Авторами статьи была разработана комплексная математическая модель дугового электрического контура ДСП (рис. 1). Данная математическая модель предназначена для анализа электрических режимов современных дуговых печей. Модель основана на математическом описании основных компонентов силового электрооборудования ДСП с использованием дифференциальных уравнений, в том числе нелинейного уравнения

проводимости электрической дуги Касси [2-5]. Модель включает в себя: 1) печной трансформатор и реактор с учетом магнитной системы, а также регулятор переключения витков под нагрузкой (РПН); 2) короткую сеть с учетом взаимоиндукции между фазами; 3) электрические дуги, описанные нелинейным дифференциальным уравнением Касси с изменяемой тепловой постоянной времени дуги в зависимости от стадий плавки; 4) систему управления электрическим режимом ДСП с регулятором положения электродов, с реализацией алгоритмов управления действующих систем HI-REG (Danieli) и ARCOS (Siemens VAI); 5) гидроприводы перемещения электродов; 6) систему формирования возмущающих воздействий для моделирования случайного характера изменения длин дуг и колебаний токов дуговой печи.

Применение математической модели позволяет проводить следующие виды исследований:

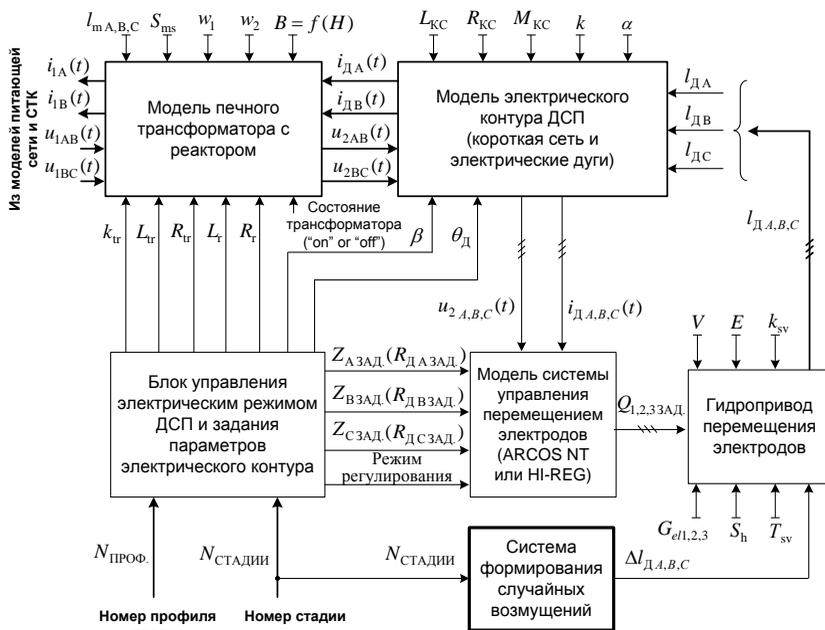


Рисунок 1 - Блок-схема математической модели дуговой сталеплавильной печи с системой управления электрическим режимом

1. *Исследование электрических режимов ДСП с построением круговых диаграмм и электрических характеристик.* Это дает возможность осуществлять правильный выбор ступеней трансформатора,

реактора и рабочей кривой для каждой стадии плавки, а также анализировать положения рабочих точек на электрических характеристиках.

2. *Исследование и оптимизация параметров систем управления электрическим режимом и положением электродов ДСП.* В данном случае с помощью модели выполняется настройка программы плавки и осуществляется оптимизация параметров нелинейных регуляторов полных сопротивлений или проводимостей вторичного контура ДСП. Кроме того, возможен анализ и коррекция вспомогательных блоков системы управления – зажигания дуг, контроля тока и коррекции сигналов задания регулятора в функции отклонения напряжения на первичной обмотке печного трансформатора от номинального значения. Также могут быть решены задачи, связанные с расчетом матриц уставок полных сопротивлений и проводимостей вторичного контура ДСП для всех сочетаний ступеней трансформатора, реактора и всех значений рабочих кривых.

Математическая модель реализована в программной среде Matlab с приложением Simulink.

Отдельного внимания при выполнении математического моделирования электрических режимов работы ДСП заслуживает реализация колебаний токов дуг, которые имеют случайный характер и изменяются от стадии к стадии. В качестве примера на рис. 2 показаны мгновенные и действующие значения токов дуг ДСП-180 (150 МВА) ОАО «ММК» на двух стадиях – начальной стадии расплавления твердой шихты (рис. 2, а) и конечной стадии, когда дуги горят на жидкую ванну под слоем вспененного шлака (рис. 2, б). Как видно из рисунка, на начальной стадии расплавления наблюдаются максимальный размах изменения амплитуд (до 3000 А), а также сильная несимметрия токов. На конечной стадии плавки колебания и несимметрия токов значительно меньше.

Правильное воспроизведение случайных возмущений в ДСП является необходимым условием корректной оценки динамических показателей системы управления электрическими режимами дуговой печи, а также настройки коэффициентов нелинейного регулятора импеданса и различных вспомогательных подсистем. С этой целью в статье рассмотрена методика математического описания колебаний токов дуг на основе статистической информации, полученной при проведении экспериментальных исследований по изучению электрических режимов сверхмощной ДСП-180 (150 МВА) ОАО «ММК» г. Магнитогорск.

Случайный характер изменения токов дуг по амплитуде и частоте позволяет на основе статистической обработки данных получить корреляционные функции и соответствующие им функции спектральной

плотности. Это дает возможность в дальнейшем адекватно задавать характер возмущения токов ДСП на математической модели, используя известную в теории автоматического управления “задачу о формирующем фильтре” [3, 6]. Формирующий фильтр (ФФ) представляет собой систему, выходной сигнал которой, имеет такую же спектральную плотность, что и реальный объект. Предполагается, что на вход формирующего фильтра поступает сигнал от «Генератора белого шума», спектральная плотность которого имеет постоянную величину в широком диапазоне частот.

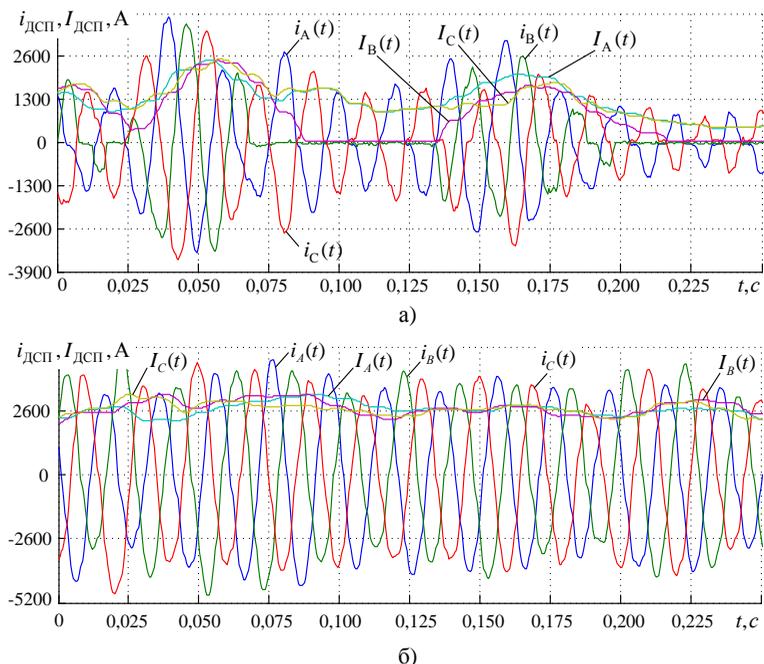


Рисунок 2 - Мгновенные и действующие значения токов дуг ДСП-180 (150 МВА) ОАО «ММК» на начальной (а) и конечной (б) стадиях плавки

Вероятностные методы анализа, как известно, применимы для стационарных эргодических процессов [7]. Применительно к дуговой сталеплавильной печи можно выделить участки, на которых это условие выполняется. Оно соответствует определенным стадиям плавки, с одними и теми же значениями ступеней трансформатора и реактора, а также уставки регуляторов импеданса.

Полученная база экспериментальных данных токов дуг позволяет выделить несколько таких стадий, для каждой из которых выполняется определенный алгоритм операций для получения передаточной функции формирующего фильтра. Алгоритм воспроизведения случайного процесса изменения токов дуг с заданными статистическими характеристиками включает следующие операции (рис. 3):

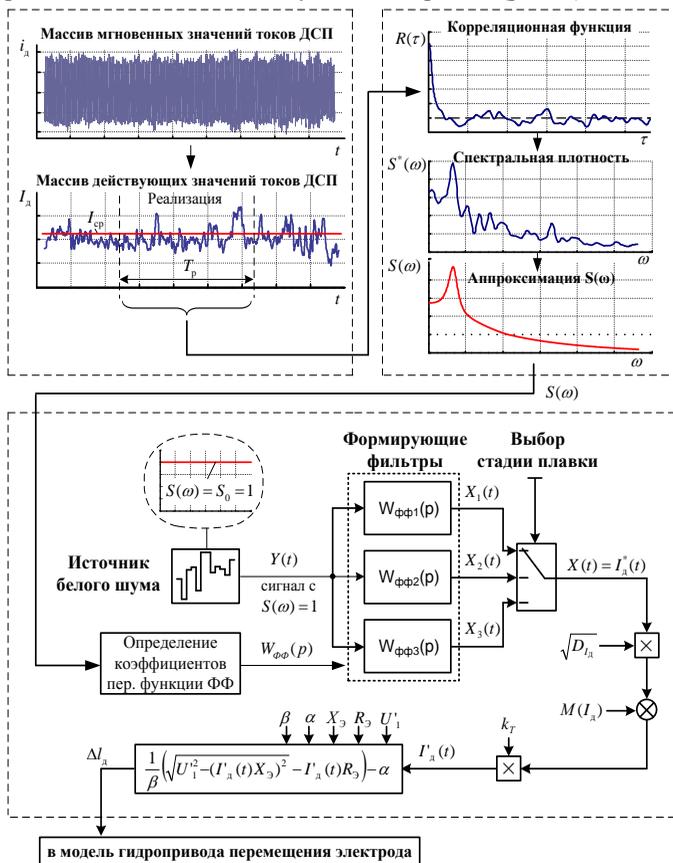


Рисунок 3 - Практическая реализация случайного процесса горения дуги переменного тока

1. Подготовка массива действующих значений токов дуг.

На первом этапе из массива мгновенных значений токов ДСП, записанных для всего цикла плавки, выделяются временные участки, которые соответствуют интересующим стадиям плавки. Для этих

участков рассчитываются кривые действующих значений токов по следующей формуле:

$$I_{\text{д}}[i(t)] = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t-T}^t i_{\text{д}}^2(t) dt}, \quad (1)$$

где $I_{\text{д}}(t)$ – искомое действующее значение тока одной фазы ДСП; $i_{\text{д}}(t)$ – мгновенное значение тока.

Далее осуществляется определение длительности реализации T_p и выбор шага квантования Δt . Затем производится выбор стационарных участков кривых $I_{\text{дА,В,С}}(t)$ для каждой стадии плавки с учетом времени реализации T_p , на которых среднее значение кривой $I_{\text{д}}(t)$ имеет постоянную величину.

2. Расчет основных статистических характеристик и параметров, характеризующих случайный процесс колебания токов дуг.

На основе полученного массива действующих значений токов рассчитываются значения среднестатистического тока для каждой фазы ДСП:

$$\bar{I}_{\text{д}} = m_{I_{\text{д}}}^* = \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} I_{\text{д}}(t) dt. \quad (2)$$

Для цифровой последовательности выражение (2.16) будет иметь вид:

$$\bar{I}_{\text{д}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i, \quad (3)$$

где I_i - действующее значение тока ДСП на i -ом интервале времени; n – количество интервалов (точек) в исходном массиве.

Далее рассчитывается дисперсия токов:

$$D_{I_{\text{д}}}^* = \sigma_{I_{\text{д}}}^{*2} = \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} (I_{\text{д}}(t) - \bar{I}_{\text{д}})^2 dt; \quad (4)$$

$$D_{I_{\text{д}}}^* = \sigma_{I_{\text{д}}}^{*2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_{\text{д}i} - \bar{I}_{\text{д}})^2. \quad (5)$$

После чего находится статистическая автокорреляционная функция случайных колебаний токов ДСП:

$$R_I^*(\tau) = \frac{1}{T_p - \tau} \int_0^{T_p - \tau} (I_d(t) - \bar{I}_d) (I_d(t + \tau) - \bar{I}_d) dt; \quad (6)$$

$$R_I^*(\tau) = R_I^*(m\Delta t) = \frac{1}{n - m} \sum_{i=1}^{n-m} (I_i - \bar{I})(I_{i+m} - \bar{I}), \quad (7)$$

где τ и $m = \tau/\Delta t$ – временной сдвиг в секундах и количествах точек.

Далее осуществляется проверка выбранной реализации на соблюдение условия эргодичности, путем оценки степени затухания корреляционной функции [6]. Если условия эргодичности не выполняются, то производится выбор другой реализации сигналов.

На основе автокорреляционной функции с помощью преобразования Фурье рассчитывается функция спектральной плотности:

$$S_{I_d}^*(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} R_I^*(\tau) \cos \omega \tau d\tau; \quad (8)$$

$$S_{I_d}^*(\omega_i) = \frac{\Delta t}{\pi} \sum_{m=0}^{\infty} R_{I_d}^*(m\Delta t) \cos \omega_i m\Delta t, \quad (9)$$

где $\omega_i = 2\pi\tau/m_{\max}\Delta t$ ($i=1, 2, \dots, m_{\max}$); $m_{\max} = 0,2 \div 0,25n$.

Далее производится аппроксимация функции спектральной плотности выражением вида:

$$S_{I_d}(\omega) = \frac{B_2\omega^2 + B_0}{\omega^4 + A_2\omega^2 + A_0}, \quad (10)$$

где B_2, B_0, A_2, A_0 – коэффициенты полиномов числителя и знаменателя.

Коэффициенты полиномов рассчитываются с использованием математического пакета Curve Fitting, в составе пакета Matlab [8].

3. Определение передаточной функции формирующего фильтра

Характеристики формирующего фильтра связаны со спектральной плотности случайного сигнала следующим выражением [6]:

$$S_{I_d}(\omega) = |W_{\text{фф}}(j\omega)|^2, \quad (11)$$

т.е. квадрат амплитудно-частотной характеристики фильтра должен совпадать со спектральной плотностью сигнала, подлежащего формированию.

При допущении, что спектральная плотность стационарного случайного процесса является действительной, четной, неотрицательной функцией ω при ее действительных значениях, можем записать

$$W_{\Phi\Phi}(j\omega) = S_{I_d}(j\omega). \quad (12)$$

Таким образом, разложив спектральную плотность формируемого сигнала на комплексно-сопряженные множители, можно определить передаточную функцию формирующего фильтра.

Аппроксимированная спектральная плотность, полученная по (2.24), преобразуется в следующий вид:

$$S(\omega) = \frac{B(\omega)}{A(\omega)} = \frac{B_n(\omega^2 + c_{B1})^{k_1}(\omega^2 + c_{B2})^{k_2} \times \dots \times}{A_n(\omega^2 + c_{A1})^{k_1}(\omega^2 + c_{A2})^{k_2} \times \dots \times} \quad (13)$$

$$\frac{\times (\omega^4 + e_{B1}\omega^2 + d_{B1})^{l_1}(\omega^4 + e_{B2}\omega^2 + d_{B2})^{l_2} \dots}{\times (\omega^4 + e_{A1}\omega^2 + d_{A1})^{l_1}(\omega^4 + e_{A2}\omega^2 + d_{A2})^{l_2} \dots},$$

где k_i и l_i – кратности вещественных и комплексно-сопряженных нулей полиномов относительно ω^2 .

Общий вид передаточной функции формирующего фильтра с учетом (2.25) представлена ниже

$$W_{\Phi\Phi}(p) = \frac{M(p)}{N(p)} = \frac{\sqrt{B_n}(p + \sqrt{c_{B1}})^{k_1}(p + \sqrt{c_{B2}})^{k_2} \times \dots \times}{\sqrt{A_n}(p + \sqrt{c_{A1}})^{k_1}(p + \sqrt{c_{A2}})^{k_2} \times \dots \times} \quad (14)$$

$$\frac{(p + \sqrt{e_{B1} + 2\sqrt{d_{B1}}})^{l_1}(p + \sqrt{e_{B2} + 2\sqrt{d_{B2}}})^{l_2}}{(p + \sqrt{e_{A1} + 2\sqrt{d_{A1}}})^{l_1}(p + \sqrt{e_{A2} + 2\sqrt{d_{A2}}})^{l_2}},$$

где c_i – вещественные корни полиномов выражения (13); e_i и d_i – комплексно сопряженные корни.

На основе изложенной методики были получены, соответственно, корреляционные функции, функции спектральной плотности для токов ДСП-180 ОАО «ММК» для основных стадий плавки. Так, например, для конечной стадии, где электрические дуги работают на жидкую ванну, передаточная функция формирующего фильтра имеет вид:

$$W_{\Phi\Phi}(p) = \frac{13,468 \cdot (0,1415p + 1)}{0,0106p^2 + 0,0849p + 1}. \quad (15)$$

На рис. 4 приведен сравнительный анализ изменения действующих значений токов и их спектральных плотностей, полученных для реального случайного процесса (а и б) на конечной стадии плавки и с помощью математического моделирования (в и г). Как видно из рисунка, статистические характеристики и спектральные плотности действующих значений токов дуг являются схожими, а расхождения их значений не превышают 5 %, что является приемлемым результатом.

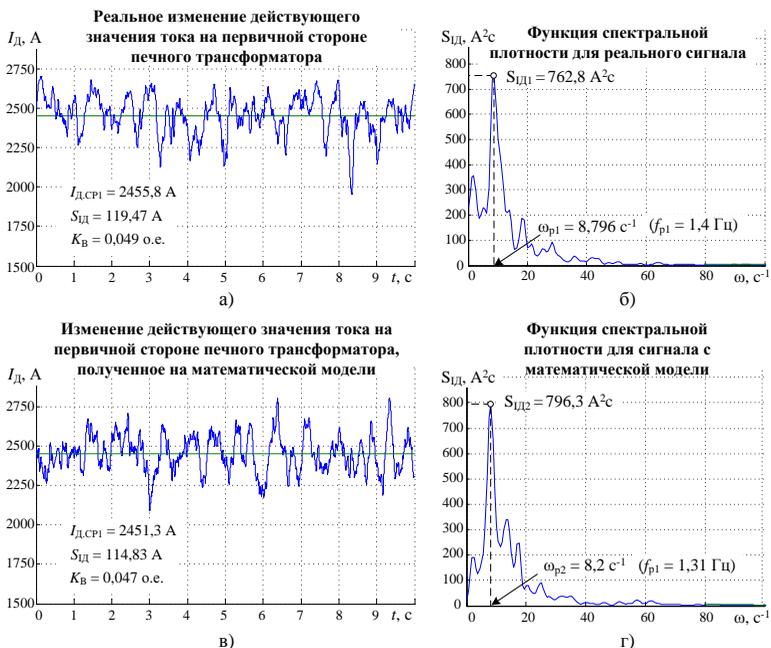


Рисунок 4 - Сравнительный анализ изменения действующих значений токов и их спектральных плотностей, полученных для реального случайного процесса (а и б) и с помощью математического моделирования (в и г)

Выводы

1. Математическое моделирование электрических режимов дуговой сталеплавильной печи является сложной задачей, при решении которой необходимо учитывать много важных факторов: нелинейные свойства электрических дуг, особенности работы системы управления положением электродов, параметры гидропривода электродов и режимы работы основного силового оборудования. Однако наибольшую сложность представляет задача реализации случайных колебаний токов дуг, которая может быть решена с использованием аппарата математической статистики и теории автоматического управления.

2. Предложена методика математического описания случайных колебаний токов дуг с использованием характеристик спектральной плотности, полученных для основных стадий плавки, и соответствующих им формирующих фильтров. Сигнал с генератора белого шума с линейной спектральной характеристикой проходит через формирующий фильтр, умножается на рассчитанное значение стандартного отклонения и

складывается с математическим ожиданием тока. После дополнительного преобразования получается сигнал случайного изменения длины дуги, который может быть использован в основной модели электрического контура ДСП.

3. На основании статистической обработки колебаний токов ДСП-180 ОАО «ММК» рассчитаны передаточные функции формирующих фильтров и получен случайный сигнал изменения действующего значения тока дуги. Сравнительный анализ результатов моделирования с реальными данными показал хорошую сходимость результатов с ошибкой не более 5 %.

Библиографический список

1. Николаев А.А. Оптимизация электрических режимов сверхмощных дуговых сталеплавильных печей / Николаев А.А., Корнилов Г.П., Ануфриев А.В., Пехтерев С.В., Повелица Е.В. // Сталь. 2014. №4. С. 37-47.

2. Корнилов Г.П. Анализ и оптимизация электрических режимов сверхмощных дуговых сталеплавильных печей / Корнилов Г.П., Николаев А.А., Храмшин Т.Р., Вахитов Т.Ю. // Электromеталлургия. 2013. № 7. С. 2-10.

3. Николаев А.А. Повышение эффективности работы статического тиристорного компенсатора сверхмощной дуговой сталеплавильной печи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2009. 20 с.

4. Корнилов Г.П. Особенности моделирования дуговой сталеплавильной печи как электротехнического комплекса / Корнилов Г.П., Николаев А.А., Храмшин Т.Р., Вахитов Т.Ю., Якимов И.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 1 (41). С. 76-82.

5. Николаев А.А. Особенности моделирования гидропривода сверхмощной электродуговой сталеплавильной печи ДСП-180 / Николаев А.А., Тулупов П.Г. // Инновации в науке. 2013. № 27. С. 53-61.

6. Егупов Н.Д., Пупков К.А., Баркин А.И. Методы классической и современной теории автоматического управления: В 5 тт.: Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2004. 638 с.

7. Влияние дуговых электропечей на системы электроснабжения. / Под ред. Смелянского М.Я. и Минеева Р.В.. М.: Энергия. 1975. 184 с.

8. Дьяконов В.П. MATLAB 7.*/R2006/R2007. Самоучитель. Учебное пособие. М.: ДМК-Пресс. 2008. 768 с.

A.A. Nikolaev, G.P. Kornilov, A.V. Anufriev, Y.V. Povelitsa

NMSTU, Magnitogorsk

THE MATHEMATICAL MODEL OF ELECTRIC ARC FURNACE'S ELECTRIC CIRCUIT WITH REALIZATION OF THE ELECTRIC ARCS' RANDOM DISTURBANCES

Abstract. *The paper deals with the improved mathematical model of the electric arc furnace's electrical circuit with realization of the arc currents' random disturbances. The description of the algorithm obtain the forming filters transfer function in the forming disturbances system using statistical information about the arc currents fluctuations at the different melting stages is considered.*

Keywords: *electric arc furnace, forming filter, arc currents' random disturbances, mathematical modeling of EAF's electric circuit, arc currents' spectrum function.*

УДК 669.1:579.23

Б.Н.Парсункин, С.В.Булычева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И Носова

ОПЕРАТИВНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Аннотация. *Приведены результаты разработки эффективного метода оперативной оптимизации управления технологическим процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи с целью оптимизации удельного количества потребленной электроэнергии. Метод обеспечивает поисковое целенаправленное решение поставленной задачи непрерывно по ходу электроплавки, чем принципиально отличается от существующих методов оценки итоговой экономической эффективности технологических процессов по их конечным результатам. Основой метода является использование принципа динамической оптимизации управления технологическими процессами*

Ключевые слова: *энергетический режим, дуговая сталеплавильная печь, удельное количество электрической энергии, минимизация, поисковый режим, оптимизация, энергосбережение, критерий управления.*

При выплавке стали в современных высокопроизводительных электродуговых сталеплавильных печах переменного тока стоимость затраченной постоянно дорожающей электрической энергии составляет значительную величину.

В условиях рыночной экономики снижение удельных затрат электроэнергии при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) за счет оперативного и эффективного непрерывного управления итоговыми экономическими показателями при ведении каждой плавки представляет важную современную проблему.

Существующие способы определения экономических показателей, например, себестоимости готовой продукции, ориентированы на анализ итоговых конечных показателей технологического процесса. Это не позволяет осуществлять оперативное влияние на требуемые показатели непосредственно по ходу технологического процесса. Задачей данной работы является разработка метода оперативного влияния на экономические показатели за счет автоматической оптимизации управления энергетическими параметрами каждой конкретной электродуговой плавки путем минимизации удельного количества затраченной электрической энергии на выплавку одной тонны стали.

Использование рассматриваемого метода приведено для конкретного процесса выплавки стали в ДСП-180 электросталеплавильного цеха ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК).

Для повышения производительности ДСП-180 и снижения удельного расхода дорогостоящей электрической энергии каждая печь оснащена шестью комбинированными газо-кислородными горелками, каждая мощностью 3.5 МВт с расходом кислорода до 2800 м³/ч и природного газа до 350 м³/ч.

В зависимости от профиля плавки в шихте используется до 40% от общей массы жидкого чугуна.

Характерное потребление электрических и материальных ресурсов при проведении электроплавки 577367 в ДСП-180 №2 по профилю №2 (100% металлического лома в шихте) представлено в таблице 1.

Доля энергии, получаемой при сжигании природного газа в горелке РСВ не превышает при выплавке стали по профилю №2 7.6 – 10%.

Общее удельное количество всех потребляемых видов энергии определяется выражением:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{эл}} + W_{\text{газ}} + W_{\text{экз}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{общ}}$ - общее удельное количество потребленной энергии (кВт·ч/т), которое изменяется от 533.22 кВт·ч/т до 383.68 кВт·ч/т; $W_{\text{эл}}$ - удельное количество затраченной электрической энергии, кВт·ч/т; $W_{\text{газ}}$ - удельное количество затраченной энергии при сжигании газа в газокислородных горелках КСВ, кВт·ч/т; $W_{\text{экз}}$ - удельное количество энергии, полученной в результате экзотермической реакции окисления примесей, кВт·ч/т.

Таблица 1 – Характерное потребление энергетических и материальных ресурсов в ДСП-180 №2 по профилю №2.

Потребление на выплавку	Эл. энергия	Газ. энергия	O ₂ энергия	Газ	O ₂	Угл. порошок
Общее	кВт·ч	кВт·ч	кВт·ч	м ³	м ³	кг
Плавдение	52685	6123	12501	816	4925	303
Доводка	22138	1489	4758	199	1626	621
Всего	75823	7612	17259	1015	6552	924
Удельное	кВт·ч/т	кВт·ч/т	кВт·ч/т	м ³ /т	м ³ /т	кг
Плавление	285.41	32.55	66.46	4.34	26.18	1.61
Доводка	117.69	7.92	25.3	1.06	8.65	3.3
Всего	403.1	40.47	91.75	5.4	34.83	4.91

Определение текущего удельного количества электрической энергии, как основной составляющей в выражении (1), по ходу процесса электродуговой плавки осуществляется в соответствии с выражением [1]:

$$W[I_d(\tau)] = \frac{3 P_A[I_d(\tau)] \cdot K_{\text{нп}}}{K_r \cdot G[I_d(\tau)]}, \quad (2)$$

где $W[I_d(\tau)]$ - зависимость удельного количества затраченной электрической энергии от текущего значения рабочего тока дуги одной фазы, кВт·ч/т; $K_{\text{нп}}$ - относительная, директивно заданная продолжительность электроплавки; $P_A[I_d(\tau)]$ - установившееся значение активной мощности при текущем значении тока дуги $I_d(\tau)$, определяемая в соответствии с уравнением

$$P_A[I_d(\tau)] = I_d(\tau) \cdot \sqrt{U_{\text{ф}}^2 - [I_d(\tau) \cdot x]^2}, \quad (3)$$

$U_{\text{ф}}^2$ – вторичное напряжение фазы на выходе переключателя ступени напряжение от 800 до 1400 В; x – индуктивное сопротивление короткой цепи с учетом реактора, Ом; K_r - коэффициент выхода годного; $G[I_d(\tau)]$ – расчетное значение часовой производительности ДСП в функции от величины рабочего тока дуги, т/ч, определяемая в соответствии с выражением [2], [3]:

$$G[I_d(\tau)] = \frac{3 P_d + P_{\text{газ}} - P_{\text{тп}}}{340}, \quad (4)$$

где $P_d = P_d[I_d(\tau)]$ - количество энергии, выделяющееся в дуге каждой фазы, определяемое по формуле

$$P_{\Sigma}[I_{\Sigma}(\tau)] = P_{\Sigma}[I_{\Sigma}(\tau)] - I_{\Sigma}^2(\tau) \cdot r, \quad (5)$$

где r - активное сопротивление короткой цепи; $I_{\Sigma}^2(\tau) \cdot r$ - электрические потери в каждой фазе.

Изменение подводимой к ДСП электрической мощности по ходу электроплавки на каждой стадии периода расплавления и на последующих окислительном и восстановительном периодах осуществляется двумя способами:

- Изменением величины подводимого напряжения путем переключения ступеней печного трансформатора (23 ступени от 800 до 1400 В);
- При постоянной ступени напряжение изменением величины рабочего тока дуги $I_{\Sigma}(\tau)$ за счет индивидуального перемещения электрода каждой фазы (изменением длины дуги).

Расчетные зависимости изменения величин удельного количества электроэнергии, потребляемой ДСП-180 от величины рабочего тока дуги для различных ступеней напряжения питания представлены на Рис. 1.

Полученные зависимости имеют унимодальный (одноэкстремальный) вид, и это является обоснованным доказательством принципиальной возможности использования этого показателя экономической эффективности технологического процесса электродуговой плавки для оперативного решения оптимизации управления процессом с целью достижения наилучших экономических показателей в каждый текущий момент по ходу конкретной электроплавки.

Минимальные величины $W[I_{\Sigma}(\tau)]$ зависят от величины ступени напряжения в обратной пропорции и достигаются при величинах рабочих токов дуги в диапазоне от 50 до 65 кА.

Для оценки точности прогнозных расчетов $W[I_{\Sigma}(\tau)]$ использованы экспериментальные данные. При суточном производстве стали двумя ДСП-180 ЭСПЦ ОАО «ММК» равном 9000 т изменение величины удельного количества электрической энергии, затраченной на выплавку тонны стали, составляло от 260 до 340 кВт·ч/т.

При работе ДСП-180 на ступени 1291 В (см. рис. 1) величина $W[I_{\Sigma}(\tau)]$ составляет 310 кВт·ч/т. Погрешность используемого метода определения $W[I_{\Sigma}(\tau)]$ составляет

$$100 \cdot \frac{310 - 300}{300} = 3.34\%$$

В производственных условиях определение общего текущего значения $W_{\text{общ}}$ в процессе электродуговой плавки в соответствии с (1) затруднено по причине отсутствия достоверной текущей информации о величине $W_{\text{экс}}$ - тепловой энергии, выделяемой при окислении различных элементов, включая и угар железа, по ходу плавки. Поэтому

итоговое значение $W_{\text{общ}}$ необходимо скорректировать по итогам, полученным в конце плавки с учетом измерения массы выплавленной стали и химического состава полученной стали.

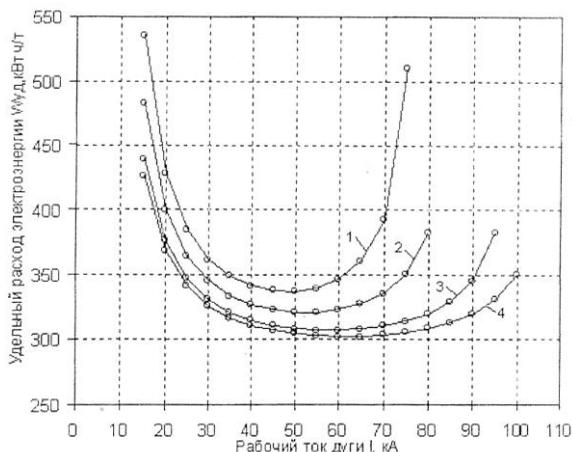


Рисунок 1 – Расчетные зависимости удельного количества энергии от величины рабочего тока дуги для различных значений ступеней напряжения печного трансформатора ДСП-180: 1 – при $U=1045$ В; 2 – при $U=1155$ В; 3 – при $U=1291$ В; 4 – при $U=1345$ В

Для оперативного динамического управления процессом электродуговой плавки с целью достижения минимального текущего удельного количества потребленной ДСП электрической энергии при выбранной ступени напряжения предложенный метод дает вполне объективные результаты.

Для обеспечения экономически эффективного управления технологическим процессом выплавки стали в ДСП в течение всей электроплавки необходимо использование интеллектуального поискового метода динамической оптимизации управления, полностью исключающего вмешательство технологического персонала в режим энергопотребления по ходу плавки.

Сложность практической реализации поискового метода динамической оптимизации управления энергетическим режимом усугубляется тем, что в реальных производственных условиях вид характеристик $W[I_2(\tau)]$ (см. рис. 1), использованных для ориентировочного расчета в текущий момент электродуговой плавки неизвестен и не определен. Это требует высокой скорости выполнения

расчетных процедур для определения текущего значения величины $W[I_d(\tau)]$ и весьма проблематично.

Хотя сам процесс преобразования электрической энергии в тепловую практически безынерционен, в реальных условиях следует учитывать инерционность и запаздывание электро-гидравлического привода электродов и инерционность измерительных технических средств.

Теоретические основы известных ранее поисковых методов оптимизации управления, как нового интеллектуального направления повышения эффективности управления технологическими процессами промышленного производства был рассмотрен В.В.Казакевичем [4] достаточно давно.

Наличие высокочастотных помех горения дуг, низкочастотных возмущений при переключении ступеней напряжения, взаимовлияния режимов дуг в каждой фазе определяет выбор наиболее приемлемого поискового метода оптимизации управления процессом электроплавки для минимизации $W[I_d(\tau)]$.

С учетом сказанного наиболее пригодным методом определения и поддержания экстремального (минимального) значения оптимизируемого параметра $W[I_d(\tau)]$ при оптимизации энергетического режима ДСП целесообразно использовать метод формирования управляющего воздействия по результату отклика (реакции) оптимизируемого процесса на пробное тестирующее поисковое входное воздействие в форме ортогональной синус-функции Уолша [5]. Функция Уолша обладает уникальным свойством подавления негативного влияния технологических возмущений на величину интегральной оценки реакции оптимизируемого процесса на пробное тестирующее входное воздействие.

Практически подтверждено [2], что значение $W[I_d(\tau)]$ обеспечивается при всех прочих равных условиях при достижении максимальной производительности ДСП или при минимальной продолжительности электроплавки. Поэтому при оптимизации управления процессом выплавки стали а ДСП целесообразно использовать принцип определения и поддержания максимальной часовой производительности ДСП, которая достигается при условии выделения максимальной электрической мощности в дуге каждой фазы.

В этом случае управляющим параметром при реализации поискового метода является контролируемая величина рабочего тока дуги $I_d(\tau)$, определяемая величиной длины дуги (положением электрода относительно шихты или жидкой ванны) при постоянном напряжении $U_\phi = const$.

Выходным параметром, определяющим текущую производительность ДПС, является контролируемое значение активной мощности $P_A(\tau)$ или расчетное значение электрической мощности $P_D(\tau)$, выделяемое в дуге (5). Замена оптимизируемого параметра $W[I_D(\tau)] \min$ на поиск $P_A[I_D(\tau)] \max$ существенно упрощает и ускоряет решение оптимизационной задачи энергосберегающего управления.

Математическая модель формирования управляющего воздействия при использовании поискового метода энергосберегающей динамической оптимизации управления электрическим режимом ДСП определены системой уравнений и логических условий [5] (6)-(18).

В представленной математической модели решения оптимизационной задачи используемая функция Уолша обеспечивает компенсацию всех технологических возмущений, траектория которых за время тестирующего воздействия T_n может быть аппроксимирована полиномом первой степени [6]. Функция $\Psi_n(\tau)$ представляет произведение двух синусоид с периодом T_n и T_n и содержит несколько постоянных отрезков времени $\Delta\tau$, каждый продолжительностью $0.25 \cdot T_n$, на котором направление тестирующего воздействия определяется знаком функции +1, -1, -1, +1.

$$\bar{P}_A = \{b_0 + b_1[I_p(\tau) \pm \alpha\tau] + b_2[I_p(\tau) \pm \alpha\tau]^2 + b_3[I_p(\tau) \pm \alpha\tau]^3 + \beta\tau = f[I_p(\tau), \tau]; \quad (6)$$

$$P_D(\tau) = P_A(\tau) - I^2(\tau) \cdot r = Y[I(\tau)]; \quad (7)$$

или

$$\bar{P}_D = \{a_0 + a_1[I_p(\tau) \pm \alpha\tau] + a_2[I_p(\tau) \pm \alpha\tau]^2 + a_3[I_p(\tau) \pm \alpha\tau]^3 + a_4[I_p(\tau) \pm \alpha\tau]^4 + \beta\tau = Y[I(\tau), \tau]; \quad (8)$$

$$T_0 \frac{dP_1(\tau)}{d\tau} + P_1(\tau) = Y[I(\tau)] = \bar{P}_D(\tau) \quad (9)$$

$$\tau_3 \frac{dP(\tau)}{d\tau} + P(\tau) = P_1(\tau) \quad (10)$$

$$J_H = \int_{\tau_3}^{\tau_n + \tau_3} P_d(\tau) \cdot \Psi_n(\tau) d\tau; \text{ при } T_n = 2^{n+1} \cdot \Delta\tau,$$

$$0 < n < 2; \quad (11)$$

$$J_H = K_n \cdot \Delta I_p \text{ при } \Delta I_p = I_p^{\text{опт}}(\tau) - I_p(\tau); \quad (12)$$

$$\Psi_n(\tau) = \begin{cases} +1 & \text{при } 0 < \tau \leq 0.25T_n \\ -1 & \text{при } 0.25T_n < \tau \leq 0.75T_n \\ +1 & \text{при } 0.75T_n < \tau \leq T_n, \end{cases} \quad (13)$$

$$I^T(\tau) = I_H + A\Psi_n(\tau) \text{ при } 0 \leq \tau \leq T_n; \quad I_H = \frac{U_\phi}{Z_p(\tau)_{\text{прог}}}; \quad (14)$$

$$\Delta\tau_p = \frac{J_H}{\sigma_2(\tau)K_{\Pi}K_{\text{ИМ}}} \text{ при } T_n < \tau \leq T_n + \Delta\tau_p; \quad (15)$$

$$\sigma_2(\tau) = \begin{cases} +1, & \text{если } 0 < J_H > (\Delta J_H)_H \text{ при } T_n < \tau \leq T_n + \Delta\tau_n \\ -1, & \text{если } 0 > J_H < -(\Delta J_H)_H \text{ при } T_n < \tau \leq T_n + \Delta\tau_n \\ 0, & \text{если } 0 < J_H > (\Delta J_H)_H, \\ & \text{при } T_p + \Delta\tau_p < \tau \leq T_p + \Delta\tau_p + \Delta\tau_n + \Delta\tau_B, \end{cases} \quad (16)$$

при

$$\Delta\tau = 1 \div 2(T_0 + \tau_3); \quad \Delta\tau_n = 2 \div 3(T_0 + \tau_3); \quad \Delta\tau_B^3 = 2 - 10 T_n; \quad (17)$$

$$T_{\text{ц}} = T_n + \Delta\tau_p + 2\Delta\tau_n + \Delta\tau_B^3 \quad (18)$$

где τ - текущее время; $P_A(\tau), P_d(\tau)$ - контролируемое и расчетное текущие значения активной мощности и мощности дуги фазы ДСП при заданной ступени напряжения печного трансформатора $U_\phi(\tau)$; $I_p(\tau)$ - величина рабочего тока дуги; $I^T(\tau)$ - поисковое изменение тока дуги; $\Delta I_p(\tau)$ - рабочее изменение тока дуги; $(\Delta J_H)_H$ - зона нечувствительности динамического метода коррекции; T_n - продолжительность тестирующего воздействия; $Z_3(\tau)_{\text{прог}}$ - текущее программно заданное значение полного сопротивления подводящей цепи фазы (импеданса), определяющее текущее значение $I_p(\tau)$; $\pm\alpha, \pm\beta$ -

направление и величины составляющих горизонтальных и вертикальных скоростей смещения (дрейфа) статических характеристик; $\Psi_{\Pi}(\tau)$ – ортогональная функция Уолша [6].

Наличие инерционности вносит определенные особенности в функционирование рассматриваемого динамического метода коррекции заданного режима энергопотребления. Так, отсчет времени для определения интегральной оценки следует начинать через время паузы, равное $\Delta\tau_{\Pi}$. Наличие инерционности приводит к уменьшению величины интегральной оценки, что требует некоторого увеличения продолжительности интервала $\Delta\tau$. Это увеличивает общую продолжительность поискового режима T_{Π} , но одновременно снижает негативное влияние инерционности и высокочастотных помех.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что для реальных условий работы поискового метода информация о виде и текущем положении статических характеристик $\bar{P}_A = f[I(\tau), \tau]$ и $\bar{P}_D = Y[I(\tau), \tau]$ не требуется. Эта информация необходима только для теоретического исследования при математическом моделировании процесса и обоснования реальной возможности эффективной работы предлагаемого динамического метода коррекции заданного режима энергопотребления с целью обеспечения максимальной производительности ДСП-180 или минимизации $W[I_D(\tau)]$. В этом и заключается повышенная интеллектуальность предлагаемого поискового метода оптимизации управления энергетическим режимом ДСП и его способность эффективно функционировать в условиях ограниченной информации.

В производственных условиях для функционирования поискового метода оптимизации энергетического режима электродуговой плавки требуется только измеренные текущие (мгновенные) значения тока и фазного напряжения. Затем с использованием выражений (19)-(21) вычисляются соответственно действующие значения фазного тока, напряжения и активной мощности, потребляемой фазой:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T_C} \int_0^{T_C} u^2 d\tau}, \quad (19)$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T_C} \int_0^{T_C} i^2 d\tau}, \quad (20)$$

$$P_A = \sqrt{\frac{1}{T_C} \int_0^{T_C} i \cdot u d\tau}, \quad (21)$$

где U - действующее значение фазного напряжения, В; I - действующее значение фазного тока, А; P_A - активная мощность фазы, Вт; u - мгновенное значение фазного напряжения, В; i - мгновенное значение фазного тока, А; T_C - период переменного тока и напряжения промышленной сети питания: $T_C = 0.02$ с; частота опроса датчиков $4 \cdot 10^{-4}$ с.

С использованием математической модели поискового метода динамической оптимизации энергетического режима электроплавки для проверки работоспособности было создано программное обеспечение для моделирования метода реализации рационального режима энергопотребления ДСП в реальном времени.

После дополнения созданной программы стандартными процедурами обмена информацией с контроллером она представлена для использования в качестве рабочей программы, обеспечивающей динамическую реализацию поддержания рационального режима дуговой сталеплавильной печи в реальных условиях с целью достижения максимальной производительности ДСП-180 и минимизации энергетических затрат при выплавке стали. Предлагаемый метод оперативной оценки и поддержания энергосберегающего режима в процессе электроплавки позволяет реально обеспечить наилучшие экономические показатели технологического процесса в промышленном производстве.

Библиографический список

1. Рябов Д.В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах/ А.В.Рябов, И.В.Чумаков, М.В.Шишимров - Учебное пособие – М.: Теплотехник, 2007. – 192 с.
2. Ефроймович Ю.Г. Электрические режимы дуговых сталеплавильных печей / Ю.Г. Ефроймович – М.: Мелаллургиздат, 1956. – 131 с.
3. Свенганский А.Д. Электрические промышленные печи/ А.Д.Свенганский, М.Я. Смоленский- М.: Энергия, 1970. – 264 с.
4. Казакевич В.В. Системы автоматической оптимизации/ В.В.Казакевич, А.Б.Родов – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
5. Ишметьев Е.Н. Автоматизация и оптимизация управления технологическими процессами внепечной доводки стали/ Е.Н Ишметьев, С.М.Андреев, Б.Н.Парсункин: Монография. – Магнитогорск. Изд-во МГТУ, 2008 – 311 с.
6. Парсункин Б.Н. О планировании сигнальных воздействий при идентификации объектов управления/ Б.Н.Парсункин. // Известия вузов. Черная металлургия. – № 4, 1988 – С.97-101

B.N.Parsunkin, S.V.Bulycheva

NMSTU, Magnitogorsk

OPERATIONAL ENERGY SAVING OPTIMAL CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Abstract. *Results of development of an effective method of expeditious optimization of management by technological process of smelting became given in the arc steel-smelting furnace for the purpose of optimization of specific quantity of the consumed electric power. The method provides the search purposeful solution of an objective continuously on an electric melting course, than essentially differs from existing methods of an assessment of total economic efficiency of technological processes on their end results. Basis of a method is use of the principle of dynamic optimization of management by technological processes.*

Key words: *power mode, arc steel-smelting furnace, specific quantity of electric energy, minimization, search mode, optimization, energy saving, criterion of management.*

УДК 519.8

В.Ф. Шишов

Пензенский государственный технический университет

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ АВАРИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ

Аннотация. *В статье представлена методика прогнозирования запаса средств на предупреждение и ликвидацию последствий техногенных аварий, основанная на применении стохастических моделей управления запасами. Показано, как предложенную методику можно реализовать на примере энергосетей региона.*

Ключевые слова: *техногенные аварии, ущерб, прогнозирование, оптимальные запасы, закон распределения ущерба, показательное распределение, гамма-распределение, страховой запас, стохастическая модель управления запасами.*

В условиях современного социально-экономического развития страны все большую значимость приобретают проблемы в области промышленной (техногенной) безопасности и противаварийной устойчивости важных производственных объектов. Особую озабоченность при этом вызывают вопросы предупреждения угрозы

резкого увеличения количества техногенных аварий и катастроф в промышленности, обусловленных износом основных производственных фондов. В результате аварий и катастроф на производственных объектах России ежегодно погибает около тысячи человек, а материальный ущерб от них достигает 3–4% валового внутреннего продукта страны.

Существуют предприятия, от надежной работы которых зависит социально-экономическая стабильность во всем регионе. К ним, прежде всего, относятся организации, основной функцией которых является поставка тепловой и электрической энергии населению, промышленным и сельскохозяйственным предприятиям региона. По мере эксплуатации тепловых и электрических сетей происходят различные аварии и катастрофы, приводящие к материальному и экологическому ущербу различной степени тяжести. Несмотря на принимаемые меры, уровень аварийности на энергетических сетях остается достаточно высоким.

В Пензенской области для обеспечения населения теплом и электроэнергией действует ОАО «Пензенская теплосетевая компания», основной задачей которой является обеспечение надежной и бесперебойной поставки тепла и электроэнергии потребителям при функционировании в конкурентной среде. Структура потребителей представлена на рисунке 1.

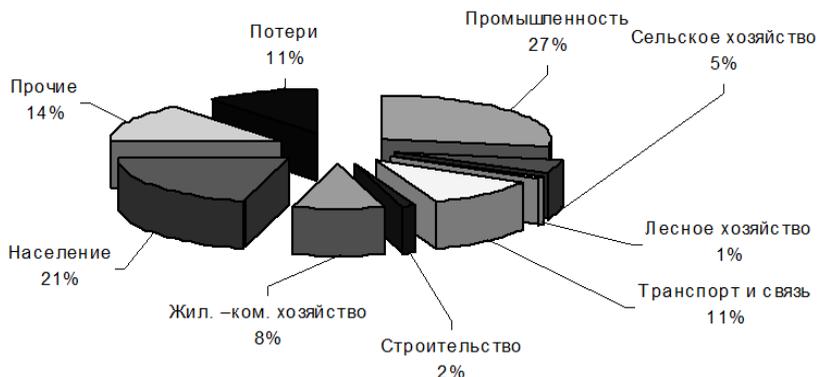


Рисунок 1 – Структура потребителей ОАО «Пензенская теплосетевая компания» за 2012 год

В процессе эксплуатации тепловых и электрических сетей компании происходят аварии и инциденты с материальным и экологическим ущербом различной тяжести. На основе статистических данных ОАО «Пензенская теплосетевая компания» за 2002–2012 годы была проведена оценка ущерба от аварий на энергетических сетях, зафиксированы характер аварии или инцидента, дата возникновения аварийной ситуации,

подсчитанный экономический ущерб и время, в течение которого авария была ликвидирована. Полученные результаты свидетельствуют о том, что число аварий, ущерб и время ликвидации последствий аварий имеют значительные вариации (рисунок 2).

Основные причины аварийности на энергосетях в Пензенской области представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Причины и структура аварий и инцидентов на тепловых и электрических сетях

Причина	Удельный вес, %	
	Тепловые сети	Электрические сети
Нарушение технологии эксплуатации	9.5	7.3
Отказ оборудования	59.0	47.8
Ложное действие защиты и автоматики	8.6	6.5
Отклонение параметров эксплуатации	10.5	9.4
Ошибочные действия персонала	2.9	4.3
Влияние внешних источников	9.5	24.7

Поскольку предотвратить многие аварии и катастрофы не представляется возможным, особую значимость приобретает задача минимизации ущерба от них. Для ее решения необходимо определять прогнозную величину возможного ущерба, оптимальные резервы, достаточные для скорейшей ликвидации последствий и проведения аварийно-восстановительных работ.

В связи с большой вариацией величины ущерба во времени не представляется возможным достаточно надежно оценить его тренд, сезонную или циклическую компоненту. В рассматриваемых временных рядах хорошо проявляет себя только нерегулярная (случайная) компонента, которая формируется, в основном, под действием случайных факторов (аварийных ситуаций различной природы и характера). В этой связи величину предполагаемого ущерба на следующий год предлагается определять на основе стохастической модели управления запасами со случайным спросом, имеющей вид:

$$C(s) = c_1 \int_0^s (s-r)f(r)dr + c_2 \int_s^{\infty} (r-s)f(r)dr, \quad (1)$$

где $C(s)$ — математическое ожидание суммарных затрат; s — уровень запаса; r — величина спроса; $f(r)$ — закон распределения (функция плотности вероятности) величины спроса; c_1 — затраты на хранение запаса; c_2 — штраф за дефицит.

Задача управления запасами состоит в определении такого запаса s , при котором математическое ожидание суммарных затрат $C(s)$ принимает минимальное значение.

При непрерывном случайном спросе r выражение (1) будет минимальным при значении s_0 , определяемом из уравнения

$$F(s_0) = \frac{c_2}{c_1 + c_2}, \quad (2)$$

где $F(s) = P(r < s)$ — функция (закон) распределения спроса.

Рассматривая спрос r как непрерывную случайную величину, будем далее определять минимальное значение $C(s)$ при уровне запаса s_0 из уравнения (2).

Таким образом, для определения оптимального запаса s_0 средств на ликвидацию последствий аварий и инцидентов необходимо знать закон распределения случайной величины спроса r , что фактически сводится к определению закона распределения величины ущерба (потерь).

Анализ статистических данных позволил предположить, что величина ущерба от единичной аварии подчиняется показательному (экспоненциальному) закону с некоторым параметром λ . Тогда оптимальный уровень запаса средств на ликвидацию последствий от аварии определяется как

$$s_0 = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{c_2}{c_1} \right), \quad (3)$$

при этом оценка параметра λ проводится по статистическим данным.

Для определения запаса средств, необходимых для ликвидации последствий от аварий, которые могут произойти в следующем году, необходимо знать закон распределения величины суммарного ущерба за год Y , определяемого как сумма ущербов от отдельных аварий X_i , имеющих показательное распределение (с параметром λ). Случайная величина Y имеет гамма-распределение с функцией плотности, определяемой параметрами λ и n :

$$f(y) = \begin{cases} \frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} y^{n-1} e^{-\lambda y}, & y > 0 \\ 0, & y \leq 0 \end{cases}, \quad (4)$$

где $\Gamma(n) = \int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx$ — гамма-функция Эйлера.

Статистические оценки параметров распределения случайной величины Y вычисляются по формулам:

$\tilde{\lambda} = \frac{\bar{y}}{s^2}$, $\tilde{n} = \left(\frac{\bar{y}}{s}\right)^2$, где $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$, $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$, y_i — суммарный ущерб за год.

Оптимальный уровень запаса средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций за год определяется из уравнения:

$$F(y) = \frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} \int_0^y u^{n-1} e^{-\lambda u} du = \frac{c_2}{c_1 + c_2}. \quad (5)$$

При этом затраты на хранение c_1 принимаются равными годовому уровню инфляции в рассматриваемом году, а штраф за дефицит c_2 определяется как ставка по кредитам коммерческого банка. Решая уравнение (5) с оценками параметров распределения $\tilde{\lambda}$ и \tilde{n} относительно y , получаем величину оптимального запаса средств на ликвидацию последствий аварийных ситуаций в следующем году y_{opt} .

Для того чтобы величина ущерба не превысила запаса средств на ликвидацию последствий аварий, необходимо оптимальный запас увеличить на величину страхового запаса.

Величину страхового запаса можно определить как верхнюю границу доверительного интервала при заданном уровне значимости α . Решая уравнение

$$\frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} \int_0^y u^{n-1} e^{-\lambda u} du = 1 - \alpha \quad (6)$$

относительно величины y , получим величину y_B .

Разница между оптимальной величиной запаса y_{opt} и его верхней границей y_B и будет величиной страхового запаса:

$$z_{cmp} = y_B - y_{opt}.$$

Страховой запас гарантирует, что с заданной доверительной вероятностью $p = 1 - \alpha$ величина суммарного ущерба не превысит его верхней границы y_B .

Статистические данные о величине ущерба в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» относятся к разным временным периодам, поэтому для корректного анализа они «приведены» к сопоставимым ценам 2012 года.

Динамика суммарного ущерба и числа аварий по годам за период наблюдений с 2002 по 2012 годы представлены на рисунке 2.

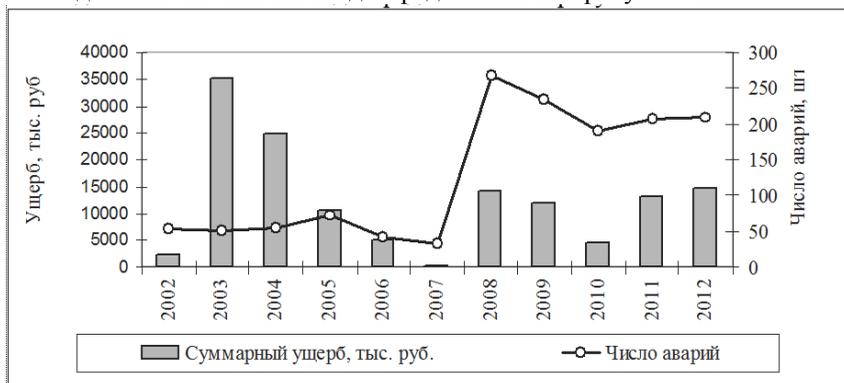


Рисунок 2 – Динамика суммарного ущерба и числа аварий по годам

Анализ динамики суммарного ущерба позволяет сделать выводы, что рассматриваемые показатели сильно меняются от года к году, и эти изменения достаточно сложно оценить и предсказать.

Для ликвидации последствий от аварий и инцидентов необходимо создание запаса материальных и денежных средств. Для прогнозирования необходимого запаса средств используем стохастическую модель управления запасами (1).

На первом этапе реализации методики на основе «приведенных» статистических данных об авариях и инцидентах в Пензенской теплосетевой компании строим интервальный вариационный ряд, представленный на рис. 3 в виде гистограммы и эмпирической функции распределения.

По виду гистограммы выдвигаем гипотезу H_0 , что случайная величина ущерба распределена по показательному (экспоненциальному) закону. Проверка гипотезы о виде закона распределения проводится помощью критерия согласия ω^2 .

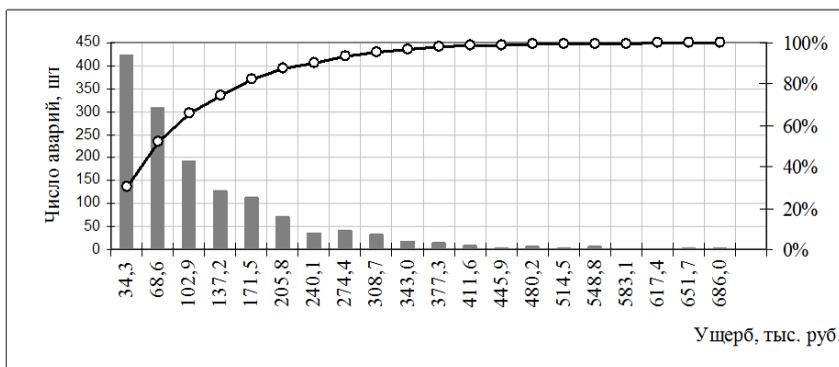


Рисунок 3 – Гистограмма и эмпирическая функция распределения ущерба

Вычисляем числовые характеристики случайной величины, необходимые для построения функции плотности:

— статистическую оценку математического ожидания

$$\tilde{m}_x = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = 96.9;$$

— статистическую оценку параметра λ

$$\tilde{\lambda} = \frac{1}{\tilde{m}_x} = \frac{1}{96.9} = 1.0103.$$

Для определения опытного значения критерия ω^2 составим расчетную таблицу (таблица 2).

Таблица 2 – Расчетная таблица для определения критерия ω^2

i	1	2	3	4	...	1405	1406	1407	1408
x_i	0.12	0.19	0.24	0.27	...	623.3	647.0	684.5	685.7
$F(x_i)$	0.0012	0.0019	0.0025	0.0028	...	0.9984	0.9987	0.9991	0.9992

В таблице x_i — значения величины ущерба (тыс. руб), ранжированные по возрастанию, $F(x_i) = 1 - e^{-\lambda x_i}$ — функция распределения показательного закона.

Вычисляем опытное значение критерия

$$n\omega_b^2 = \frac{1}{12n} + \sum_{i=1}^n \left[F(x_i) - \frac{2i-1}{2n} \right]^2 = 0.1006.$$

По таблице критических точек распределения ω^2 для уровня значимости $\alpha = 0.05$ определяем критическое значение критерия $n\omega_{кр}^2 = 0.224$.

Так как $n\omega_b^2 < n\omega_{кр}^2$, то нет оснований отвергать гипотезу о том, что распределение случайной величины ущерба подчиняется показательному закону

$$f(x) = \begin{cases} \lambda \cdot e^{-\lambda x}, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad (7)$$

где λ — параметр распределения.

Определив закон распределения случайной величины ущерба от единичной аварийной ситуации можно определить оптимальный уровень запаса материальных (денежных) средств на ликвидацию последствий какой-либо аварийной ситуации.

Для этого необходимо по исходным данным определить статистическую оценку параметра λ , оценить затраты на хранение запаса c_1 и величину штрафа за дефицит c_2 при недостатке необходимых средств.

$$x = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{c_2}{c_1} \right). \quad (8)$$

Для определения запаса средств на ликвидацию последствий от аварийных ситуаций в следующем году необходимо знать закон распределения суммарного ущерба за год. Суммарная величина ущерба, в принятом предположении о независимости составляющих ее случайных величин единичного ущерба, подчиняется гамма-распределению.

Затраты на хранение запаса (величина c_1) определим темпом инфляции в 2012 году, который, согласно закону Российской Федерации «О бюджете на 2012 год», прогнозировался на уровне 6.0%. Сформированный резерв материальных средств не может быть востребован сразу весь для возмещения ущерба, тогда значительная часть его (возможно и весь резерв) является временно свободным.

При нехватке денежных средств на предупреждение и ликвидацию последствий аварийных ситуаций восполнить их недостаток поможет кредит коммерческого банка. В 2012 году кредиты предоставлялись по

ставке 18–20% годовых. Эту величину примем в качестве штрафа за дефицит (величина c_2).

Таким образом, формулу (5) для гамма-распределения можно записать в виде

$$\frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} \int_0^y u^{n-1} e^{-\lambda u} du = \frac{c_2}{c_1 + c_2}. \quad (9)$$

В качестве оценок c_1 и c_2 выберем значение $c_1 = 6\%$ и среднее значение $c_2 = 19\%$, тогда

$$\frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} \int_0^y y^{n-1} e^{-\lambda y} dy = \frac{19}{6 + 19} = 0.76. \quad (10)$$

Вычисляем статистические оценки параметров распределения:

$$\bar{y} = 12437.27; \quad s = 10222.43; \quad \tilde{\lambda} = 0.000119; \quad \tilde{n} = 1.4803.$$

Решая уравнение (10) относительно y со статистическими оценками параметров гамма-распределения: $\tilde{\lambda} = 0.000119$, $\tilde{n} = 1.4803$, получим величину оптимального запаса средств на ликвидацию последствий предполагаемого ущерба от аварийных ситуаций $y_{opt} = 12546.1$ тыс. руб.

На системы управления запасами оказывает влияние множество факторов, что воздействует и на ожидаемые суммарные затраты. В этой связи, для того чтобы величина ущерба не превышала запас, созданный для ликвидации последствий аварий, необходимо оптимальный запас увеличить на величину страхового запаса. Такой запас необходим для компенсации дополнительных затрат на ликвидацию последствий аварий, возникающих в случае каких-либо непредвиденных ситуаций.

Оценим величину страхового запаса для различных значений доверительной вероятности (результаты приведены в таблице 3).

Таблица 3 – Величина страхового запаса

Доверительная вероятность	0.80	0.90	0.95
y_B , тыс. руб.	19274.3	26005.1	32547.5
$z_{стр} = y_B - y_{opt}$, тыс. руб.	6728.2	13459.0	20001.4

Добавление страхового запаса к оптимальному позволяет создать такой запас средств, чтобы с заданной вероятностью гарантировать, что величина ущерба не превысит созданного аварийного запаса,

предназначенного для предупреждения и ликвидации последствий аварий и инцидентов на энергетических сетях Пензенской области.

Представленная методика позволяет оценить необходимые оптимальные размеры аварийного запаса средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций в случае техногенных аварий, катастроф и инцидентов. Тем самым можно высвободить значительные средства, замороженные в запасах, и направить их на необходимые первоочередные мероприятия по повышению противоаварийной защиты, например, на обновление основных производственных фондов предприятия.

Библиографический список

1. Козлов А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. Статистический анализ данных в MS Excel. Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2012.

2. Мхитарян В.С., Шишов В.Ф., Козлов А.Ю. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник для студентов высших учебных заведений. Сер. Бакалавриат. - М.: ИЦ «Академия», 2012.

3. Шишов В.Ф., Козлов А.Ю., Черняева Н.А. Прогнозирование вероятности возникновения лесных пожаров – Журнал «Экономика и управление», 2013, № 3(89), с. 33-37.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

V.F. Shishov

Penza State Technological University, Penza

ASSESSMENT AND FORECASTING OF DAMAGE INCURRED IN THE TECHNOSPHERE

Abstract. *The article presents the method of prediction of reserve funds for the prevention and consequences elimination of man-made accidents, based on application of stochastic models of stock management. Shows how the proposed methodology can be implemented on the example of the energy networks of the region.*

Key words: *anthropogenic accidents, damage, forecasting, optimal reserves, distribution law of damage, exponential distribution, gamma distribution, insurance reserve, stochastic model of stock management.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Абу-Бакр Али Фатхи Габер, аспирант, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург.

Абрамова Татьяна Викторовна, старший преподаватель каф. «Математические методы в экономике» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, tanusha-atv@mail.ru.

Агуреева Алина Викторовна, НИУ «Самарский аэрокосмический университет имени академика Сергея Павловича Королёва», г. Самара, midalina@mail.ru.

Азовцев Евгений Вячеславович, ООО «ММК-Информсервис», г. Магнитогорск, Azovtsev.ev@mmk.ru.

Андросенко Ольга Сергеевна, старший преподаватель каф. «Математические методы в экономике» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Ануфриев Антон Владимирович ведущий специалист по ТОиР электрооборудования ЭСПЦ ОАО "ММК", г. Магнитогорск.

Асанина Дарья Андреевна, к.э.н., доцент, кафедры ПМИИОЭ, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, darya.asanina@mail.ru.

Астратова Алена Владимировна, аспирант кафедры ММвЭ, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, queen555-90@mail.ru.

Банных Александра Андреевна, аспирант, ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, korobeynikova_aa@bystrobank.ru.

Борисенко Ольга Евгеньевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», borisenko_oe@mail.ru.

Бубис Ирина Владимировна, студент, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, irinabubis@rambler.ru.

Булычева Светлана Васильевна, к.ф.-м.н., доцент каф. Математические методы в экономике, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный

технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, e-mail: s.bulycheva@list.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.

Гилязетдинова Карина Рашитовна, студент, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург.

Дубовских Кирилл Игоревич, студент, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, kirill.dubovskikh@mail.ru.

Дюкина Татьяна Олеговна, к.э.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург.

Ефимова Ксения Викторовна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, ksushaefimova@mail.ru.

Закирова Регина Артуровна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Зеленый Денис Дмитриевич, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет, институт математики и информационных технологий», г. Волгоград.

Зубарев Андрей Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Andrey.zubarev@usu.ru.

Ибрагимова Сауле Адиевна, старший преподаватель кафедры прикладной математики, Казахский экономический университет им. Т.Рыскулова, г.Алматы, sauleadievna78@bk.ru.

Иванова Татьяна Александровна, к.э.н., доцент, зав. каф. «Математические методы в экономике» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, jun275@mgn.ru.

Калитаев Александр Николаевич, к.т.н., доцент каф ВТиПМ, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Киндаев Александр Юрьевич, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, alekindaev@yandex.ru.

Корнилов Геннадий Петрович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электроснабжения промышленных предприятий ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Липатников Андрей Владимирович, аспирант, ассистент кафедры «Математических методов в экономике» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», e-mail: lipass@mail.ru.

Маяченко Елена Петровна, старший преподаватель каф. «Математики» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Мхитарян Владимир Сергеевич, д.э.н, профессор, зав. отделением Статистики, анализа данных и демографии, ВШЭ, г. Москва.

Мочалов Вячеслав Михайлович, к.т.н., доцент, руководитель территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, г.Барнаул.

Николаев Александр Аркадьевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий Института энергетики и автоматизированных систем ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, alexniko@inbox.ru.

Парсункин Борис Николаевич, д.т.н., профессор каф. Автоматизированных систем управления, МГТУ, г. Магнитогорск

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, yuliaplotnikova@inbox.ru.

Полвелица Евгений Вячеславович ведущий инженер ЗАО "КонсОМ СКС", г. Магнитогорск.

Поликарпова Мария Геннадьевна, к.э.н., доцент каф. Математические методы в экономике, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, marjyshka@mail.ru.

Полухина Екатерина Ильинична, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, katrin8865@mail.ru.

Реент Наталья Анатольевна, к.э.н., доцент каф. Математические методы в экономике, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Сапрыкина Елизавета Евгеньевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, koshke_mane@bk.ru.

Смирнова Анна Александровна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, smirnova_anna.93@mail.ru.

Сыряжкин Владимир Иванович, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «НИ Томский государственный университет», г. Томск.

Тазабекова Айгуль Чапаевна, старший преподаватель кафедры экономики, магистрант кафедры экономика природопользования, Казахский экономический университет им. Т.Рыскулова, г.Алматы, Mega.taza@mail.ru.

Трофимов Дмитрий Юрьевич, аспирант кафедры ММвЭ, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, speaker08@mail.ru.

Трофимова Виолетта Шамильевна, к.э.н., доцент каф. Математические методы в экономике, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, violat@mail.ru.

Тутарова Власта Дилауровна, к.т.н., доцент каф ВТиПМ, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Федотов Сергей Петрович, д.ф.-м.н., профессор прикладной математики, директор совместных программ по математике, бизнесу и финансам, «The University of Manchester», г. Манчестер, Великобритания, sergei.fedotov@gmail.com.

Фёдорова Алёна Геннадьевна, студентка, ФГБОУ ВПО "Пензенский государственный технологический университет", aljona-fyodorova@yandex.ru.

Фомина Евгения Сергеевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Queen_bee@bk.ru.

Хейнонен Виктория Анатольевна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, heinonen-viktori@mail.ru.

Шишов Владимир Фёдорович, к.э.н., доцент, профессор кафедры ПМиИОЭ ФГБОУ ВПО "Пензенский государственный технологический университет", г. Пенза, vfshishov@mail.ru.

Шпак Анастасия Владиславовна, студентка, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, nastusha2311992@bk.ru.

Научное издание

**ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ
И ТЕХНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник научных трудов
международной заочной научно-практической конференции

Под общей редакцией Мхитаряна В.С.

Издается полностью в авторской редакции

Подписано в печать 6.06.2014. Рег. № 118-14. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 18,50. Тираж 100 экз. Заказ 319.



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
2014**