

Научно-практический  
рецензируемый журнал

СТАТИСТИКА И ЭКОНОМИКА  
Том 16. № 6. 2019

Учредитель:  
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор  
Виталий Григорьевич Минашкин

Зам. главного редактора  
Елена Алексеевна Егорова  
Павел Александрович Смелов

Ответственный редактор  
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор  
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 2004 года.  
Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ №СМИ ПИ №ФС77-65889  
от 27.05.16 г.

ISSN 2500-3925 (Print)

Все права на материалы,  
опубликованные  
в номере, принадлежат журналу  
«Статистика и экономика».  
Перепечатка материалов,  
опубликованных в журнале, без  
разрешения редакции запрещена. При  
цитировании материалов ссылка на  
журнал «Статистика и экономика»  
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень  
периодических научных изданий.

Тираж журнала  
«Статистика и экономика»  
1500 экз.

Адрес редакции:  
117997, г. Москва,  
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345  
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)  
E-mail: Smelov.PA@rea.ru  
Адрес сайта: www.statecon.rea.ru

Подписной индекс журнала  
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»: 80246

© ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018

Подписано в печать 17.12.19.  
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.  
Печ. л. 10,75. Тираж 1500 экз.  
Заказ

Напечатано в ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».  
117997, Москва, Стремянный пер., 36

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

*Ю.С. Ивченко*  
Определение основных факторов уровня валового регионального  
продукта методами эконометрического моделирования  
по совокупности регионов Российской Федерации..... 4

*С.В. Стулов, А.С. Мокроусов*  
Методические основы развития материального обеспечения  
войск (сил) за пределами Российской Федерации..... 19

### ЭКОНОМИКА И СТАТИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ

*Е.И. Ларионова, Т.И. Чинаева, Е.П. Шпаковская*  
Анализ развития нефтегазового сектора в современных условиях 29

*О.А. Шихова, М.Н. Селина, В.М. Селин*  
Прогнозирование результатов деятельности предприятий  
рыбопереработки: проблемы и методологические подходы их  
решения..... 37

### СОЦИАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

*М.В. Бикеева, И.В. Моисеева*  
Измерение экономического неравенства: проблемы, факты и  
оценка..... 48

*В.В. Жолудева*  
Статистическая оценка влияния изменения климата  
на социально-демографические процессы  
(на примере Ярославской области)..... 57

### ИСТОРИЯ СТАТИСТИКИ

*М.А. Козлова*  
Индекс потребительских цен США во второй половине XX века:  
методика расчета и векторы ее изменения ..... 67

### СТАТИСТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

*А.А. Солодов, В.М. Трембач*  
Разработка и использование модели когнитивной системы для  
решения задач целенаправленного поведения ..... 77

Scientific and practical reviewed  
journal

STATISTICS AND ECONOMICS  
Vol. 16. № 6. 2019

**Founder:**  
Plekhanov Russian University of  
Economics

**Editor in chief**  
Vitaliy G. Minashkin

**Deputy editor**  
Elena A. Egorova  
Pavel A. Smelov

**Executive editor**  
Nikita D. Epshtein

**Technical editor**  
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 2004.  
Mass media registration certificate:  
ФЦ77-65889 от 27.05.16 г.  
ISSN 2500-3925 (Print)

All rights for materials published in the  
issue belong to the journal  
«Statistics and Economics».  
Reprinting of articles published in the  
journal, without the permission of the  
publisher is prohibited.  
When citing a reference to the journal  
«Statistics and Economics» is obligatory.

Editorial opinion may be different from  
the views of the authors  
The journal is included in the list of VAK  
periodic scientific publications.  
Journal articles are reviewed.  
The circulation of the journal  
«Statistics and Economics» –  
1,500 copies.

Editorial office:  
117997, Moscow,  
Stremyanny lane. 36, Building 6, office 345  
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)  
E-mail: Smelov.PA@rea.ru  
Web: www.statecon.rea.ru

Subscription index of journal  
in catalogue «ROSPECHAT»: 80246

© Plekhanov Russian University of  
Economics, 2018

Signed to print 17/12/19.  
Format 60x84 1/8. Digital printing.  
Printer's sheet 10,75. 1500 copies.  
Order

Printed in Plekhanov Russian University  
of Economics,  
Stremyanny lane. 36, Moscow, 117997,  
Russia

## CONTENTS

### ECONOMIC STATISTICS

- Yulia S. Ivchenko*  
Determination of the main factors of the gross regional  
product level by econometric modeling methods for the totality  
of regions of the Russian Federation ..... 4
- Sergey V. Stulov, Alexey S. Mokrousov*  
Methodical bases of development of material support of troops  
(forces) outside the Russian Federation..... 19

### ECONOMICS AND BUSINESS STATISTICS

- Elena I. Larionova, Tatyana I. Chinaeva, Elena P. Shpakovskaya*  
Analysis of the development of Oil and Gas Industry in present  
conditions ..... 29
- Oksana A. Shikhova, Marina N. Selina, Vladimir M. Selin*  
The forecasting of operating results of fish processing  
enterprises: problems and methodological approaches to their  
solving ..... 37

### SOCIAL STATISTICS

- Marina V. Bikeeva, Irina V. Moiseeva*  
Measuring economic inequality: challenges,  
facts and assessment..... 48
- Vera V. Zholudeva*  
Statistical assessment of the impact of climate change  
on social and demographic processes  
(on the example of the Yaroslavl region)..... 57

### HISTORY OF STATISTICS

- Maria A. Kozlova*  
U.S. consumer price index in the second half of XX century:  
calculation strategy and ways of its changes ..... 67

### STATISTICAL AND MATHEMATICAL METHODS IN ECONOMICS

- Aleksander A. Solodov, Vasiliy M. Trembach*  
Development and use of a cognitive system model for solving  
problems of purposeful behavior ..... 77

## Редакционная коллегия

**АСТАШОВА Ирина Викторовна**, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры дифференциальных уравнений, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**АРХИПОВА Марина Юрьевна**, д.э.н., профессор, факультет экономических наук, Департамент статистики и анализа данных, Высшая школа экономики – национальный исследовательский университет, Москва, Россия

**БАКУМЕНКО Людмила Петровна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой прикладной статистики и информатики, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

**ВОЛКОВА Виолетта Николаевна**, д.э.н., профессор, профессор кафедры системного анализа и управления, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

**ГЕВОРКЯН Эдуард Аршавирович**, д.ф.-м.н., профессор кафедры Высшей математики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**ГЛИНКИНА Светлана Павловна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой общей экономической теории Московской школы экономики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**ЕЛИСЕЕВА Ирина Ильинична**, д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующая кафедрой статистики и эконометрики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

**ЗАРОВА Елена Викторовна**, д.э.н., профессор, начальник отдела обработки и анализа статистической информации, Департамент экономической политики и развития города Москвы, руководитель Центрально-Евразийского представительства Международного статистического института, Москва, Россия

**КАРМАНОВ Михаил Владимирович**, д.э.н., профессор, профессор кафедры отраслевой и бизнес-статистики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**КУЧМАЕВА Оксана Викторовна**, д.э.н., профессор, профессор кафедры народонаселения экономического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

**КЮРКЧАН Александр Гаврилович**, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой теории вероятностей и прикладной математики, Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

**ЛАЙКАМ Константин Эмилевич**, д.э.н., заместитель руководителя Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Москва, Россия

**ЛУЛА Павел**, доктор наук, доцент, заведующий кафедрой вычислительных систем, Краковский экономический университет, Краков, Польша

**МОТОРИН Руслан Миколайович**, д.э.н., профессор кафедры статистики и эконометрии, Киевский национальный торгово-экономический университет, Киев, Украина

**МКХИТАРЯН Владимир Сергеевич**, д.э.н., профессор, заведующий отделением статистики, анализа данных и демографии, заведующий кафедрой статистических методов, Высшая школа экономики – национальный исследовательский университет, Москва, Россия

**САДОВНИКОВА Наталья Алексеевна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой статистики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**САЖИН Юрий Владимирович**, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой статистики, эконометрики и информационных технологий в управлении, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева, Саранск, Россия

**УПАДХАЯ Шьям**, руководитель статистического отдела ЮНИДО, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, Вена, Австрия

**ШУВАЛОВА Елена Борисовна**, д.э.н., профессор, начальник управления аттестации научных кадров, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

## Editorial Board

**Irina V. ASTASHOVA**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor of the Differential Equations Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Marina Yu. ARKHIPOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Faculty of Economic Sciences, Department of Statistics and Data Analysis, Higher School of Economics – National Research University, Moscow, Russia

**Lyudmila P. BAKUMENKO**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of Applied Statistics and Informatics Department, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

**Violetta N. VOLKOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of System Analysis and Management Department, Saint Petersburg State Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

**Eduard A. GEVORKYAN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Department of Higher Mathematics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Svetlana P. GLINKINA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the General Economic Theory Department, Moscow School of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Irina I. ELISEEVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of Statistics and Econometrics Department, Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia

**Elena V. ZAROVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Processing and Analysis of Statistical Information, Department of Economic Policy and Development of Moscow, Chair of ISI Central Eurasia Outreach Committee, Moscow, Russia

**Mikhail V. KARMANOV**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of the Department of Industrial and Business Statistics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Oksana V. KUCHMAEVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of the Department of population, faculty of Economics, Moscow state University. M. V. Lomonosova, Moscow, Russia

**Alexander G. KYURKCHAN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Theory of Probability and Applied Mathematics Department, Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

**Konstantin E. LAYKAM**, Dr. Sci. (Economics), Deputy Head, Federal State Statistics Service of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Pawel LULA**, Dr. hab., Associate Professor, Head of the Department of Computational Systems, Cracow University of Economics, Cracow, Poland

**Ruslan M. MOTORIN**, Dr. Sci. (Economics), Professor of Statistics and Econometrics Department, Kiev National University of Trade and Economics, Kiev, Ukraine

**Vladimir S. MKHITARYAN**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Statistics, Data Analysis and Demography, Head of the Department of Statistical Methods, Higher School of Economics – National Research University, Moscow, Russia

**Natalia A. SADOVNIKOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of Statistics Department, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Yury V. SAZHIN**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Statistics, Econometrics and Information Technologies in Management, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

**Shyam UPADHYAYA**, Chief, UNIDO Statistics Unit, United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria

**Elena B. SHUVALOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Scientific Personnel Certification, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

# Определение основных факторов уровня валового регионального продукта методами эконометрического моделирования по совокупности регионов Российской Федерации

**Цель исследования** состоит в выявлении факторов, определяющих уровень валового регионального продукта, с помощью построения эконометрических моделей. С точки зрения экономической теории объем валовой добавленной стоимости региона зависит от наличия ресурсов, эффективности использования ресурсов, уровня платежеспособного спроса для потребления произведенной валовой добавленной стоимости, уровня экспорта, структуры экономики региона. В статье путем построения эконометрических моделей с различным набором факторных признаков были выявлены наиболее существенные и статистически значимые факторы, определяющие уровень валового регионального продукта.

**Материалы и методы.** Эмпирической базой исследования послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики за 2016 год. В качестве статистической совокупности как объекта исследования рассматривалась совокупность субъектов Российской Федерации, причем изучались как полная совокупность субъектов, так и совокупности субъектов с уровнем валового регионального продукта менее и более триллиона рублей. Метод исследования — эконометрическое моделирование валового регионального продукта на основе пространственных данных по субъектам Российской Федерации. Параметры моделей множественной линейной регрессии в абсолютных величинах и в логарифмах оценивались методом наименьших квадратов. Для проверки нулевых гипотез был принят пятипроцентный уровень значимости. Интервальное оценивание параметров моделей проводилось с учетом стандартных ошибок, состоятельных в условиях гетероскедастичности. Качество моделей определялось коэффициентом детерминации, средней относительной ошибкой аппроксимации, тестом Рамсея, проверяющим нулевую гипотезу об отсутствии пропущенных переменных в модели. Практическая реализация исследования проводилась в программном продукте RStudio.

**Результаты.** Построены восемь качественных моделей множественной линейной регрессии. Две модели построены по общей

совокупности субъектов Российской Федерации: 1) модель в абсолютных величинах с тремя количественными признаками и одним качественным признаком, характеризующим группу субъектов по уровню валового регионального продукта; 2) трехфакторная модель в логарифмах. Две модели построены по совокупности субъектов с валовым региональным продуктом менее триллиона рублей: 1) модель в абсолютных величинах с семью количественными признаками, пять из которых оказались статистически значимыми; 2) четырехфакторная модель в логарифмах. Четыре двухфакторные модели были построены по совокупности субъектов с валовым региональным продуктом более триллиона рублей.

**Заключение.** Во всех построенных моделях наиболее значимыми факторами уровня валового регионального продукта являются: а) фактор основного капитала (среднегодовая остаточная стоимость основных фондов); б) фактор платежеспособного спроса (выраженный одним из следующих показателей: социальные расходы бюджета, суммарные доходы населения, фонд оплаты труда); в) фактор уровня финансовых ресурсов (выраженный объемом среднегодовых остатков средств на рублевых счетах юридических лиц и сальдо доходов и расходов предприятий и организаций). При построении эконометрических моделей статистически незначимыми оказывались факторы эффективности использования ресурсов (фондоотдача, производительность, рентабельность), факторы, характеризующие объем внешнеэкономической деятельности региона, и доля добывающих производств. Экономике регионов в 2016 году можно охарактеризовать как экономику экстенсивного типа, ориентирующуюся на использование внутренних капитальных и финансовых ресурсов.

**Ключевые слова:** валовой региональный продукт, эконометрическое моделирование, факторы уровня валового регионального продукта, пространственные данные по субъектам Российской Федерации, модель множественной линейной регрессии

Yulia S. Ivchenko

Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk, Russia

## Determination of the main factors of the gross regional product level by econometric modeling methods for the totality of regions of the Russian Federation

**The purpose of the research** is to identify factors that determine the level of gross regional product, using the construction of econometric models. In terms of the economic theory the volume of gross added value of the region depends on existence of resources, efficiency of use of resources, level of effective demand for the consumption

of gross added value, level of export, structure of the regional economy. In the article, by constructing econometric models with a different set of factors, the most essential and statistically significant factors determining the level of gross regional product were identified.

**Materials and methods.** Official data of Federal State Statistics Service for 2016 formed empirical base of the research. The aggregate of the constituent entities of the Russian Federation was considered as a statistical aggregate as an object of study, and both the complete aggregate of subjects and the aggregate of entities with a gross regional product level of less than and more than a trillion rubles were studied. Research method is econometric modeling of gross regional product based on spatial data on constituent entities of the Russian Federation. The parameters of the multiple linear regression models in absolute values and in logarithms were estimated using the least squares method. To test the null hypotheses, a five percent significance level was adopted. Interval estimation of model parameters was carried out taking into account standard errors consistent under heteroskedasticity. The quality of models was defined by coefficient of determination, mean relative error of approximation, Ramsey's test checking a null hypothesis about lack of the passed variables in model. Implementation of the research was carried out in the RStudio software product.

**Results.** Eight qualitative models of multiple linear regression are constructed. Two models are constructed on the general set of constituent entities of the Russian Federation: 1) model in absolute values with three quantitative signs and one attributive sign characterizing group of entities on the level of a gross regional product; 2) three-factor model in logarithms. Two models are constructed

on set of entities with a gross regional product less than one trillion rubles: 1) model in absolute values with seven quantitative signs, five of which were statistically significant; 2) four-factor model in logarithms. Four two-factor models are constructed on set of entities with a gross regional product more than one trillion rubles.

**Conclusion.** In all constructed models the most significant factors of the level of gross regional product are: a) factor of fixed capital (average annual residual cost of fixed assets); b) factor of effective demand (expressed by one of the following indicators: social expenses of the budget, total income of the population, wage fund); c) factor of level of financial resources (expressed by the volume of average annual balances on ruble accounts of legal persons and balance of incomes and expenses of the enterprises and organizations). At creation of econometric models statistically insignificant were factors of resource efficiency (capital productivity, labor productivity, profitability), factors characterizing the volume of foreign economic activity and a share of the extractive industries. The economy of the regions in 2016 can be described as an economy of an extensive type, focusing on the use of domestic capital and financial resources.

**Keywords:** gross regional product, econometric modeling, factors of the level of gross regional product, spatial data on the constituent entities of the Russian Federation, model of multiple linear regression

## Введение

Валовой региональный продукт — обобщающий показатель экономической деятельности региона, характеризующий процесс производства товаров и услуг для конечного использования [1]. Валовой региональный продукт (ВРП) является региональным аналогом валового внутреннего продукта и представляет собой валовую добавленную стоимость товаров и услуг, произведенную резидентными единицами региона. ВРП, как и валовой внутренний продукт (ВВП) может быть рассчитан в текущих основных или рыночных ценах (номинальный объем), а также в сопоставимых ценах или ценах предыдущего периода (реальный объем).

Несмотря на то, что ВРП считается региональным аналогом ВВП, между ними существует следующее отличие. ВРП не включает величину добавленной стоимости нерыночных коллективных услуг, оказываемых государством обществу в целом (оборона и государственное управление), услуг финансовых посредников (банков), деятельность которых редко ограничивается одним регионом, услуг внешней торговли и других услуг,

оказываемых обществу в целом за счет средств федерального бюджета. Кроме того, ВРП не включает налоги на внешнеэкономическую деятельность, так как их общую величину невозможно полностью распределить между отдельными регионами из-за специфики учета. По этим причинам сумма валовых региональных продуктов по всем регионам РФ меньше ВВП страны на вышеперечисленные макроэкономические показатели. Указанная разница в методике расчетов региональных и федерального показателей конкретизирует значение ВРП как сравнительно-оценочного индикатора социально-экономического развития региона, поскольку он отражает конечные результаты деятельности предприятий и организаций, ограниченные определенной территорией.

«Последнее десятилетие характеризуется постепенно возрастающим интересом к показателям регионального развития (и, прежде всего, к ВРП) как со стороны ученых-исследователей, так и со стороны органов государственной власти. ВРП вошел в систему показателей прогнозирования регионального развития, используется Министерством

финансов РФ для распределения фонда финансовой поддержки территорий, включен в систему показателей мониторинга деятельности субъектов бюджетного планирования и в систему показателей эффективности деятельности органов государственной власти субъектов РФ» [2].

## 1. Обзор существующих исследований

Задача количественной оценки влияния социально-экономических факторов на ВРП решалась с помощью эконометрического моделирования в работах следующих авторов: С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев, А.В. Кудров [3], Л.П. Бакуменко, Е.В. Костромина [4], Е.Н. Волкова, М.В. Карманов [5], Н.П. Горидько, Н.А. Рослякова [6], Н.И. Климова, Е.А. Гафарова [7], А.Ю. Никитаева, Е.В. Маслюкова [8], С.В. Панкова, А.П. Цыпин [9], А.В. Пьянкова, Е.И. Дорохова [10], Т.П. Селиверстова, П.И. Кузьмин, С.И. Селиверстов, С.В. Шаповалова [11], Т.П. Скуфьина, С.В. Баранов, Е.А. Корчак [12, 13] и др.

В работе [3] авторами были построены модели производственного потенциала региона, представляющие собой

динамические модели множественной линейной регрессии в логарифмической форме. В качестве результирующего признака использовался натуральный логарифм ВРП, в качестве факторных признаков использовались натуральные логарифмы стоимости основных фондов, численности экономически активного населения, числа организаций, выполняющих научные исследования, номер периода времени, произведения логарифмов вышеперечисленных показателей на номер периода времени. Эмпирической базой моделирования стали панельные данные по 80-ти регионам РФ за период 2009–2013 гг. Показано, что «в моделях общей группы, базовой группы, группы обрабатывающих и сельскохозяйственных регионов наблюдается значимый рост эластичности ВРП по числу организаций, выполняющих научные исследования» [3].

В работе [4] Л.П. Бакуменко и Е.В. Костроминой из восьми факторов, предложенных первоначально в ходе абстрактно-логического анализа категории уровня экономического развития региона, в модель множественной линейной регрессии ВРП вошли три фактора: оборот розничной торговли, объем продукции сельского хозяйства, индекс промышленного производства. Модель строилась по динамическим рядам статистических показателей для Республики Марий Эл.

В работе [5] Е.Н. Волковой и М.В. Кармановым была построена линейная модель трехфакторной регрессии для Московской области. Результативной переменной модели стал ВРП на душу населения, в качестве факторных переменных использовались темп роста численности населения, индекс промышленного производства, оборот розничной торговли на душу населения.

В монографии [6] Н.П. Горидько и Н.А. Росляковой построены модели множественной линейной регрессии, описывающие зависимость годового уровня ВРП региона от факторов транспортной инфраструктуры (плотность промышленного производства, весовой объем грузов, отправленных автомобильным транспортом, плотность железнодорожной сети, суммарная протяженность дорог общего пользования и др.), инновационных факторов (объем экспорта и импорта технологий, количество патентов, внутренние затраты на научные исследования и разработки, затраты на технологические новации и др.) и других факторов (стоимость основных производственных фондов на конец года, среднегодовая численность занятых и др.). Модели построены для совокупности регионов РФ и для отдельных групп регионов по данным 2010 года.

В работе [7] Н.И. Климова и Е.А. Гафарова представили результаты построения моделей панельных данных различных спецификаций. Эмпирической базой исследования послужили статистические показатели, характеризующие социально-экономическое и финансовое развитие регионов Приволжского федерального округа за период 2000–2012 гг. «В качестве эндогенной переменной выбран валовой региональный продукт субъекта Федерации» [7]. Для периода 2001–2012 гг. «в качестве наиболее адекватной была признана модель с фиксированными временными эффектами (без включения индивидуальных эффектов), построенная на основе показателей в темпах роста» [7]. Наиболее существенные факторы модели (по значению коэффициентов регрессии): индексы объема промышленного производства, среднегодовой численности занятых в экономике, оборота розничной тор-

говли, реальной начисленной заработной платы и др. Для периода 2007–2009 гг. (период экономического кризиса) «в качестве наиболее адекватной была признана модель с фиксированными индивидуальными и фиксированными временными эффектами» [7]. «В отличие от 2001–2012 гг. в кризисный период из всех принятых к рассмотрению факторов в качестве значимых были отобраны два: темп роста среднегодовой численности занятых и индекс промышленного производства» [7].

В работе [8] А.Ю. Никитаевой и Е.В. Маслюковой представлены результаты эконометрического моделирования на основе панельных данных «по регионам Юга России (включая субъекты РФ, входящие в состав Южного и Северо-Кавказского федеральных округов) в период с 2000 по 2015 г.» [8]. Авторами работы [8] построены модели множественной линейной регрессии с фиксированными и случайными эффектами различных спецификаций. В качестве зависимой переменной рассматривался логарифм ВРП на душу населения, независимых – логарифмы показателя инновационной активности организаций, уровня занятости населения, стоимости основных фондов на одного занятого и др.

В работе [9] С.В. Панковой и А.П. Цыпиным были представлены две модели множественной регрессии, в каждой из которых моделируемым признаком стал ВРП на душу населения, а объясняющими переменными были выбраны среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, инвестиции в основной капитал на душу населения и фиктивные переменные, характеризующие группу, в которую попадает регион при проведенном кластерном анализе. Эмпирическая база исследования –

статистические данные по регионам РФ за 2013 год.

В работе [10] А.В. Пьянковой и Е.И. Дороховой предложена модель множественной регрессии по типу производственной функции Кобба-Дугласа, моделирующая ВРП региона в зависимости от основных фондов по полной учетной стоимости и численности занятых. Эмпирическая база исследования – данные по регионам за 2011 год. Построенная модель позволила сделать вывод о том, что «при изменении стоимости основных фондов на 1% валовой региональный продукт, при прочих равных условиях, изменяется в среднем на 0,84%, а значение коэффициента эластичности ВРП по затратам труда говорит об относительном изменении исследуемого показателя на 0,15% при изменении численности занятых на 1%» [10].

В работе [11] авторами построены модели степенной множественной регрессии (или линейной регрессии в логарифмах) по типу производственной функции. Эмпирической базой стали динамические ряды статистических показателей Алтайского края за период 2005–2014 гг. Моделируемым показателем стал не ВРП субъекта РФ, а валовая добавленная стоимость отдельной отрасли «оптовая и розничная торговля». В качестве факторных признаков использовались основные фонды по полной учетной стоимости на конец года, среднесписочная численность работников, инвестиции в основной капитал, среднедушевые денежные доходы населения.

В работе [12] Т.П. Скуфьиной и С.В. Барановым строились эконометрические модели в форме: «1) мультипликативной производственной функции; 2) частного случая мультипликативной производственной функции – функции типа Кобба-Дугласа; 3) производственной функ-

ции CES (Constant Elasticity Substitution), характеризуемой постоянной эластичностью замещения» [12]. «Для моделирования производства ВРП применялись следующие показатели: 1) индекс физического объема ВРП в постоянных ценах в процентах к 2000 г.; 2) индекс среднегодовой численности занятых в процентах к 2000 г.; 3) индекс стоимости основных фондов с учетом степени износа в постоянных ценах в процентах к 2000 г.» [12]. Эмпирической базой исследования стали динамические ряды статистических показателей регионов Севера и Арктики за период 2000–2014 гг. Модели строились по динамическим рядам каждого региона в отдельности.

В работе [13] авторы Т.П. Скуфьиной, С.В. Баранов и Е.А. Корчак продолжили исследование работы [12], заменив индекс стоимости объема основных фондов с учетом износа на индекс физического объема инвестиций в основной капитал.

Представленный анализ исследований российских авторов за последние пять лет, посвященных эконометрическому моделированию ВРП, позволяет сделать несколько выводов:

1) в качестве эмпирической базы используются различные типы данных: а) панельные, представляющие собой данные по нескольким субъектам РФ за несколько лет; б) пространственные – данные по всем субъектам РФ или отдельным группам субъектов РФ за один год; в) динамические ряды – данные по одному субъекту РФ за ряд лет;

2) в качестве моделируемого показателя используются: а) уровень ВРП; б) уровень ВРП на душу населения региона; в) темп роста ВРП; г) индекс физического объема ВРП;

3) при спецификации моделей используются различные наборы факторов, однако наи-

более часто встречаются следующие факторы: полная или остаточная стоимость основных фондов; численность занятого населения; инвестиции в основной капитал; факторы, характеризующие инновационную активность;

4) основные формы моделей – модели множественной линейной регрессии, а также степенные модели множественной регрессии типа производственной функции, которые после логарифмирования превращаются в модели множественной линейной регрессии в логарифмах;

5) в изученных работах указаны следующие программные инструменты проведенных исследований: MS Excel, SPSS, STATISTICA, Eviews.

При всем многообразии проведенных исследований по эконометрическому моделированию уровня ВРП выявление факторов роста региональных экономик продолжает оставаться актуальным вследствие: а) постоянно меняющейся экономической ситуации (последняя модель построена по данным ранее 2015 года); б) отсутствия в рассмотренных работах моделей с такими факторными признаками, как социальные расходы регионального бюджета, уровень оборотных средств предприятий и организаций, сальдо доходов и расходов предприятий и организаций, уровень платежеспособного спроса населения региона и др.

## 2. Постановка задачи исследования

По аналогии с федеральным показателем – валовой внутренний продукт – и в соответствии с методологией Системы национальных счетов валовой региональный продукт может быть рассмотрен с трех позиций: производства, распределения и потребления.

С позиции производства валовой региональный продукт

представляет собой разницу между выпуском товаров и услуг и промежуточным потреблением, а также сумму валовых добавленных стоимостей по видам экономической деятельности.

С позиции распределения валовой региональный продукт представляет собой сумму оплаты труда наемных работников, чистые налоги на производство и валовую прибыль или валовые смешанные доходы экономики региона.

С позиции использования произведенного ВРП этот показатель равен сумме конечного потребления, валового накопления и чистого экспорта.

На основе вышеизложенных определений и макроэкономической сущности ВРП можно предположить, что уровень ВРП складывается под влиянием следующих групп факторов:

1) наличие в регионе ресурсов для производства товаров и услуг;

2) эффективность использования наличных ресурсов в процессе производства товаров и услуг;

3) уровень платежеспособного спроса для потребления произведенного ВРП;

4) объем внешнеэкономической деятельности региона;

5) отраслевая структура валовой добавленной стоимости в регионе.

Для производства валовой добавленной стоимости необходимы, на наш взгляд, следующие основные ресурсы:

1) трудовые в виде рабочей силы (лица в возрасте 15–72 лет, которые считаются занятыми или безработными);

2) основной капитал в виде основных фондов;

3) оборотный капитал в виде рублевых депозитов юридических лиц в кредитных организациях;

4) прибыль предприятий и организаций, которая может выступать источником финансирования основного и оборотного капитала;

5) финансовые ресурсы в виде расходов консолидированного бюджета субъекта РФ на национальную экономику.

Эффективность использования наличных ресурсов на уровне региона может быть оценена с помощью следующих показателей:

1) уровень использования рабочей силы (отношение среднегодовой численности занятых в регионе к среднегодовому уровню рабочей силы);

2) производительность труда (отношение ВРП к среднегодовой численности занятых);

3) фондоотдача (отношение ВРП к среднегодовой остаточной стоимости основных фондов);

4) рентабельность (отношение сальдированного финансового результата деятельности предприятий к обороту организаций).

Платежеспособный спрос региона можно определить следующими показателями:

1) суммарные денежные доходы населения региона;

2) фонд заработной платы региона;

3) расходы консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия, основная часть которых приходится на заработную плату работников соответствующих организаций.

Факторы, определяющие уровень ВРП с точки зрения внешнеэкономической деятельности региона, могут быть оценены объемами экспорта в страны СНГ и в страны дальнего зарубежья.

Основным фактором, определяющим уровень ВРП с точки зрения структуры экономики региона, на наш взгляд, может быть доля добывающих производств в экономике региона, которая будет характеризовать также натурально-ресурсные возможности и внешнеэкономическую деятельность региона.

Целью исследования является проверка гипотезы о

влиянии вышеперечисленных факторов на уровень ВРП с помощью эконометрического моделирования.

Предмет исследования – социально-экономические процессы, обеспечивающие рост валового регионального продукта субъектов РФ, в контексте применения статистических и эконометрических методов.

Объект исследования – статистическая совокупность субъектов РФ.

Метод исследования – эконометрическое моделирование. При оценивании параметров моделей использовался метод наименьших квадратов. Для проверки нулевых гипотез принят уровень значимости 5%.

Практическая реализация исследования (отбор регионов в выборку, расчет статистических показателей по выборкам, оценивание эконометрических моделей и проверка их качества по различным критериям) проводилась в программном продукте RStudio.

### 3. Эмпирическая база исследования и формирование статистических совокупностей

Источником информации явились официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ по регионам за 2016 год.

Показатели, собранные для проведения исследования для каждого из 85-ти субъектов РФ, и их обозначения представлены в табл. 1.

Некоторые показатели, представленные в табл. 1, были взяты из официального статистического сборника Росстата без изменений, отдельные показатели были рассчитаны автором на основе официальных статистических данных. К последним относятся среднегодовая остаточная стоимость основных фондов, уровень ис-

Таблица 1

## Переменные эконометрического исследования

№	Переменная	Единица измерения	Обозначение
1	Валовой региональный продукт	млн руб.	<i>grp_total</i>
2	Рабочая сила	тыс. чел.	<i>labor</i>
3	Среднегодовая остаточная стоимость основных фондов	млн руб.	<i>fixed_assets</i>
4	Среднегодовые остатки средств на рублевых счетах юридических лиц	млн руб.	<i>deposit</i>
5	Сальдированный финансовый результат деятельности предприятий и организаций	млн руб.	<i>profit</i>
6	Расходы консолидированного бюджета субъекта на национальную экономику	млн руб.	<i>budget</i>
7	Уровень использования рабочей силы в регионе как отношение среднегодовой численности занятых к среднегодовой численности рабочей силы	%	<i>w_1</i>
8	Производительность труда как отношение ВРП к среднегодовой численности занятых	тыс. руб./чел.	<i>productivity</i>
9	Фондоотдача как отношение ВРП к среднегодовой остаточной стоимости основных фондов	доли	<i>f_pr</i>
10	Рентабельность как отношение сальдированного финансового результата к обороту организаций	доли	<i>profitability</i>
11	Суммарные денежные доходы населения региона как произведение среднедушевых денежных доходов населения в месяц на количество месяцев и среднесписочную численность населения	млн руб.	<i>income_total</i>
12	Фонд заработной платы региона как произведение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы на количество месяцев в году и среднегодовую численность занятых в экономике региона	млн руб.	<i>wage_total</i>
13	Расходы консолидированного бюджета субъекта на социально-культурные мероприятия	млн руб.	<i>social_budget</i>
14	Экспорт в страны дальнего зарубежья	млн долл США	<i>export</i>
15	Экспорт в страны СНГ	млн долл США	<i>export_sng</i>
16	Доля вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» в валовой добавленной стоимости региона	%	<i>mining</i>

статистической совокупности называются выбросами и всегда исключаются из исследования, т.к. они не отражают или искажают общие тенденции развития изучаемого явления.

В табл. 2 представлены результаты расчета коэффициентов вариации всех переменных и парных линейных коэффициентов корреляции каждой факторной переменной с моделируемой переменной ВРП.

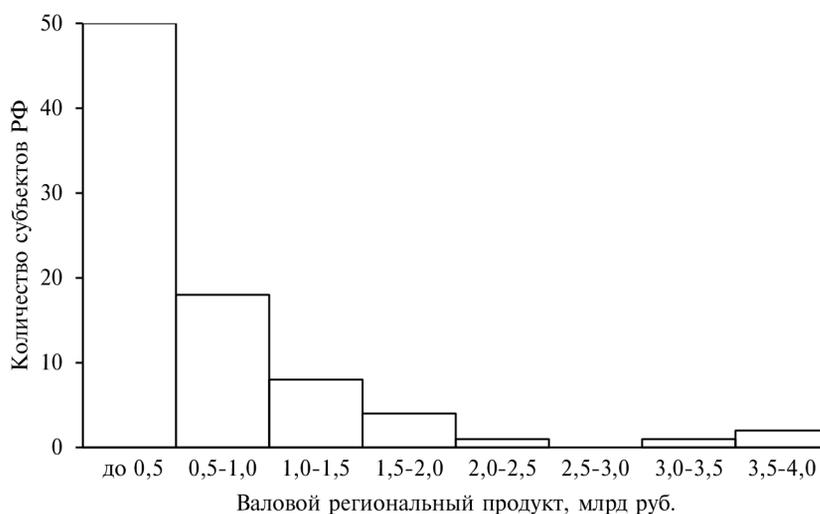
Как и ожидалось, статистическая совокупность субъектов РФ является неоднородной по большинству признаков, на что указывает значение коэффициента вариации больше единицы. По значениям коэффициента корреляции можно предварительно сделать вывод, что показатели эффективности и доля добычи полезных ископаемых слабо определяют ВРП по совокупности регионов.

На основе гистограммы распределения субъектов РФ по объему ВРП принято решение разбить совокупность из 84-х регионов на две совокупности: регионы, ВРП которых в 2016 году менее одного триллиона рублей и регионы, ВРП которых в 2016 году составил более триллиона рублей.

В совокупность регионов с годовым ВРП менее триллиона рублей попало 68 единиц, в совокупность регионов с го-

пользования рабочей силы в регионе, производительность труда, фондоотдача, рентабельность, суммарные денежные доходы населения региона, фонд заработной платы.

В качестве результативной переменной моделирования выступает валовой региональный продукт (*grp*). Остальные переменные рассматриваются как факторные. Из совокупности сразу же был исключен субъект г. Москва как наиболее отличающийся от других единиц статистической совокупности по большинству признаков. Подобные единицы



Гистограмма распределения субъектов РФ по объему ВРП в 2016 г.

Коэффициенты вариации признаков и корреляции факторов с уровнем ВРП

№	Переменная	Совокупность из 84-х субъектов РФ		Совокупность из 68-ми субъектов РФ		Совокупность из 16-ти субъектов РФ	
		коэффициент вариации	коэффициент корреляции	коэффициент вариации	коэффициент корреляции	коэффициент вариации	коэффициент корреляции
1	<i>grp</i>	1,11	1,00	0,66	1,00	0,47	1,00
2	<i>labor</i>	0,86	0,83	0,59	0,76	0,46	0,52
3	<i>fixed_assets</i>	1,07	0,94	0,79	0,84	0,51	0,88
4	<i>deposit</i>	2,07	0,77	1,17	0,71	1,14	0,66
5	<i>profit</i>	1,70	0,85	1,55	0,69	0,76	0,70
6	<i>buget</i>	1,02	0,83	0,84	0,65	0,65	0,80
7	<i>w_l</i>	0,10	0,36	0,10	0,28	0,11	0,30
8	<i>productivity</i>	1,05	0,24	1,09	0,11	0,87	0,29
9	<i>f_pr</i>	0,25	0,13	0,27	0,02	0,17	-0,09
10	<i>profitability</i>	1,10	0,11	1,21	0,15	0,70	-0,08
11	<i>income_total</i>	1,06	0,89	0,61	0,83	0,58	0,71
12	<i>wage_total</i>	1,07	0,95	0,59	0,94	0,55	0,88
13	<i>social_buget</i>	0,95	0,95	0,55	0,90	0,49	0,88
14	<i>export</i>	1,57	0,77	1,83	0,61	0,71	0,63
15	<i>export_sng</i>	1,50	0,78	1,39	0,55	0,71	0,55
16	<i>mining</i>	1,63	0,19	1,70	0,20	1,39	0,15

довым ВРП более триллиона рублей – 16 единиц. В результате такого разбиения были получены более однородные статистические совокупности. В совокупности из 68-ми единиц значения коэффициентов вариации по большинству признаков менее единицы. В совокупности из 16-ти регионов значения коэффициентов вариации больше единицы только по двум признакам. Сделанное по исходной совокупности из 84-х регионов предположение о слабом влиянии показателей эффективности и доли экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» на уровень ВРП сохраняется и для вновь полученных совокупностей.

#### 4. Эконометрическое моделирование уровня ВРП по всей совокупности субъектов РФ

Для построения эконометрической модели множественной линейной регрессии по совокупности из 84-х единиц были проанализированы парные линейные коэффициенты межфакторной корреляции. Следующие четыре фактора

тесно связаны между собой (коэффициенты корреляции больше 0,9): рабочая сила в тыс. чел. (*labor*); суммарные денежные доходы населения в млн руб. (*income\_total*); фонд заработной платы в млн руб. (*wage\_total*); расходы консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия в млн руб. (*social\_buget*). Из вышеперечисленных факторов только один следует включать в модель для предотвращения мультиколлинеарности.

Для эконометрического моделирования ВРП по статистической совокупности из 84-х субъектов в набор данных была введена фиктивная пере-

менная (*dummy*), принимающая значение ноль, если ВРП субъекта меньше триллиона рублей, и единица, если ВРП субъекта больше триллиона рублей. Путем построения моделей множественной линейной регрессии с различными наборами факторов, исключения статистически незначимых факторов, проверки параметров модели на значимость в условиях гетероскедастичности была получена следующая наилучшая модель ВРП субъекта РФ (табл. 3).

В результате эконометрического моделирования были выявлены следующие статистически значимые факторы,

Таблица 3

Результаты оценивания модели множественной линейной регрессии по статистической совокупности из 84-х субъектов РФ

Регрессоры	Значение параметра	Стандартная ошибка параметра	t-критерий Стьюдента	P-значение
с в о б о д н ы й член	-26306,1864	20869,9874	-1,2605	0,2112
<i>fixed_assets</i>	0,3409	0,0313	10,9073	0,0000
<i>deposit</i>	1,9344	0,3335	5,8004	0,0000
<i>social_buget</i>	4,9999	0,5374	9,3036	0,0000
<i>dummy</i>	179389,4006	53006,0570	3,3843	0,0011
R <sup>2</sup> = 0,9743; F(4, 79) = 749,1; P = 0,0000.				
Средняя относительная ошибка аппроксимации составила 16,0%.				

Таблица 4

определяющие ВРП по совокупности из 84-х субъектов РФ: среднегодовая остаточная стоимость основных фондов, вклады юридических лиц в рублях, расходы консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия. Статистическая значимость фиктивной переменной указывает на целесообразность разбиения статистической совокупности субъектов РФ на группы субъектов с ВРП более и менее триллиона рублей.

Поскольку исследуемая статистическая совокупность представляет собой совокупность объектов разного размера можно утверждать наличие условной гетероскедастичности остатков модели, т.е. стандартные ошибки параметров модели, представленные в табл. 3, несостоятельны. Для проверки гипотез о статистической незначимости коэффициентов при факторных переменных модели в условиях непостоянства дисперсии остатков используются робастные (устойчивые) стандартные ошибки, состоятельные в условиях гетероскедастичности. Методика расчета робастных стандартных ошибок была предложена Уайтом в 1980-м году, а в последствии улучшена для случая малых выборок. С учетом стандартных ошибок, состоятельных при наличии гетероскедастичности, коэффициенты при переменных модели ВРП по статистической совокупности

#### Стандартные ошибки, состоятельные в условиях гетероскедастичности, и доверительные интервалы параметров модели

Регрессоры	Значение параметра	Состоятельная в условиях гетероскедастичности стандартная ошибка параметра	Границы доверительного интервала параметра	
			левая	правая
свободный член	-26306,1864	18473,3338	-62513,9205	9901,5478
<i>fixed_assets</i>	0,3409	0,073	0,1978	0,4839
<i>deposit</i>	1,9344	0,5778	0,8018	3,067
<i>social_buget</i>	4,9999	0,9088	3,2188	6,7811
<i>dummy</i>	179389,4006	54590,8589	72391,3172	286387,484

из 84-х субъектов статистически значимы (табл. 4).

Построенная модель была проверена на наличие пропущенных переменных с помощью теста Рамсея. При проведении теста F-статистика для степеней свободы 2 и 77 равна 1,54, Р-значение составляет 0,22, таким образом, гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается.

Итак, построенная модель является качественной по различным критериям и может быть использована для анализа факторов уровня ВРП. Для интерпретации коэффициентов модели и сравнения степени их влияния на результативную переменную были рассчитаны коэффициенты эластичности и  $\beta$ -коэффициенты для стандартизированной модели (табл. 5).

Сравнение силы влияния факторов на результат осуществляется по стандартизированным коэффициентам.

Наиболее значимым по силе влияния на моделируемый показатель является фактор среднегодовой остаточной стоимости основных фондов. Это фактор характеризует основную капитал, без которого невозможно производство валовой добавленной стоимости. В связи с этим необходимы инвестиции в основной капитал, увеличивающие его остаточную стоимость. Почти таким же значимым фактором являются расходы консолидированного бюджета региона на социально-культурные мероприятия, таким образом, следует увеличивать эти расходы, прежде всего за счет повышения заработной платы работникам бюджетной сферы. Этот фактор через оплату труда характеризует платежеспособный спрос населения региона. Рублевые вклады юридических лиц характеризуют оборотные средства предприятий и

Таблица 5

#### Интерпретация коэффициентов при переменных модели для 84-х субъектов РФ

Факторная переменная	Значение коэффициента при переменной	Коэффициент эластичности, %	$\beta$ -коэффициенты	Интерпретация коэффициентов при фиксированных значениях других факторов
<i>fixed_assets</i>	0,3409	0,43	0,42	с увеличением основных фондов на 1 млн руб. ВРП увеличивается на 0,3 млн руб.
<i>deposit</i>	1,9344	0,08	0,15	с увеличением вкладов юридических лиц в рублях на 1 млн руб. ВРП увеличивается на 1,9 млн руб.
<i>social_buget</i>	4,9999	0,47	0,41	с увеличением социальных расходов консолидированного бюджета региона ВРП увеличивается на 5 млн руб.
<i>dummy</i>	179389,4006	—	0,10	при прочих равных факторах ВРП региона из группы регионов с уровнем ВРП менее триллиона рублей на 180 млрд руб. меньше ВРП региона из группы регионов с уровнем ВРП более триллиона рублей

Трехфакторная модель ВРП в логарифмах

Параметры модели	Факторные переменные модели	Значения параметров	Состоятельная в условиях гетероскедастичности стандартная ошибка параметра	Границы доверительного интервала параметра		Коэффициент вздутия дисперсии
				левая	правая	
$\beta_0$	—	0,8993	0,3953	0,1245	1,6741	—
$\beta_1$	<i>fixed_assets</i>	0,5181	0,1023	0,3176	0,7186	5,89
$\beta_2$	<i>deposit</i>	0,1455	0,0352	0,0765	0,2145	4,32
$\beta_3$	<i>social_buget</i>	0,3597	0,1243	0,1161	0,6033	6,95
R <sup>2</sup> = 0,9671; F(3, 80) = 783,1; P = 0,0000.						
По тесту Рамсея нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; F(2, 78) = 0,14; P = 0,8677.						
Средняя относительная ошибка аппроксимации составила 1,1%.						

организаций, без которых невозможно осуществление производственно-коммерческой деятельности.

Для подтверждения полученных результатов была построена модель в логарифмах для совокупности из 84-х субъектов РФ вида:

$$\ln(grp) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(fixed\_assets) + \beta_2 \cdot \ln(deposit) + \beta_3 \cdot \ln(social\_buget) + \varepsilon,$$

где  $\beta_0$  — свободный член;

$\beta_1$  — коэффициент при переменной логарифм среднегодовой остаточной стоимости основных фондов;

$\beta_2$  — коэффициент при переменной логарифм среднегодовых остатков средств на рублевых счетах юридических лиц;

$\beta_3$  — коэффициент при переменной логарифм расходов консолидированного бюджета субъекта РФ на социально-культурные мероприятия;

$\varepsilon$  — случайные остатки модели.

В табл. 6 представлены характеристики модели множественной линейной регрессии в логарифмах.

Модель ВРП в логарифмах подтверждает ранее полученные результаты об относительной силе влияния исследуемых факторов на моделируемый показатель по совокупности из 84-х субъектов РФ и уточняет эластичность ВРП по факторам. Значения коэффициентов модели в логарифмах имеют такую же интерпретацию, что и коэффициенты эластичности модели множественной линейной регрессии, представ-

ленные в табл. 5 (на сколько процентов изменится результативный признак при изменении факторного признака на один процент в среднем при неизменном значении других факторных признаков).

Модель в логарифмах имеет высокую прогностическую силу (средняя относительная ошибка аппроксимации по модели составила 1,1%), что позволяет прогнозировать уровень ВРП при тех или иных значениях факторных признаков.

### 5. Эконометрическое моделирование уровня ВРП по совокупности субъектов РФ с ВРП менее триллиона рублей

Для исследования факторов ВРП по совокупности регионов с ВРП менее триллиона

Таблица 7

Множественная линейная регрессионная модель ВРП по совокупности из 68-ми регионов РФ

Регрессоры	Значение параметра	Состоятельная в условиях гетероскедастичности стандартная ошибка параметра	Границы доверительного интервала параметра		Коэффициент вздутия дисперсии	P-значение
			левая	правая		
свободный член	-218080	61957	-339516	-96644	2,901	0,001
<i>fixed_assets</i>	0,143	0,044	0,058	0,229	1,903	0,002
<i>deposit</i>	2,650	1,183	0,332	4,968	2,032	0,029
<i>profit</i>	0,698	0,269	0,171	1,224	1,196	0,012
<i>w_1</i>	2491,070	683,892	1150,642	3831,499	3,956	0,001
<i>income_total</i>	0,400	0,102	0,200	0,600	5,841	0,000
<i>social_buget</i>	1,812	1,338	-0,810	4,434	1,390	0,181
<i>export_sng</i>	145,026	73,459	1,047	289,005	2,901	0,053
R <sup>2</sup> = 0,9637; F(7, 60) = 227,9; P = 0,0000.						
По тесту Рамсея нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; F(2, 58) = 2,9; P = 0,0629.						
Средняя относительная ошибка аппроксимации составила 14,0%.						

Интерпретация коэффициентов при переменных модели для 68-ми субъектов РФ

Переменные модели	Значения коэффициентов при переменных	Коэффициент эластичности, %	$\beta$ -коэффициенты	Интерпретация коэффициентов при фиксированных значениях других факторов
<i>fixed_assets</i>	0,143	0,20	0,2343	с увеличением среднегодовой остаточной стоимости основных фондов на 1 млн руб. ВРП увеличивается в среднем на 0,14 млн руб.
<i>deposit</i>	2,650	0,09	0,1531	с увеличением среднегодовых остатков рублевых средств на счетах юридических лиц на 1 млн руб. ВРП увеличивается в среднем на 2,7 млн руб.
<i>profit</i>	0,698	0,08	0,1913	с увеличением сальдо доходов и расходов предприятий на 1 млн руб. ВРП в среднем увеличивается на 0,7 млн руб.
<i>w_1</i>	2491,070	0,60	0,0914	с увеличением доли занятых в общей численности рабочей силы на один процентный пункт ВРП в среднем увеличивается на 2,5 млрд руб.
<i>income_total</i>	0,400	0,36	0,3377	с увеличением суммарных денежных доходов населения на 1 млн руб. ВРП в среднем увеличивается на 0,4 млн руб.
<i>social_buget</i>	1,812	0,20	0,1637	с увеличением расходов консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия на 1 млн руб. ВРП в среднем увеличивается на 1,8 млн руб.
<i>export_sng</i>	145,026	0,06	0,1298	с увеличением объема экспорта в страны СНГ на 1 млн долл. США ВРП в среднем увеличивается на 145 млн руб.

рублей была построена линейная модель множественной регрессии, характеристики которой представлены в табл. 7.

Несмотря на то, что совокупность из 68-ми единиц является более однородной по большинству признаков (о чем свидетельствуют значения коэффициента вариации в табл. 2), регионы по-прежнему имеют разный размер, следовательно, можно ожидать наличия гетероскедастичности остатков модели, что было подтверждено тестами Бройша-Пагана и Гольдфельда-Квандта. Для проверки гипотез о равенстве коэффициентов модели нулю исполь-

зовались стандартные ошибки параметров, состоятельные в условиях гетероскедастичности. Статистически значимыми в условиях гетероскедастичности оказались все коэффициенты модели за исключением расходов консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия и объема экспорта в страны СНГ.

Для регионов с уровнем ВРП менее триллиона рублей наиболее значимым по относительной силе влияния фактором являются суммарные доходы населения, характеризующие платежеспособный спрос (наибольший стандартизированный коэффициент мо-

дели, равный 0,3377). Вторым по относительной значимости фактором является среднегодовая остаточная стоимость основных фондов, характеризующая основой капитал региона. Далее по степени значимости идут сальдо прочих доходов и расходов предприятий и среднегодовые остатки средств на рублевых счетах юридических лиц, характеризующие финансовые ресурсы предприятий.

Для построения модели в логарифмах из совокупности были изъяты регионы с отрицательной прибылью и нулевым объемом экспорта в страны СНГ. Таких регионов оказалось десять. По совокуп-

Таблица 9

Четырехфакторная модель в логарифмах по совокупности из 58-ми регионов

Параметры модели	Факторные переменные модели	Значения параметров	Состоятельная в условиях гетероскедастичности стандартная ошибка параметра	Границы доверительного интервала параметра		Коэффициент вздутия дисперсии
				левая	правая	
$\beta_0$	—	1,528	0,4273	0,6904	2,3655	—
$\beta_1$	<i>fixed_assets</i>	0,2986	0,0593	0,1824	0,4148	5,4
$\beta_2$	<i>deposit</i>	0,1411	0,0342	0,0740	0,2082	4,5
$\beta_3$	<i>profit</i>	0,1124	0,0237	0,0659	0,1589	2,5
$\beta_4$	<i>social_buget</i>	0,3867	0,0602	0,2688	0,5046	5,7
R <sup>2</sup> = 0,9754; F(4, 53) = 526,4; P = 0,0000.						
По тесту Рамсея нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; F(2, 51) = 1,72; P = 0,1892.						
Средняя относительная ошибка аппроксимации составила 0,8%.						

Модели двухфакторной регрессии по совокупности из 16-ти регионов

Регрессоры	Модель с фактором <i>fixed_assets</i>				Модель с фактором <i>social_buget</i>			
	значение параметра	ошибка параметра	границы доверительного интервала параметра		значение параметра	ошибка параметра	границы доверительного интервала параметра	
			левая	правая			левая	правая
свободный член	97032	86924	-73339	267403	4272	245720	-477339	485884
<i>fixed_assets</i>	0,42	0,15	0,13	0,71	0,42	0,13	0,16	0,67
<i>wage_total</i>	1,09	0,3	0,51	1,68	–	–	–	–
<i>social_buget</i>	–	–	–	–	6,08	2,52	1,15	11,01
F-тест	R <sup>2</sup> = 0,9328; F(2, 13) = 90,2; P = 0,0000.				R <sup>2</sup> = 0,9257; F(2, 13) = 80,9; P = 0,0000.			
Тест Рамсея	Нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; F(2, 11) = 0,10; P = 0,905.				Нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; F(2, 11) = 1,7; P = 0,228.			
Прогностическая сила модели	Средняя относительная ошибка аппроксимации 7,7%.				Средняя относительная ошибка аппроксимации 7,2%.			

ности из 58-ми регионов была построена четырехфакторная модель в логарифмах вида:

$$\ln(grp) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(fixed\_assets) + \beta_2 \cdot \ln(deposit) + \beta_3 \cdot \ln(profit) + \beta_4 \cdot \ln(income\_total) + \varepsilon.$$

Все параметры модели статистически значимы в условиях гетероскедастичности (табл. 9). Значения коэффициентов при логарифмах переменных и их интервалы подтверждают выводы, сделанные по результатам построения предыдущей модели.

Основными факторами, определяющими уровень ВРП в субъектах, генерирующих ВРП менее триллиона рублей, являются суммарные денежные доходы населения, среднегодовая стоимость основных фондов с учетом износа, прибыль предприятий и организаций и среднегодовые остатки средств на рублевых счетах предприятий.

**6. Эконометрическое моделирование уровня ВРП по совокупности субъектов РФ с ВРП более триллиона рублей**

При исследовании совокупности регионов с ВРП более триллиона рублей путем построения моделей двухфакторной регрессии (большее ко-

личество факторов включить в модель нецелесообразно вследствие малого объема выборки) были получены две наилучшие по различным критериям модели: модель зависимости ВРП от основных фондов и фонда оплаты труда региона и модель зависимости ВРП от основных фондов и социальных расходов консолидированного регионального бюджета (табл. 10).

Результаты расчета коэффициентов эластичности и  $\beta$ -коэффициентов по моделям представлены в табл. 11.

Сила воздействия факторов на результат в обеих моделях одинаковая.

Характеристики моделей в логарифмах представлены в табл. 12.

Результаты построения моделей в логарифмах подтверждают значения рассчитанных ранее коэффициентов эластичности ВРП по факторам стоимость основных фондов с учетом износа, фонд оплаты труда и социальные расходы бюджета. Коэффициенты эластичности попадают в доверительные интервалы параметров

при логарифмах соответствующих факторов.

**Заключение**

По результатам построения качественных эконометрических моделей множественной линейной регрессии в абсолютных значениях и в логарифмах по всей пространственной совокупности субъектов РФ (за исключением субъекта г. Москва) по данным 2016-го года можно сделать следующие выводы.

Уровень ВРП в млн руб. по совокупности из 84 субъектов РФ определялся следующими факторами (в порядке увеличения силы влияния факторов на моделируемый показатель согласно стандартизированным коэффициентам):

1) среднегодовая остаточная стоимость основных фондов в млн руб. (увеличение фактора в среднем на 1% приводит к росту ВРП в среднем от 0,3 до 0,7%);

2) расходы консолидированного бюджета субъекта РФ на социально-культурные ме-

Таблица 11

Коэффициент эластичности и стандартизированные коэффициенты для моделей двухфакторной регрессии по выборке из 16-ти субъектов РФ

Переменные модели	Модель с фактором <i>fixed_assets</i>		Модель с фактором <i>social_buget</i>	
	коэффициенты эластичности, %	$\beta$ -коэффициенты	коэффициенты эластичности, %	$\beta$ -коэффициенты
<i>fixed_assets</i>	0,50	0,53	0,49	0,52
<i>wage_total</i>	0,45	0,53	–	–
<i>social_buget</i>	–	–	0,51	0,53

Модели двухфакторной регрессии в логарифмах по совокупности из 16-ти регионов

Регрессоры	Модель с фактором <i>fixed_assets</i>				Модель с фактором <i>social_buget</i>			
	значение параметра	ошибка параметра	границы доверительного интервала параметра		значение параметра	ошибка параметра	границы доверительного интервала параметра	
			левая	правая			левая	правая
свободный член	0,940	0,855	-0,736	2,616	1,206	1,080	-0,912	3,323
<i>fixed_assets</i>	0,562	0,085	0,395	0,729	0,550	0,084	0,384	0,715
<i>wage_total</i>	0,392	0,059	0,276	0,508	–	–	–	–
<i>social_buget</i>	–	–	–	–	0,436	0,090	0,259	0,613
F-тест	$R^2 = 0,9427$ ; $F(2, 13) = 107$ ; $P = 0,0000$ .				$R^2 = 0,9486$ ; $F(2, 13) = 120$ ; $P = 0,0000$ .			
Тест Рамсея	Нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; $F(2, 11) = 0,09$ ; $P = 0,915$ .				Нулевая гипотеза об отсутствии пропущенных переменных не отвергается; $F(2, 11) = 0,25$ ; $P = 0,784$ .			
Прогностическая сила модели	Средняя относительная ошибка аппроксимации 0,5%.				Средняя относительная ошибка аппроксимации 0,5%.			

роприятия в млн руб. (увеличение фактора в среднем на 1% приводит к росту ВРП в среднем от 0,1 до 0,6%);

3) среднегодовые остатки средств на рублевых счетах юридических лиц в млн руб. (увеличение фактора в среднем на 1% приводит к росту ВРП в среднем от 0,08 до 0,21%);

4) при одинаковых уровнях остаточной стоимости среднегодовых основных фондов, расходов консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия и среднегодовых остатков денежных средств на рублевых счетах предприятий и организаций ВРП субъекта РФ первой группы (группа субъектов, генерирующих ВРП менее триллиона рублей) меньше ВРП субъекта РФ второй группы (группа субъектов, генерирующих ВРП более триллиона рублей) в среднем на 180 млрд руб.

По результатам построения качественных эконометрических моделей в абсолютных величинах и в логарифмах по совокупности субъектов РФ, генерирующих ВРП менее триллиона рублей, сделаны следующие выводы.

На уровень ВРП в совокупности из 68 субъектов РФ в 2016 году влияли следующие факторы (в порядке увеличения степени влияния на моделируемый показатель в соответствии со значениями

стандартизированных коэффициентов):

1) суммарные денежные доходы населения региона в млн руб. (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем на 0,4%);

2) среднегодовая остаточная стоимость основных фондов в млн руб. (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем на 0,2%);

3) сальдированный финансовый результат деятельности предприятий и организаций в млн руб. (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем на 0,08%);

4) среднегодовые остатки средств на рублевых счетах юридических лиц в млн руб. (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем на 0,09%);

5) доля занятых в общей численности рабочей силы (с увеличением доли на один процентный пункт ВРП увеличивается в среднем на 2,5 млрд руб.).

На уровень ВРП в совокупности из 58-ми субъектов РФ (субъекты РФ, генерирующие ВРП менее триллиона рублей, имеющие неотрицательное сальдо доходов и расходов юридических лиц и ненулевой объем экспорта в страны СНГ) оказывают влияние следующие факторы (в порядке увеличения МНК-оценок в модели в логарифмах):

1) расходы консолидированного регионального бюджета на социально-культурные мероприятия (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП растет в среднем от 0,3 до 0,5%);

2) среднегодовая остаточная стоимость основных фондов в (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП растет в среднем от 0,2 до 0,4%);

3) среднегодовые остатки средств юридических лиц на рублевых счетах (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем от 0,07 до 0,21%);

4) сальдированный финансовый результат предприятий и организаций (с увеличением фактора на 1% ВРП увеличивается в среднем от 0,07 до 0,16%).

По результатам построения качественных эконометрических двухфакторных моделей регрессии в абсолютных величинах и в логарифмах по совокупности из 16-ти субъектов РФ (субъекты, ВРП которых в 2016 году составил более триллиона рублей) сделаны следующие выводы:

1) уровень ВРП определяется среднегодовой остаточной стоимостью основных фондов (с увеличением фактора в среднем на 1% ВРП увеличивается в среднем от 0,4 до 0,7%);

2) уровень ВРП определяется платежеспособным спро-

сом, который может быть выражен либо фондом оплаты труда региона либо социальными расходами консолидированного регионального бюджета, большая часть которых идет на оплату труда работников образования и здравоохранения (с увеличением платежеспособного спроса в среднем на 1% ВРП региона в среднем увеличивается от 0,3 до 0,6%);

3) стандартизированные коэффициенты показывают равную степень влияния двух факторов (остаточная стоимость основных фондов и платежеспособный спрос) на моделируемый уровень ВРП.

Обобщая результаты эконометрического моделирования ВРП по различным совокупностям субъектов РФ и с различным набором факторов в моделях, приходим к следующим выводам.

Во-первых, во всех построенных моделях наиболее значимыми факторами уровня ВРП являются:

а) фактор основного капитала (среднегодовая остаточная стоимость основных фондов);

б) фактор платежеспособного спроса (выраженный одним из следующих показателей: социальные расходы бюджета, суммарные доходы населения, фонд оплаты труда);

в) фактор уровня финансовых ресурсов (выраженный объемом среднегодовых остатков средств на рублевых счетах юридических лиц и сальдо доходов и расходов предприятий и организаций).

При построении эконометрических моделей различных спецификаций и по различным совокупностям субъектов РФ статистически незначимыми оказывались факторы эффек-

тивности использования ресурсов (фондоотдача, производительность, рентабельность); факторы, характеризующие объем внешнеэкономической деятельности региона (объемы экспорта в страны СНГ и в страны дальнего зарубежья); доля в валовой добавленной стоимости вида деятельности «Добыча полезных ископаемых».

Таким образом, экономику регионов в 2016 году можно охарактеризовать как экономику экстенсивного типа, ориентирующуюся на использование внутренних капитальных и финансовых ресурсов. Полученные результаты как региональный срез за один год предполагают проведение подобного анализа за другие годы по мере появления официальной статистической информации Росстата.

## Литература

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018 [Электрон. ресурс] Статистический сборник. М.: Росстат, 2018. 1162 с. Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/region/reg-pok18.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/region/reg-pok18.pdf)

2. Чистова М.В. Методы и модели прогнозирования объемов валового регионального продукта [Электрон. ресурс] // Вестник Адыгейского государственного университета. 2014. № 1. С. 105–114. Режим доступа: <http://vestnik.adygnet.ru/files/2014.1/3131/105-114.pdf>

3. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. Модели производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионов РФ с учетом структуры производства [Электрон. ресурс] // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52. № 1. С. 28–44. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25908873\\_23457925.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25908873_23457925.pdf)

4. Бакуменко Л.П., Костромина Е.В. Эконометрическое моделирование экономического роста республики Марий Эл [Электрон. ресурс] // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 12. С. 30–36. Режим доступа: [http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/12\\_2016\\_postranichno-1.pdf](http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/12_2016_postranichno-1.pdf)

5. Волкова Е.Н., Карманов М.В. Моделирование социально-экономического развития регионов [Электрон. ресурс] // Статистика и Экономика. 2016. № 3. С. 55–59. Режим доступа: <https://statecon.rea.ru/jour/article/view/67/49>

6. Горидько Н.П., Рослякова Н.А. Факторы развития российских регионов: роль инноваций и транспортной инфраструктуры: монография. [Электрон. ресурс] Под ред. Р.М. Нижегородцева. М.: Национальный институт бизнеса, 2014. 440 с. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_22746563\\_10277078.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_22746563_10277078.pdf)

7. Климова Н.И., Гафарова Е.А. Выбор параметров управления экономикой региона с использованием моделей панельных данных [Электрон. ресурс] // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 1 (448). С. 183–196. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25337068\\_75377938.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25337068_75377938.pdf)

8. Никитаева А.Ю., Маслюкова Е.В. Ростоформирующие факторы стратегического развития регионов Юга России: инструментарий оценки [Электрон. ресурс] // Региональная экономика. Юг России. 2017. № 3 (17). С. 131–139. Режим доступа: [http://re.volsu.ru/1\\_Nikitaeva\\_i\\_dr.pmd.pdf](http://re.volsu.ru/1_Nikitaeva_i_dr.pmd.pdf)

9. Панкова С.В., Цыпин А.П. Моделирование влияния социально-экономических факторов на валовой региональный продукт [Электрон. ресурс] // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 45. С. 2–14. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24870205\\_85551278.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24870205_85551278.pdf)

10. Пьянкова А.В., Дорохова Е.И. Методические подходы к оценке влияния отдельных факторов на состояние и тенденции социально-экономического развития региона [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования.

2013. № 5. С. 386–394. Режим доступа: <https://www.science-education.ru/pdf/2013/5/90.pdf>

11. Селиверстова Т.П., Кузьмин П.И., Селиверстов С.И., Шаповалова С.В. Анализ факторов роста ВРП Алтайского края с помощью эконометрических моделей [Электрон. ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 5(99). Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29206470\\_93645455.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29206470_93645455.pdf)

12. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Математико-статистическое моделирование динамики

производства ВРП регионов Севера и Арктики: в поисках лучшей модели [Электрон. ресурс] // Вопросы статистики. 2017. № 7. С. 52–64. Режим доступа: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/538/491>

13. Скуфьина Т.П., Баранов С.В., Корчак Е.А. Оценка влияния динамики инвестиций на рост валового регионального продукта в регионах Севера и Арктической зоны Российской Федерации [Электрон. ресурс] // Вопросы статистики. 2018. № 6. С. 25–35. Режим доступа: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/695/576>

## References

1. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli. 2018 = Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2018 [Internet]. Statisticheskii sbornik. Moscow: Rosstat, 2018. 1162 s. Available from: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/region/reg-pok18.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/region/reg-pok18.pdf). (In Russ.)

2. Chistova M.V. Methods and models for forecasting gross regional product volumes [Internet]. Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Adygea State University. 2014; 1: 105-114. Available from: <http://vestnik.adygnet.ru/files/2014.1/3131/105-114.pdf>. (In Russ.)

3. Ayvazyan S.A., Afanas'yev M.YU., Kudrov A.V. Models of production potential and assessment of technological efficiency of the regions of the Russian Federation taking into account the structure of production [Internet]. Ekonomika i matematicheskiye metody = Economics and mathematical methods. 2016; 52; 1: 28-44. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25908873\\_23457925.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25908873_23457925.pdf). (In Russ.)

4. Bakumenko L.P., Kostromina Ye.V. Econometric modeling of economic growth of the Mari El Republic [Internet]. Intellekt. Innovatsii. Investitsii = Intellect. Innovation Investments. 2016; 12: 30-36. Available from: [http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/12\\_2016\\_postranichno-1.pdf](http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/12_2016_postranichno-1.pdf). (In Russ.)

5. Volkova Ye.N., Karmanov M.V. Modeling of socio-economic development of regions [Internet]. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2016; 3: 55-59. Available from: <https://statecon.rea.ru/jour/article/view/67/49>. (In Russ.)

6. Gorid'ko N.P., Roslyakova N.A. Faktory razvitiya rossiyskikh regionov: rol' innovatsiy i transportnoy infrastruktury: monografiya = Development factors of the Russian regions: the role of innovation and transport infrastructure: a monograph. [Internet]. Ed. R.M. Nizhegorodtseva. Moscow: National Institute of Business; 2014. 440 p. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_22746563\\_10277078.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_22746563_10277078.pdf). (In Russ.)

7. Klimova N.I., Gafarova Ye.A. The choice of parameters for managing the region's economy using panel data models [Internet]. Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic analysis:

theory and practice. 2016; 1(448): 183-196. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25337068\\_75377938.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25337068_75377938.pdf). (In Russ.)

8. Nikitayeva A.YU., Maslyukova Ye.V. Growth-forming factors of the strategic development of the regions of the South of Russia: assessment tools [Internet]. Regional'naya ekonomika. Yug Rossii = Regional Economics. South of Russia. 2017; 3 (17): 131-139. Available from: [https://re.volsu.ru/1\\_Nikitaeva\\_i\\_dr.pmd.pdf](https://re.volsu.ru/1_Nikitaeva_i_dr.pmd.pdf). (In Russ.)

9. Pankova S.V., Tsylin A.P. Modeling the influence of socio-economic factors on the gross regional product [Internet]. Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice. 2015; 45: 2-14. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24870205\\_85551278.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24870205_85551278.pdf). (In Russ.)

10. P'yankova A.V., Dorokhova Ye.I. Methodological approaches to assessing the influence of individual factors on the state and trends of the socio-economic development of the region [Internet]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2013; 5: 386-394. Available from: <https://www.science-education.ru/pdf/2013/5/90.pdf>. (In Russ.)

11. Seliverstova T.P., Kuz'min P.I., Seliverstov S.I., Shapovalova S.V. Analysis of GRP growth factors in Altai Krai using econometric models [Internet]. Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal = Management of economic systems: electronic scientific journal. 2017; 5(99). Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29206470\\_93645455.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29206470_93645455.pdf). (In Russ.)

12. Skuf'ina T.P., Baranov S.V. Mathematical and statistical modeling of the dynamics of GRP production in the regions of the North and the Arctic: in search of a better model [Internet]. Voprosy statistiki = Questions of statistics. 2017; 7: 52-64. Available from: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/538/491>. (In Russ.)

13. Skuf'ina T.P., Baranov S.V., Korchak Ye.A. Assessment of the impact of investment dynamics on the growth of gross regional product in the regions of the North and the Arctic zone of the Russian Federation [Internet]. Voprosy statistiki = Questions of statistics. 2018; 6: 25-35. Available from: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/695/576>. (In Russ.)

**Сведения об авторе**

**Юлия Сергеевна Ивченко**

к.э.н., доцент,

доцент кафедры системного анализа

Государственный морской университет

им. адмирала Ф.Ф. Ушакова

Новороссийск, Россия

Эл. почта: [juliya1977\\_08@mail.ru](mailto:juliya1977_08@mail.ru)

Тел.: 8(918)065-83-00

**Information about the author**

**Yulia S. Ivchenko**

Cand. Sci. (Economics), Assistant Professor,

Assistant Professor of the Department

of System Analysis

Admiral Ushakov Maritime State University,

Novorossiysk, Russia

E-mail: [juliya1977\\_08@mail.ru](mailto:juliya1977_08@mail.ru)

Tel.: 8(918)065-83-00

## Методические основы развития материального обеспечения войск (сил) за пределами Российской Федерации

**Цель исследования.** Основная цель данного научного исследования заключается в том, чтобы разработать методические основы материального обеспечения группировки войск (сил) на территории иностранного государства в условиях военного конфликта.

**Материалы и методы.** Использованы: системный подход к обоснованию и разработке методических основ, обеспечивающих повышение эффективности материального обеспечения войск (сил) за пределами Российской Федерации; методы экономического анализа, аналитические, статистические, логические, лингвистические и графические методы; применены общенаучные и специфические методы обоснования концепции: абстрагирование и конкретизация, историко-логический, а также приемы графического и математического моделирования, факторного, анализа.

**Результаты.** Разработана Методика развития материального обеспечения группировки войск (сил), действующей на территории иностранного государства в условиях военного конфликта. Систематизированы факторы влияния на процесс формирования и управления ассортиментом торгово-бытового обеспечения группировки войск (сил), действующей за пределами Российской Федерации. Предложены экзогенные и эндогенные факторы формирования параметров торгово-бытовой (сбытовой и сервисной) сети подразделений, обеспечивающих группировку войск (сил) на территории иностранного государства. Опреде-

лена ассортиментная политика подразделений материального обеспечения контингента войск (сил), действующую на территории иностранного государства, как систематизированная совокупность целей, задач и основных направлений формирования торгово-бытового ассортимента, планируемых руководством данной группировки и Штабом материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации.

**Заключение.** Деятельность по организации материального обеспечения требует учета принципов и концептуальных основ, определяющих ее устойчивость и эффективность. Начальный этап становления и развития системы материального обеспечения военнослужащих за пределами Российской Федерации, динамизм внешних факторов окружающей под-разделений и высокая степень коммерческого риска (для всех субъектов процесса товародвижения), требуют постоянного отслеживания или динамичных адекватных решений в сфере оперативного управления реализацией стратегии развития материального обеспечения в части формирования ассортиментной политики.

**Ключевые слова:** методические основы, материальное обеспечение, ассортиментная политика, группировка войск, эффективность, подразделение, фактор

Sergey V. Stulov, Alexey S. Mokrousov

Volsky military Institute of material support, Volsk, Russia

## Methodical bases of development of material support of troops (forces) outside the Russian Federation

**Purpose of the study.** The main purpose of this research is to develop a methodological basis for material support of groups of troops (forces) on the territory of a foreign state in a military conflict.

**Materials and methods.** The following methods are used: a systematic approach to the study and development of methodological foundations to improve the efficiency of material support of troops (forces) outside the Russian Federation; methods of economic analysis, analytical, statistical, logical, linguistic and graphical methods; applied general scientific and specific methods of substantiation of the concept: abstraction and concretization, historical and logical, as well as methods of graphic and mathematical modeling, factor analysis.

**Results.** The technique of development of material support of group of troops (forces) operating in the territory of the foreign state in the conditions of the military conflict is developed.

Factors of influence on the process of formation and management of the assortment of commercial and household support for a group of troops (forces) operating outside the Russian Federation are systematized. Exogenous and endogenous factors of formation of parameters of trade and household (sales and service) network of the divisions providing

grouping of troops (forces) in the territory of the foreign state are offered. The assortment policy of divisions of material support of the contingent of troops (forces) operating in the territory of the foreign state as the systematized set of the purposes, tasks and the main directions of formation of the trade and household range planned by the management of this group and staff of logistics of Armed Forces of the Russian Federation is defined.

**Conclusion.** Material support activities require consideration of the principles and conceptual frameworks that determine their sustainability and effectiveness. The initial stage of formation and development of system of material support of the military personnel outside the Russian Federation, dynamism of external factors of the environment of providing divisions and high degree of commercial risk (for all subjects of process of commodity circulation), demand continuous tracking or dynamic adequate decisions in the sphere of operational management of implementation of strategy of development of material support regarding formation of assortment policy.

**Keywords:** methodological foundations, material support, assortment policy, grouping, efficiency, unit, factor

**Введение**

Существующие российские военные базы служат гарантом обеспечения безопасности Российской Федерации, независимости принимающих государств и являются сдерживающим фактором недопущения агрессии извне, используются в интересах предупреждения о ракетном нападении или в целях обеспечения деятельности тех или иных видов ВС РФ, проведения испытаний вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ). Однако к настоящему времени научно-методический аппарат, позволяющий обосновать практические рекомендации по обеспечению высокого уровня материального обеспечения военнослужащих за пределами Российской Федерации не соответствует современным условиям. Отсюда возникло *противоречие*, связанное необходимостью повышения эффективности материального обеспечения войск (сил) за пределами Российской Федерации в интересах обороны государства и отсутствием соответствующего методического обеспечения. Таким образом, *актуальность* обусловлена необходимостью проведения научного исследования по выработке путей повышения качества материального обеспечения военнослужащих, находящихся за пределами Российской Федерации. В настоящее время существует значительное число исследований, посвящённых проблеме использования имеющихся ресурсов для повышения эффективности системы материального обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации (ВС РФ) в целом. Этому вопросу посвящены работы таких специалистов, как Д.В. Булгаков [1], А.Н. Воронков [2], В.Б. Коновалов [3], М.Н. Козин [4, 5], А.Х. Курбанов [6,7], В.А. Плотников [8], В.А. Хайтбаев [9], А.В. Бычков [10], С.Ф. Викулов [11],

В.В. Ревин [12]. Однако в этих исследованиях преимущественно изучаются вопросы организации процессов материального обеспечения в интересах удовлетворения потребностей ВС РФ, тогда как особенности материального обеспечения за пределами нашего государства рассматриваются фрагментарно или вовсе не входят в сферу научных интересов авторов.

Организация материального обеспечения личного состава контингента войск (сил) на территории иностранного государства является сложной и многофакторной задачей, которая многократно усложняется фактором военного конфликта. В данном случае строго утилитарные функции материального обеспечения дополняются рядом направлений деятельности, направленных на повышение комфорта пребывания контингента военнослужащих в условиях длительного пребывания на значительном удалении от дома. Создание комфортных условий для жизни военнослужащих на территории иностранного государства требует учета целого ряда факторов, определяющих параметры материального обеспечения. В данном случае организация данного вида обеспечения будет существенно отличаться от тех процессов и процедур, которые применяются на территории РФ. Особое значение приобретает ассортиментная политика торговых подразделений, их ценовая политика и логистические особенности организации поставок. Следует также обратить внимание и на то, что номенклатура предоставляемых бытовых услуг, а также отдельные качественные характеристики их оказания требуют пересмотра по сравнению с аналогичными параметрами работы обеспечивающих подразделений на территории РФ.

**Основная часть**

Товарный ассортимент подразделений материального обеспечения является номенклатурой товаров, которые подлежат реализации через сеть торговых хозяйственных единиц и/или через сеть стационарных пунктов организации питания военнослужащих. Товарный ассортимент представлен широкой номенклатурой продукции (готовой и/или высокой степени готовности), которая подразделяется на продовольственную и непродовольственную группы. Данные группы в свою очередь подразделяются на ассортиментные группы, которые комплектуются товарами, объединёнными определённым перечнем признаков (направление полезного использования, способ употребления (и/или конечного приготовления), сырьевой состав и т. д.).

Отметим, что важной характеристикой товарного ассортимента, значение которой многократно усиливается при работе за пределами РФ, является синергизм. Сформированные на основе предварительно установленных принципов, целей и задач ассортимент товаров и услуг обладает большей потребительской ценностью по сравнению с арифметической суммой потребительских ценностей его отдельных составляющих. Таким образом, товарно-бытовой ассортимент, предоставляемый обеспечивающими подразделениями, становится самостоятельным продуктом, направленным на удовлетворение комплекса потребностей группировки войск (сил), осуществляющей свою деятельность на значительном удалении от территории РФ в условиях военного конфликта.

В условиях организации повседневной деятельности подразделений материального обеспечения на территории Российской Федерации товарно-бытовой ассортимент опре-

деляется спросом военнослужащих, их потребительскими предпочтениями (значительным образом изученными в течение длительного срока работы подразделений торгового-бытового обеспечения), уровнем материально-технического обеспечения (объективными возможностями) подразделений, уровнем доступности объектов гражданской инфраструктуры и т. д. В ситуации организации деятельности подразделений торгового-бытового обеспечения за пределами Российской Федерации (в т. ч. в условиях военного конфликта) такого рода эмпирическая база данных, на основе которой было бы возможно сформировать оптимальный товарно-бытовой ассортимент, отсутствует. Таким образом, вопрос формирования ассортимента материального обеспечения группировки войск (сил) на территории иностранного государства в условиях военного конфликта становится актуальным.

Решение данного вопроса прежде всего основывается на анализе потребностей военнослужащих, их отдельных групп (половозрастных, профессиональных и т. д.) и категорий. Именно ассортиментная политика становится отправной точкой работы торгового-бытовых обеспечивающих подразделений в ходе организации их деятельности на территории иностранного государства. Ассортиментная политика определяет состав группы поставщиков (основных, резервных, потенциальных), каналы логистического обеспечения поставок и их распределения по отдельным единицам группировки войск (сил).

Основной сложностью формирования ассортимента материального обеспечения за пределами Российской Федерации в условиях военного конфликта является ограниченность возможностей его оперативно-го изменения, а также логисти-

ческие сложности пополнения запасов. Некорректно сформированный ассортимент может быть использован длительное время, создавая значительный дискомфорт для личного состава контингента войск (сил). Такого рода дискомфорт будет провоцировать самостоятельную активность военнослужащих в направлении поиска возможностей удовлетворения своих потребностей. Самостоятельный поиск вариантов удовлетворения потребностей военнослужащими с использованием сети местных торговых и сервисных организаций (без соответствующей подготовки и проверки возможностей использования данных организаций) может стать источником возникновения кризисных ситуаций, связанных как с преднамеренной деструктивной (диверсионной) деятельностью противника, так и с возможными кросс-культурными конфликтами, которые могут возникнуть с местным населением.

Формирование ассортимента является процессом подбора групп, видов и разновидностей товаров. Ассортимент формируется на всех уровнях товарообращения от производства до розничной продажи. На каждом из данных уровней ассортимент товаров является разным. В данном случае следует в большей степени ориентироваться на комплекс потребностей военнослужащих, который в значительной степени определяет необходимый перечень товарных номенклатур, предполагаемых к поставке и формированию товарных запасов длительного хранения (резервирования).

Отличительной особенностью процесса формирования ассортимента торгового-бытового обеспечения за пределами РФ в условиях военного конфликта является то, что в отличие от гражданских предприятий, действующих на территории нашей страны, в

данном случае получение прибыли (как и ее максимизация) не является целевым показателем, который следовало бы определить в качестве целевого ориентира деятельности обеспечивающих подразделений. Уровень прибыли следовало бы определить как одно из исходных условий моделирования изучаемого процесса. Причем, на наш взгляд, уровень прибыли следовало бы определить как минимальное значение, стремящееся к нулю. Основным же целевым ориентиром следовало бы определить уровень удовлетворения потребностей контингента группировки войск (сил), а также достигнутый уровень комфорта обеспечения.

В процессе формирования торгового ассортимента осуществляется деятельность по составлению набора товаров, которые позволяют удовлетворить реальные и прогнозируемые потребности, а также достичь цели, которые определены руководством группировки войск (сил) и руководством подразделений торгового-бытового обеспечения. Основными направлениями в области формирования товарно-бытового ассортимента являются стратегии перспективного расширения (с учетом дальнейших вариантов развития событий в ходе военного присутствия на территории иностранного государства), стабилизации (в ситуации достижения оптимума всех параметров торгового-бытового обеспечения в конкретных условиях), обновления (в ситуации длительного пребывания группировки войск (сил), совершенствования (в случае необходимости адаптации к изменившимся условиям или изменения первоначального варианта в ходе его апробации в реальных условиях), уменьшения (может быть связано с уменьшением контингента и/или улучшением доступа контингента военнослужащих к местным

объектам торгово-сервисной инфраструктуры) и гармонизации (связано с существенным влиянием климатических, природно-ресурсных, национально-культурных и др. факторов).

Главная цель работы над формированием ассортимента – наиболее полно и качественно удовлетворить потребительский спрос контингента военнослужащих, что является важнейшим элементом военно-экономического механизма организации торгово-бытового обеспечения. Высокий уровень удовлетворения потребностей контингента обеспечивает комфорт длительного пребывания на территории иностранного государства в условиях военного конфликта. В данном случае следует обеспечить максимальный уровень приближения бытовых условий пребывания к условиям несения службы на территории Российской Федерации.

Таким образом, в рамках проблематики организации материального обеспечения контингента войск (сил) на территории иностранного государства концентрируется комплекс военно-экономических вопросов, связанных с решением проблем производства, товародвижения, реализации товаров и услуг в рамках процедур торгово-бытового обеспечения.

Формирование крупнооптового ассортимента торгово-бытового обеспечения – это проблема конкретных товаров в зависимости от стадии их жизненного цикла (включая проблему цен и широты номенклатур), определение соотношения между товарами первой необходимости и потребительскими предпочтениями отдельных групп военнослужащих продовольственными и непродовольственными товарами, а также вопросы распределения централизованных поставок между отдельными частями и соединениями всего контингента войск (сил).

В свою очередь, формирование розничного ассортимента торгово-бытового обеспечения территориально-распределенной сети частей и подразделений проводится в полном соответствии с выбранной специализацией, наличным торгово-технологическим оборудованием, физико-химическими свойствами товаров, правилами хранения и реализации отдельных товаров. Учитывая логистические особенности централизованного снабжения группировки войск (сил) на территории иностранного государства (в т. ч. и на значительном удалении от территории Российской Федерации), формирование ассортимента товаров и услуг сети торгово-бытового обеспечения представляет собой построение оптимальной ассортиментной структуры на основе спроса

потребителей целевого сегмента (наиболее многочисленной половозрастной группы контингента военнослужащих одной категории вещевого и продовольственного обеспечения), ресурсных возможностей торгово-бытовых подразделений, а также возможностей взаимодействия с местными поставщиками (в т. ч. и с поставщиками на территории сопредельных дружественных государств) и гражданскими организациями торговли и сервиса.

На рис. 1 представлена методика формирования оптово-розничного ассортимента товаров и услуг подразделений материального обеспечения контингента войск (сил) на территории иностранного государства в условиях военного конфликта. Формирование торгового ассортимента бази-



Рис. 1. Методика развития материального обеспечения группировки войск (сил), действующей на территории иностранного государства в условиях военного конфликта

руется на основе результатов маркетинговых исследований, а именно, изучения:

- уровня предполагаемых затрат, которые могут осуществить различные категории военнослужащих;

- основных (базовых) потребностей всех категорий военнослужащих, а также развития потребностей более высокого уровня в процессе пребывания в командировке;

- возможностей и особенностей предложения гражданских организаций на рынке торговли и сервиса страны пребывания;

- ресурсного, инфраструктурного и кадрового потенциала сети подразделений.

Следует также учитывать особенности длительного пребывания контингента войск (сил) на территории иностранного государства. Это может быть обусловлено различными обстоятельствами, каждое из которых оказывает характерное влияние на потребности торгового обеспечения группировки. Затянувшийся военный конфликт, предполагающий участие российского военного контингента, требует расширения и обновления ассортимента торгового обеспечения, что предполагает тщательный анализ жизненного цикла всех товаров и услуг, реализуемых через сеть. Недавно начавшееся присутствие контингента на иностранной территории требует наличия значительного запаса основных товаров, что поясняется неустоявшейся логистикой и значительными рисками в сфере поставок. Длительное пребывание контингента на территории союзных государств требует значительной работы с местными поставщиками и организациями сервисного обеспечения.

Особое место в формировании торгового ассортимента занимает проблема поиска рационального соотношения товаров и услуг, находящихся



Рис. 2. Факторы влияния на процесс формирования и управления ассортиментом торгового-бытового обеспечения

на разных стадиях жизненного цикла и одновременно присутствующих в действующем торгового-бытового ассортимента. Целью такого поиска является создание достаточно стабильных общих условий реализации товаров и компенсация затрат на построение новых логистических каналов, внедрение товаров и услуг-новинок, а также поддержки товаров, находящихся в стадии спада и ожидания возможного увеличения спроса военнослужащих. Все вышеперечисленное дает возможность систематизировать факторы влияния на процесс формирования и управления ассортиментом торгового обеспечения группировки войск (сил), действующей за пределами Российской Федерации (рис. 2).

Рационально построенный ассортимент товаров требует определения целесообразно-

го соотношения структурных групп. К сожалению, пока не разработаны формализованные модели, способные продуцировать корректные решения данной задачи. Могут быть предоставлены лишь общие рекомендации, построенные на основе эмпирических данных. Принято считать, что ассортимент товаров соответствует критерию рациональности, если 75...85% товаров (по объему реализации) находятся в основной и поддерживающей группах [13].

Для того чтобы получить прибыль, предприятию розничной торговли необходимо обеспечить наличие товаров, пользующихся спросом у целевой аудитории на соответствующей территории, в нужное время и за приемлемую (равновесную) цену [14].

В современных условиях функционирования подраз-

делений материального обеспечения группировок войск (сил), действующих на территории иностранных государств, существуют следующие проблемы, определяющие высокую неопределенность при формировании ассортимента реализуемых ими товаров и услуг: высокая изменчивость внешнего окружения, а также динамика военно-политической обстановки; расширение зон нестабильности, предполагающих гибридное военное участие значительной численности участников военных конфликтов; рост террористической угрозы; негативное состояние макросреды международной торговли; значительная деградация торгово-сервисной инфраструктуры стран размещения российских контингентов войск (сил). Часто характеризуемая параметрами гуманитарной катастрофы; низкая надежность логистических каналов поставки, а также расширение политики санкций и торговых ограничений; низкое качество и/или неудовлетворительные потребительские характеристики товаров местных производителей; отсутствие возможностей кредитования подразделений торгово-бытового обеспечения, фактическая работа на основе собственных оборотных средств; нестабильность валютных курсов (местных валют, а также валют дружественных сопредельных государств при организации закупок на их территории); слабая ориентация деятельности подразделений торгово-бытового обеспечения на маркетинг, которая частично определяется сложностью проведения маркетинговых исследований; слабая социальная ориентация подразделений торгово-бытового обеспечения. Таким образом, факторы формирования параметров торгово-бытовой (сбытовой и сервисной) сети подразделений, обеспечивающих группировку войск (сил)

на территории иностранного государства следует разделить на эндогенные и экзогенные (табл. 1).

Формирование ассортимента не может быть абстрагировано от конкретных условий функционирования подразделений торгово-бытового обеспечения. Оно должно базироваться на ранее выбранной цели и задачах, которые обусловлены объективными факторами и их динамикой. Это определяет ассортиментную политику подразделений торгово-бытового обеспечения.

Ассортиментную политику подразделений торгово-бытового обеспечения контингента войск (сил), действующую на территории иностранного государства, следует определить как систематизированную совокупность целей, задач и

основных направлений формирования торгово-бытового ассортимента, определяемых руководством данной группировки и Штабом материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации [15]. Данная политика должна базироваться на основе учета результатов предварительных эмпирических и теоретических исследований, а именно изучение потребностей личного состава группировки; особенностей спроса потребителей (эластичность, параметры функции); альтернативных предложений товаров и услуг на местном рынке гражданских торгово-сервисных предприятий; ресурсного потенциала подразделений торгово-бытового обеспечения; территориального размещения объектов торгово-бы-

Таблица 1

**Экзогенные и эндогенные факторы формирования параметров торгово-бытовой (сбытовой и сервисной) сети подразделений, обеспечивающих группировку войск (сил) на территории иностранного государства**

<p>Объективно существующие факторы, которые не поддаются влиянию со стороны субъектов военного управления и являются внешними (экзогенными). Определяют глубину каналов распределения товаров, логистические параметры сервиса и торговых поставок, а также торговую специализацию</p>	<p>Субъективные (эндогенные) факторы, которые определяются спецификой нормативов торгово-бытового обеспечения, а также определенным командованием уровнем удовлетворения потребностей личного состава группировки войск (сил)</p>
<p>Социальные характеристики территории пребывания контингента: – культура, обычаи, религиозный состав местного населения; – уровень и качественные характеристики торгово-сервисного обеспечения местного населения</p>	<p>Параметры сети подразделений торгово-бытового обеспечения: – широта ассортимента товаров и услуг; – численность персонала подразделений торгово-бытового обеспечения; – характеристики объектов торговой и сервисной инфраструктуры (торговая площадь, оборудование, складские мощности)</p>
<p>Экономические характеристики территории пребывания контингента: – паритет покупательной способности местной валюты, ценовая политика местных поставщиков; – уровень доходов местного населения; – инфраструктура местного производства и сервиса</p>	<p>Характеристики потребителей торговых и бытовых услуг: – численность группировки, ее распределение на обслуживаемой территории; – уровень дохода и предполагаемых затрат различных категорий личного состава; – период ротации личного состава; – наличие гражданского персонала и членов семей военнослужащих в числе объектов торгово-бытового обеспечения;</p>
<p>Природно-климатические характеристики территории пребывания контингента: температурный режим, осадки, влажность, число солнечных дней в году, водные ресурсы, рельеф местности и т.д.</p>	<p>– потребительские предпочтения различных сегментных групп потребителей</p>

тового обеспечения отдельных подразделений группировки и особенностей осуществления их деятельности.

Важным фактором, определяющим ассортиментную политику, является общая стратегия развития торгового-бытового обеспечения группировки, которая отражает пути достижения установленных целей деятельности и представляет собой модель работы подразделений на данной территории иностранного государства.

Основным источником проблемных ситуаций в сфере материального обеспечения группировки войск (сил) на территории иностранного государства являются: непродуманный подход к выбору ассортиментного профиля; статичность ассортиментных наборов товаров и услуг, а также негибкое реагирование на изменения, дополняемое значительным отставанием в принятии решений от динамики факторов внутренней внешней среды; колебание факторов макро- и микросреды в т. ч.: валютный курс, тарифы на транспортировку, инфляция в стране пребывания [16].

Влияние ассортиментной политики на рыночные позиции предприятия, а также успешное проникновение и закрепление торгового предприятия на потребительском рынке связано с поиском и полнотой освоения той или иной ниши, формированию конкретного ассортимента товаров, что соответствует параметрам этой рыночной ниши и чему отводится первостепенная роль [17].

Очевидно, что ассортиментная политика играет большую роль не только в подразделениях торгового-бытового обеспечения, но и в сфере маркетинга и экономики в целом. Она является частью единой политики формирования предложения. Ассортиментная политика, как совокупность целеориентированных стратегических и

тактических действий по обеспечению сбалансированного видового разнообразия товаров и услуг, а также их рационального соотношения с позиций цикличности производственно-рыночных процессов, опирается на ряд основных принципов [18].

Важнейшими из них являются принцип синергизма и принцип стратегической гибкости. Принцип синергизма состоит в обеспечении взаимного связывания и взаимного дополнения товаров или их ассортиментных групп. Такое взаимное дополнение позволяет создать целую систему ассортиментных составляющих (ассортиментную систему), обладающих способностью достижения синергетического эффекта, базирующихся на использовании внутренних взаимосвязей системных элементов их потребительских свойств [19].

Синергия и стратегическая гибкость проявляется в осуществлении взаимной финансово-инвестиционной поддержки различных групп товаров и услуг, а также экономии средств, при увеличении масштабов торгового-бытового обеспечения. Источниками синергизма могут быть:

- использование единой сервисной базы централизованного оказания услуг с учетом возможностей логистики предметов сервиса и/или их потребителей (производство и реализация некоторых видов готовых продуктов питания, прачечные услуги, услуги ремонта одежды и др.);

- создание комплексной системы распределения и перераспределения товаров. Высокая мобильность и оборачиваемость складских запасов с минимальными потерями хранения;

- формирование и использование единых информационных систем управления и баз данных, способных агрегировать и систематизировать необходимую информацию о состоянии и перспективах

развития спроса контингента военнослужащих. А также осуществлять поддержку принятия управленческих решений.

В то же время следует учитывать и обратный (отрицательный) эффект от использования принципа синергизма на практике. Попытка снизить потери и затраты за счет комплексного использования всех потребительских свойств ассортимента товаров и услуг повышает операционные риски возникновения дефицита и перебоев в торговом обеспечении группировки. Компенсация рисков от такого рода эффекта домино требует формирования необходимых запасов и обеспечения стратегической надежности функционирования подразделений торгового-бытового обеспечения.

Принцип стратегической гибкости основывается на сочетании товаров и услуг (или их ассортиментных групп) в зависимости от особенностей технологии, целевых сегментов потребления, конкурентных условий (возможностей замещения) и других факторов внешней среды. Цель такой коллаборации – уравновесить рискованные и устойчивые группы. При этом следует стремиться к достижению такого соотношения, когда внезапные рыночные колебания на одном из направлений деятельности не имеют тяжелых негативных последствий для всей ассортиментной совокупности. Такой подход снижает степень риска и обеспечивает стабильность функционирования подразделений торгового-бытового обеспечения. Учитывая высокий риск конъюнктурных колебаний, следует констатировать исключительную важность соблюдения данного принципа [20].

## Заключение

Учитывая все вышеприведенные особенности формирования ассортимента товаров и услуг, предоставляемых под-

разделениями материального обеспечения группировке войск (сил) на территории иностранного государства, следует сформулировать ряд обобщающих выводов. Деятельность по организации материального обеспечения требует учета принципов и концептуальных основ, определяющих

ее устойчивость и эффективность. Начальный этап становления и развития системы материального обеспечения военнослужащих за пределами Российской Федерации, динамизм внешних факторов окружения обеспечивающих подразделений и высокая степень коммерческого риска

(для всех субъектов процесса товародвижения), требуют постоянного отслеживания или динамичных адекватных решений в сфере оперативного управления реализацией стратегии развития материального обеспечения в части формирования ассортиментной политики.

### Литература

1. Булгаков Д.В. Методология военно-системных исследований проблем строительства, развития, подготовки и применения системы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. СПб.: ВА МТО, 2014.
2. Воронков А.Н. Методология взаимодействия государственного предпринимательства с субъектами рыночной экономики. СПб.: СПбГУЭФ, 2000.
3. Коновалов В.Б. Математическая модель логистизации материально-технического обеспечения спецпотребителей // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 1. № 1 (11). С. 39–43.
4. Козин М.Н. Интегральная модель выбора поставщика государственного оборонного заказа с учётом фактора риска // Поволжский торгово-экономический журнал. 2006. № 29. С. 75–81.
5. Козин М.Н. Участие частных военных компаний в ведении вооруженной борьбы: военно-экономическое обеспечение и управление. СПб.: ВА МТО; «Р-КОПИ», 2015. 148 с.
6. Курбанов А.Х. Аутсорсинг: теория, методология, специфика применения в военной организации. СПб.: Копи-р Групп, 2011. 277 с.
7. Курбанов А.Х. Система материально-технического обеспечения военной организации государства: особенности функционирования и перспективы развития в современных экономических условиях // Управленческое консультирование. Актуальные проблемы государственного и муниципального управления. 2014. № 12. С. 15–28.
8. Плотников В.А. Интеграция военного и гражданского секторов экономики как тенденция строительства военной организации страны // Вооружение и экономика. 2010. № 2. С. 85–88.
9. Хайтбаев В.А. Коммерческая логистика. М.: КНОРУС, 2017. 318 с.
10. Бычков А.В. Анализ проблемных вопросов функционирования Центров материально-технического обеспечения военных округов (флотов) Министерства обороны Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2015. № 4 (33). С. 94–101.
11. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. М.: Воениздат, 2001.
12. Ревин В.В. Экономический механизм интегрированной системы обеспечения национальной безопасности государства: монография. М.: Перо, 2016. 147 с.
13. Ляпин А.В. Выявление и использование социальных резервов устойчивого развития при проектировании объектов АПК // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2005. № 11-1. С. 213–215.
14. Зайнашева З.Г. Проблемы кадрового обеспечения сферы бытовых услуг // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). 2011. № 3 (11). С. 49–55.
15. Маскин С.В. Проблемы государственного регулирования в сфере бытовых услуг // Современные аспекты экономики. 2013. № 10 (194). С. 117–122.
16. Горбунова Н.В., Королева А.М. Регулирование экономического поведения предприятия на рынке социально-бытовых услуг в регионах Крайнего Севера // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8. № 3 (34). С. 38.
17. Левченко Е.А., Ловчикова Е.И. Регулирование социально-экономических и трудовых отношений в региональном АПК // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3. С. 22–24.
18. Лайша А.В. Этническое предпринимательство в современной России и перспективы его развития // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2012. № 4. С. 59–66.
19. Кучкин, В.Г. Государственное регулирование развития социальной инфраструктуры села // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1 (8). С. 36–39.
20. Емцева А.И. Основные направления совершенствования деятельности предприятий сферы услуг системы потребительской кооперации // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2006. № 3 (18). С. 133–140.

## References

1. Bulgakov D.V. Metodologiya voyenno-sistemnykh issledovaniy problem stroitel'stva, razvitiya, podgotovki i primeneniya sistemy material'no-tekhnicheskogo obespecheniya Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii = The methodology of military system studies of the problems of construction, development, preparation and application of the material and technical support system of the Armed Forces of the Russian Federation. Saint Petersburg: VA MTO; 2014. (In Russ.)
2. Voronkov A.N. Metodologiya vzaimodeystviya gosudarstvennogo predprinimatel'stva s sub'yektami rynochnoy ekonomiki = The methodology of interaction of state entrepreneurship with market economy entities. Saint Petersburg: SPbGUEF; 2000. (In Russ.)
3. Konovalov V.B. A mathematical model for the logistics of material and technical support for special consumers. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya* = Economics and Management Systems Management. 2015; 1; 1 (11): 39–43. (In Russ.)
4. Kozin M.N. An integrated model for selecting a supplier of state defense order taking into account a risk factor. *Povolzhskiy torgovo-ekonomicheskii zhurnal* = Volga Trade and Economic Journal. 2006; 29: 75–81. (In Russ.)
5. Kozin M.N. Uchastiye chastnykh voyennykh kompaniy v vedenii vooruzhennoy bor'by: voyenno-ekonomicheskoye obespecheniye i upravleniye = The participation of private military companies in the conduct of armed struggle: military-economic support and management. Saint Petersburg: VA MTO; «R-COPIES»; 2015. 148 p. (In Russ.)
6. Kurbanov A.KH. Outsorsing: teoriya, metodologiya, spetsifika primeneniya v voyennoy organizatsii = Outsourcing: theory, methodology, specifics of application in a military organization. Saint Petersburg: Copy-Group; 2011. 277 p. (In Russ.)
7. Kurbanov A.KH. The system of material and technical support of the military organization of the state: features of functioning and development prospects in modern economic conditions. *Upravlencheskoye konsul'tirovaniye. Aktual'nyye problemy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya* = Management Consulting. Actual problems of state and municipal government. 2014; 12: 15–28. (In Russ.)
8. Plotnikov V.A. Integration of the military and civilian sectors of the economy as a trend in the construction of the country's military organization. *Vooruzheniye i ekonomika* = Armament and Economics. 2010; 2: 85–88. (In Russ.)
9. Khaytbayev V.A. Kommercheskaya logistika = Commercial logistics. Moscow: KNORUS; 2017. 318 p. (In Russ.)
10. Bychkov A.V. Analysis of the problematic issues of the functioning of the centers of material and technical support of military districts (fleets) of the Ministry of Defense of the Russian Federation. *Vooruzheniye i ekonomika* = Armament and Economics. 2015; 4 (33): 94–101. (In Russ.)
11. Vikulov S.F. *Voyenno-ekonomicheskii analiz* = Military economic analysis. Moscow: Military Publishing House; 2001. (In Russ.)
12. Revin V.V. *Ekonomicheskii mekhanizm integrirovannoy sistemy obespecheniya natsional'noy bezopasnosti gosudarstva: monografiya* = The economic mechanism of an integrated system of ensuring national security of the state: a monograph. Moscow: Perot; 2016. 147 p. (In Russ.)
13. Lyapin A.V. Identification and use of social reserves of sustainable development in the design of agricultural facilities. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* = Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University. 2005; 11-1: 213-215. (In Russ.)
14. Zaynasheva Z.G. Problems of staffing in the sphere of domestic services. *Vestnik BIST (Bashkirskogo instituta sotsial'nykh tekhnologiy)* = Bulletin of BIST (Bashkir Institute of Social Technologies). 2011; 3 (11): 49–55. (In Russ.)
15. Maskin S.V. Problems of state regulation in the field of domestic services. *Sovremennyye aspekty ekonomiki* = Modern aspects of the economy. 2013; 10 (194): 117–122. (In Russ.)
16. Gorbunova N.V., Koroleva A.M. Regulation of the economic behavior of enterprises in the market of social services in the regions of the Far North. *Internet-zhurnal «Naukovedeniye»* = Internet journal «Science of Science». 2016; 8; 3 (34): 38. (In Russ.)
17. Levchenko Ye.A., Lovchikova Ye.I. Regulation of socio-economic and labor relations in the regional agro-industrial complex. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2012; 3: 22–24. (In Russ.)
18. Laysha A.V. Ethnic entrepreneurship in modern Russia and the prospects for its development. *Gumanitarnyye, sotsial'no-ekonomicheskyye i obshchestvennyye nauki* = Humanitarian, socio-economic and social sciences. 2012; 4: 59–66. (In Russ.)
19. Kuchkin, V.G. State regulation of rural social infrastructure development. *Vestnik Ul'yanskoyskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2009; 1 (8): 36–39. (In Russ.)
20. Yemtseva A.I. The main directions of improving the activities of enterprises in the service sector of the consumer cooperation system. *Vestnik Belgorodskogo universiteta potrebitel'skoy kooperatsii* = Bulletin of the Belgorod University of Consumer Cooperation. 2006; 3 (18): 133–140. (In Russ.)

**Сведения об авторах**

**Сергей Владимирович Стулов**

к.э.н., докторант очной (штатной)

докторантуры

Вольский военный институт материального обеспечения, Вольск, Россия

Эл. почта: sergei-stulov007@mail.ru

**Алексей Сергеевич Мокроусов**

к.т.н., доцент, докторант очной (штатной)

докторантуры

Вольский военный институт материального обеспечения, Вольск, Россия

Эл. почта: mokrousov85@rambler.ru

**Information about the authors**

**Sergey V. Stulov**

Cand. Sci. (Economics), doctoral student of full-time tenured doctoral

Volsky military Institute of material support  
Volsk, Russia

E-mail: sergei-stulov007@mail.ru

**Alexey S. Mokrousov**

Cand. Sci. (Engineering), associate Professor, doctoral student of full-time tenured doctoral

Volsky military Institute of material support  
Volsk, Russia

E-mail: mokrousov85@rambler.ru

## Анализ развития нефтегазового сектора в современных условиях

**Цель исследования.** Целью данной работы является изучение состояния нефтедобывающих компаний на основе анализа динамики и взаимосвязи основных финансовых показателей, характеризующих деятельность нефтяных компаний; выявление факторов, влияющих на такие показатели их эффективности, как рентабельность продаж и производительность. В основу работы положены динамический, структурный, корреляционный анализ аналитической и статистической информации о происходящих в данной сфере экономической деятельности процессах.

**Материалы и методы.** Информационной базой исследования являются статистические данные и аналитическая информация о деятельности нефтедобывающих компаний. Методологическую базу исследования представляют статистические методы анализа информации: сравнительный анализ, анализ динамических рядов, корреляционно-регрессионный анализ.

**Результаты.** Проведен анализ основных тенденций развития мирового и отечественного нефтегазового комплекса, показавший, что последние два десятилетия характеризовались изменениями на мировом нефтяном рынке, связанными с колебаниями цен на нефть и нефтепродукты, с ростом и падением цены барреля нефти марки Brent.

Проанализирована динамика финансовых показателей российских нефтяных компаний. Анализ данных о выручке крупнейших российских компаний за последние 10 лет в рублевом и долларовом эквиваленте позволил выявить существенное различие динамики этих показателей. Проведен корреляционный анализ рентабельности продаж и стоимости нефти, а также между стоимостью нефти, валютным курсом и рентабельностью нефтяных компаний.

**Заключение.** Нефтегазовая промышленность является ключевой отраслью экономики, внося существенный вклад в социально-экономическое развитие нашей страны. Доходы от деятельности

нефтегазового комплекса вносят существенный вклад в ВВП страны и являются весомой составляющей бюджета.

Существуют два способа оценки выручки нефтяных компаний – в рублевом (долларовом эквиваленте) и влияние курса валютной пары RUB/USD. Резкие изменения валютного курса, характерные для последнего десятилетия, способствовали существенным изменениям в выручке российских нефтяных компаний.

В данном исследовании суммарная выручка (в долларовом эквиваленте) была рассчитана как отношение выручки в рублях к среднегодовому курсу соответствующего периода. В целом провальные результаты 2015 и 2016 гг. привели к снижению средних значений темпов роста долларовой и рублевой выручки, а также прибыли и рентабельности.

В работе проведен корреляционный анализ рентабельности продаж и стоимости нефти, показавший практически полное отсутствие взаимосвязи между данными показателями. Стоимость нефти и валютный курс оказывают незначительное влияние на рентабельность нефтяных компаний. Обратная корреляционная зависимость наблюдается между валютной парой RUB/USD и стоимостью барреля нефти. Был сделан вывод, что стоимость нефти и валютный курс оказывают незначительное влияние на рентабельность нефтяных компаний.

В силу того, что нефтегазовый комплекс вносит весьма существенный вклад в развитие экономики страны целесообразно проведение анализа тенденций его развития на регулярной основе. На базе результатов экономико-статистического анализа финансовых показателей можно выявлять основные направления развития нефтегазового комплекса, оценивать позитивные и негативные процессы, определять дальнейшие перспективы.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность, нефтедобывающие компании, финансовые показатели, динамические ряды, корреляционно-регрессионный метод

Elena I. Larionova, Tatyana I. Chinaeva, Elena P. Shpakovskaya

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

## Analysis of the development of Oil and Gas Industry in present conditions

**Purpose of the study.** This study examines the state of companies of oil sector based on the analysis of dynamics and relationship between basic financial indicators, characterizing the activities of oil companies; it identifies factors affecting the companies' efficiency, such as return on sales (ROS) and productivity. The work is based on dynamic, structural, correlation analysis of analytical and statistical information on processes occurring in this area of economic activity.

**Materials and methods.** Statistical data and analytical information on oil sector companies serve as the information base of this study. Statistical methods of information analysis (comparative analysis, analysis of time series, correlation, and regression analysis) represent the methodological base of research.

**Results.** The authors analyzed the development trends of the global and Russian oil and gas sectors. The last two decades have been marked by changes in the global oil market that were caused by fluctuations in the price of oil and oil products and with the rise and fall in the price of Brent crude oil per barrel.

The paper considers dynamics of financial indicators of Russian oil companies. An analysis of the data on the revenue of the largest

Russian companies in ruble and dollar terms over the last 10 years has revealed a significant difference in the dynamics of these indicators. The authors performed ROS and oil price profitability correlation as well as correlation between the price of oil, the exchange rate and the profitability of oil companies.

**Conclusion.** The oil and gas industry is an essential sector of the economy that heavily promotes to the socio-economic development of our country. Revenues of the oil and gas sector contribute to the Russian GDP and are a major component of the budget. There are two ways to calculate revenue of oil companies – in ruble (dollar terms) and impact of RUB/USD exchange rate. The sharp changes in the exchange rate of the last decade have advanced significant changes in the revenue of Russian oil companies.

In this study, the total revenue (in dollar terms) was calculated as the ratio of revenue in rubles to the average annual exchange rate of the corresponding period. In general, the disastrous results of 2015 and 2016 led to a decrease in the average growth rates of dollar and ruble revenue, as well as profit and profitability.

*The authors performed a correlation analysis of return on sales and oil prices, which revealed an almost total absence of correlation between these indicators. Oil prices and exchange rates have a negligible effect on the profitability of oil companies. An inverse correlation is observed between the RUB/USD pair and the oil price per barrel. It is concluded that the cost of oil and the exchange rate have little effect on the profitability of oil companies. Since the oil and gas complex makes a very significant contribution to*

*the development of the country's economy, it is advisable to analyze its development trends on a regular basis. Based on the results of the economic and statistical analysis of financial indicators, it is possible to identify the main development directions of the oil and gas industry, evaluate positive and negative processes, and determine further prospects.*

**Keywords:** oil industry, oil companies, financial indicators, dynamic series, correlation-regression method

## Введение

В настоящее время нефтегазовая промышленность является ключевой отраслью экономики, внося существенный вклад в социально-экономическое развитие нашей страны. Учитывая то обстоятельство, что для современной российской экономики характерна ориентированность на экспортно-сырьевую модель развития, ее стабильность существенно зависит от состояния и развития минерально-сырьевого комплекса, в первую очередь нефтегазового. Доходы от деятельности нефтегазового комплекса вносят существенный вклад в ВВП страны и являются весомой составляющей бюджета. Деятельность нефтедобывающих компаний и ее результаты в значительной степени зависят от существующей мировой конъюнктуры. При этом котировки нефти достаточно плохо поддаются как регулированию, так и достаточно достоверному прогнозированию. Существенные колебания котировок нефти оказывают большое влияние не только на финансовые показатели нефтедобывающих компаний, но и на состояние российской экономики в целом, так как при высоких мировых ценах на нефть наблюдаются и высокие доходы в бюджет РФ (например, 2000–2008 гг., 2016–2018 гг.) [1, 2].

Целью данной работы является изучение деятельности нефтедобывающих компаний на основе анализа динамики и взаимосвязи основных финансовых показателей, характеризующих деятельность нефтяных компаний; анализ

тенденций развития мирового и отечественного нефтегазового комплекса.

## Характеристика мирового нефтедобывающего бизнеса

Мировая нефтедобыча и нефтепереработка является стратегически важным, доходным, высокотехнологичным бизнесом. Последние два десятилетия характеризовались изменениями на мировом нефтяном рынке, связанными с колебаниями цен на нефть и нефтепродукты, с ростом и падением цены барреля нефти марки Brent [3]. Устойчивый рост мировых цен на нефть начался с 2003 г. и держался в течение периода 2005–2014 гг. на рекордных исторических уровнях. В период с 2011 г. по август 2014 г., нефтяные компании получали сверхдоходы за счет высоких цен на нефть, которые торговались в коридоре 100–120 долларов США за баррель [1]. В августе 2014 г. котировки нефти упали сначала в два раза за четыре месяца, а затем опустились до 28,2 долл./барр. к концу января 2016 г. К концу 2016 г. цены на нефть несколько возросли и в 2017 г. достигли уровня 50–55 долл./барр. В октябре 2018 г. был отмечен максимум за три года (81,03 долл./барр), однако уже в декабре 2018 г. значение показателя ощутимо снизилось, составив 57,36 долл./барр. [4]. Начиная с января 2019 г. наблюдался плавный рост цены барреля нефти Brent до 71,31 долл. в мае, затем началось снижение и значение показателя в августе 2019 г. составило 59,04 долл./барр. [5].

Определяющим фактором развития мировой нефтепромышленности является спрос на нефтепродукты, при этом по ряду оценок, динамика мирового спроса на нефть демонстрирует тенденцию к замедлению [6, 7]. Предполагается, что в ближайшие 15–20 лет будет пройден пик глобального спроса на нефть, особенно учитывая активное продвижение низкоуглеродной парадигмы и развитие технологий, позволяющих добывать трудноизвлекаемую нефть.

Анализ результатов моделирования влияния мировой цены на нефть на темпы роста ВВП различных стран, основанных на зарубежных исследованиях представлен в работе [8]. Рассмотрев степень влияния цен на нефть на экономическое развитие различных отраслей и стран мира, автор приходит к выводу, что рост мировой цены на нефть приводит к снижению ВВП мира и каждой из рассматриваемых стран в отдельности, за исключением нефтеэкспортирующих стран Ближнего Востока.

По мнению ряда авторов, в последние десятилетия динамика мировых цен на нефть все в большей степени определяется реальным спросом и предложением нефти, а финансовыми операциями с нефтью «на бумаге» в форме использования производных финансовых инструментов (деривативов) [9, 10, 11].

В ряде работ рассматриваются тенденции в развитии мировой нефтегазовой промышленности, среди которых отмечается повышение качества нефтепродуктов, эффективности технологических

процессов, совершенствования технологических схем переработки [12], выявляются факторы, которые в перспективе могут содействовать стабилизации мирового рынка нефти, а также угрозы, способные подорвать его равновесие [13].

В целом в настоящее время к наиболее важным факторам, способным влиять на динамику цены нефти относят: санкции США, затрагивающие нефтегазовый сектор ряда стран; расширяющуюся добычу США сланцевой нефти на основе дальнейшего совершенствования технологий по разработке сланцевых месторождений; концентрация и централизация производств нефтегазового комплекса [14].

#### **Характеристика состояния российского нефтедобывающего бизнеса**

Состояние отечественного нефтегазового комплекса, в силу ориентированности российской экономики на экспортно-сырьевую модель, является в настоящее время одним из ключевых факторов устойчивого развития страны. Рынок нефтегазовых компаний является глобальным и в большой степени определяется общемировой конъюнктурой. В 2003–2015 гг. в условиях крайне благоприятной внешней и ценовой конъюнктуры российские компании значительно нарастили добычу и экспорт нефти, и за этот период добыча нефти в России увеличилась почти на 30% — с 426 до 541 млн т [7]. При этом, следует отметить, что одновременно наблюдался и рост доли экспорта нефти.

В результате повышения мировых цен на нефть в 2018 г. более чем на 30% при одновременном снижении курса рубля, нефтегазовые доходы федерального бюджета России возросли по данным статистического сборника «ТЭК России — 2018» [15] на 51%.

Однако, по данным Счетной палаты [16], удельный вес нефтегазовых доходов в общих доходах федерального бюджета в первом полугодии 2019 г. составил 43,2%, уменьшившись по сравнению с первым полугодием 2018 г. на 2,4 п.п.

Россия в настоящее время является активным участником глобального нефтяного рынка, осуществляя поставки нефти как в Европу, являющуюся традиционным для нее рынком, так и наращивая поставки нефти в КНР [17]. Однако ситуация на мировом рынке энергоносителей остается достаточно нестабильной, с высокой волатильностью цен на нефть и противоречивой динамикой цен на разные сорта нефти, что усугубляется для российского нефтегазового комплекса последствиями реализуемых с начала 2014 г. санкционных мер. Воздействие санкций на нефтегазовый сектор и нефтегазовые компании транслируется по трем каналам: технологическому, финансовому и корпоративному [7]. Самым сильным по воздействию из них является финансовый канал, в силу выраженного долгового характера бизнес модели всех крупнейших компаний отечественного нефтегазового комплекса. В долгосрочной перспективе серьезные последствия несет и технологический канал, так как удельный вес иностранного оборудования и технологий на момент введения санкций по данным Минэнерго достигал в отечественном нефтегазовом секторе 60% [18]. Прекращение или ограничение поставок технологий или оборудования нарушило сложившиеся технологические связи и тем самым создало определенные проблемы для ряда отраслей промышленности [19], в частности нефтедобывающей. Запрет на поставку в Россию товаров и технологий, необходимых для освоения месторождений нефти на глубоководных участках

и арктическом шлейфе, а также сланцевых пластах, лицензирование сделок в отношении товаров и технологий, предназначенных для добычи и разведки нефти и других полезных ископаемых безусловно негативным образом повлияли на работы, ведущиеся в данном направлении.

Таким образом, технологическая зависимость от других стран является одной из серьезных проблем, тормозящих развитие нефтегазового комплекса, Следствием такой зависимости является технологическое отставание, усиливающееся в результате введения санкций, нацеленных не только на оказание политического давления, но и являющихся одним из инструментов мировой конкурентной борьбы. В результате развитие конкурентных технологий приводит к снижению спроса на российскую нефть.

Еще одна из наиболее важных проблем, связанных с дальнейшими перспективами развития нефтегазового комплекса, это намечившееся ухудшение состояния минерально-сырьевой базы и угроза исчерпания собственных запасов нефти в перспективе. В ряде работ [7, 20, 21, 22] отмечается, что эта проблема вызвана: истощением недр и легкодоступных запасов, вызванных как естественными причинами, так и последствиями устаревания и износа фондов, низкого технологического уровня оборудования и добычи нефти; ростом доли труднодоступных залежей, разработка которых требует крупных финансовых вложений.

Ужесточение государственного контроля и введение ограничений для иностранного бизнеса, а также действующих санкций, существенно снизили привлекательность для иностранных инвесторов российского нефтегазового комплекса, что негативным образом повлияло на объем

Сводные данные по совокупности российских нефтяных компаний

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Ср. год. темп роста 2005–2015	Ср. год. темп роста 2007–2017
Выручка, млн. руб.	3697	4429	4352	5431	7020	8729	10054	13634	13854	13614	16239		
Цепной темп роста выручки в руб.		1,20	0,98	1,25	1,29	1,24	1,15	1,36	1,02	0,98	1,20	1,19	1,17
Выручка, млн. долл.	145	179	137	179	239	281	316	353	227	204	279		
Цепной темп роста выручки в долл.		1,23	0,77	1,31	1,34	1,18	1,12	1,12	0,64	0,9	1,37	1,13	1,10
Прибыль, млн. руб.	629	523	497	680	766	989	1129	798	930	757	1216		
Цепной темп роста прибыли		0,83	0,95	1,37	1,13	1,29	1,14	0,71	1,17	0,81	1,60	1,14	1,10
Рентабельность, %	20,4%	13,6%	13,0%	14,1%	12,3%	12,6%	12,2%	6,3%	7,2%	6,0%	8,1%		
Цепной темп роста рентабельности		0,67	0,96	1,09	0,87	1,02	0,98	0,51	1,16	0,83	1,34	0,96	0,94
Стоимость барреля BRENT, долл.	72,7	97,7	61,9	79,6	111	121,4	108,8	98,9	52,4	44,0	54,4		
Цепной темп стоимости барреля		1,34	0,63	1,29	1,39	1,09	0,90	0,91	0,53	0,84	1,24	1,00	1,02
Курс, ( RUB/USD)	25,58	24,86	31,83	30,36	29,39	31,08	31,85	38,61	61,07	68,8	58,30		
Цепной темп роста курса		0,97	1,28	0,95	0,97	1,06	1,02	1,21	1,58	1,13	0,85	1,08	1,10

Из показателя прибыли и расчета показателя рентабельности исключены данные компании Сургутнефтегаз, в связи с постоянной переоценкой компанией валютных резервов, что существенно сказывается на итогах ее деятельности.

инвестиций в данную сферу деятельности.

Усиливающаяся конкуренция со стороны экспортеров нефти в Центральной Азии, Каспийском регионе и других энергетических рынков также в известной степени ослабляет конкурентные позиции российского нефтегазового комплекса [22].

**Анализ финансовых показателей, характеризующих деятельность российских нефтяных компаний**

В работе [1] были опубликованы результаты анализа финансовых показателей, характеризующих деятельность российских нефтяных компаний таких как выручка и чистая прибыль по данным за 10 лет (с 2005 по 2015 гг.) семи компаний: «Роснефть»; «ЛУКОЙЛ»; ТНК-ВР Холдинг; «Газпром нефть»; «Сургутнефтегаз»; «Татнефть»; «Башнефть». За прошедшее время компаниями были опубликованы финансовые показатели за два последующих заверш-

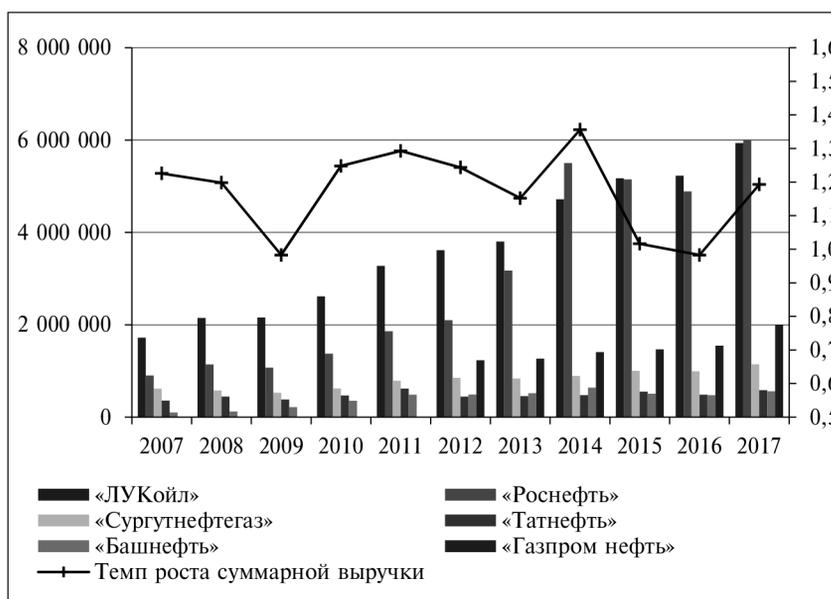


Рис. 1. Динамика выручка по нефтедобывающим компаниям и темп роста суммарной выручки в рублевом эквиваленте

ных финансовых года и можно посмотреть как изменились за этот период значения финансовых показателей в динамике для совокупности рассматриваемых российских компаний (табл. 1).

Существуют два способа оценки выручки нефтяных компаний – в рублевом (долларовом эквиваленте) и вли-

яние курса валютной пары RUB/USD. Резкие изменения валютного курса, характерные для последнего десятилетия, способствовали существенным изменениям в выручке российских нефтяных компаний.

В данном исследовании суммарная выручка (в долларовом эквиваленте) была рассчитана как отношение выручки в

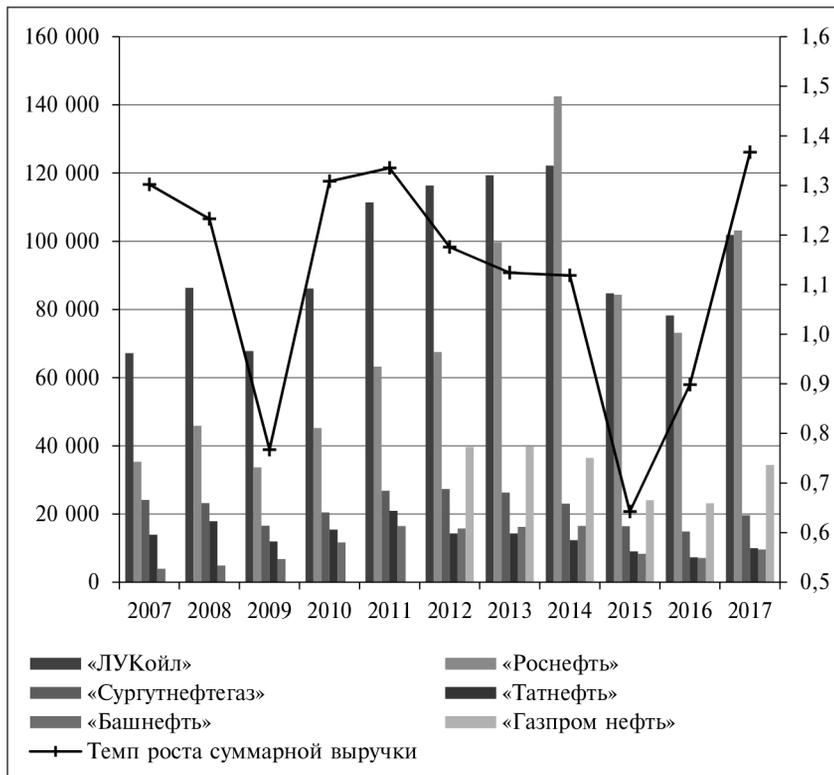


Рис. 2. Динамика выручка по нефтедобывающим компаниям и темп роста суммарной выручки в долларах США

рубля к среднегодовому курсу соответствующего периода.

В целом провальные результаты 2015 и 2016 гг. привели к снижению средних значений темпов роста долларовой и рублевой выручки, а также прибыли и рентабельности.

В 2017-м г. отмечается восстановление темпов роста суммарной выручки как в долларом, так и в рублевом эквиваленте (рис. 1). Средний ежегодный прирост рублевой выручки за период 2007–2017 гг. составил 17%.

Выручка российских нефтедобывающих компаний в долларом эквиваленте представлена на рис. 2. Стоит отметить существенный рост объемов добычи нефти российскими компаниями за последний год. Так суммарная долларовая выручка в 2017 г. не только остановила наметившуюся негативную динамику предыдущих двух лет, но и продемонстрировала существенный рост (на 37%) по сравнению со значением аналогичного показателя 2016 г.

В работе [1] авторами была отмечена обратная зависимость темпов укрепления доллара по отношению к рублю и темпов роста выручки в долларом эквиваленте (рис. 3). За два последних года зависимость сохранилась: коэффициент корреляция между двумя показателями составляет  $-0,95$ , а коэффициент детерминации  $-0,9$ . Это означает, что на изменение выручки в

значительной степени влияет изменение валютного курса.

Действительно удельный вес нефтегазовых доходов федерального бюджета РФ составляет от 40% до 50% от общего объема доходов бюджета РФ. Чем выше доходы бюджета, тем крепче национальная валюта по отношению к корзине мировых валют. Это в большей мере и объясняет зависимость валютной пары от объемов валютной выручки нефтяного сектора.

В заключение рассмотрим, как менялась рентабельность при различных ценах на нефть. В целом за весь рассматриваемый период наблюдается стабильное снижение показателя чистой рентабельности по всей отрасли. Так средняя рентабельность за первые семь лет с 2007 г. составляли 14%, в то время как средняя рентабельность за период с 2014 г. составляла 6,9%. Это вызвано неоперационными факторами, такими как: поднятие ключевой ставки Центральным Банком РФ в 2014-м г. и как следствие удорожание стоимости заимствования и рост финансовых затрат, ужесточение налогов и сборов для компаний нефтегазового сектора.

Результаты исследования показали, что между изменением стоимости нефти и изменением рентабельности



Рис. 3. Темпы роста валютной выручки и курса доллара

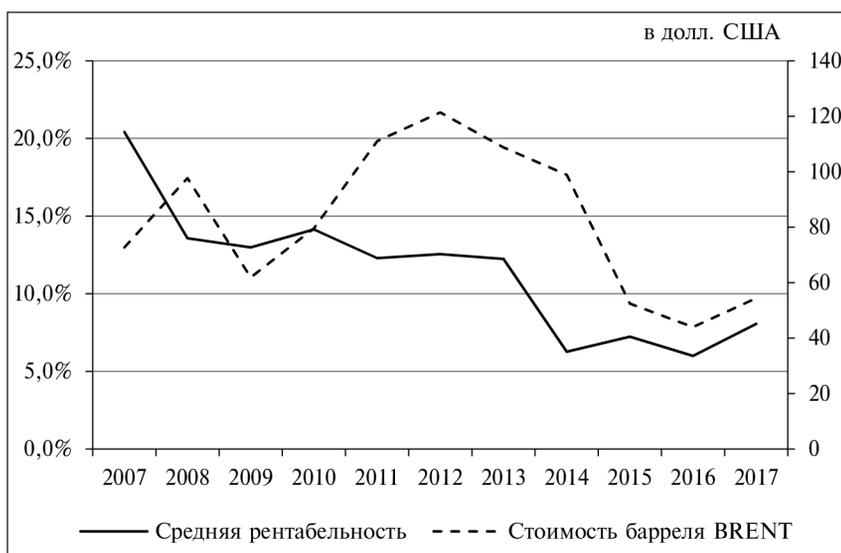


Рис. 4. Динамика рентабельности нефтяных компаний и цен на нефть

практически отсутствует корреляционная зависимость. Коэффициент корреляции между темпами изменения рентабельности и темпами изменения котировок нефти составил 0,05. Обратная корреляционная зависимость наблюдается между валютной пары RUB/USD и стоимостью барреля нефти (коэффициент корреляции – 0,88). Таким образом, можно сделать вывод, что на рентабельность нефтяных компаний стоимость нефти и валютный курс оказывают незначительное влияние.

Учитывая то обстоятельство, что большая часть затрат

нефтяных компаний представлена операционными переменными затратами, которые сокращаются пропорционально снижению выручки, это может способствовать стабильному уровню рентабельности нефтяных компаний.

#### Заключение

Таким образом, проведенный анализ показал отсутствие связи между размером предприятия и рентабельностью продаж и, следовательно, можно сделать вывод, что этот фактор незначительно влияет на производительность нефтяных

компаний. Сравнительный анализ динамических рядов по выручке в рублевом и долларовом эквиваленте показал их существенное различие, объясняемое колебаниями валютного курса. Изменения по показателю выручка в долларовом эквиваленте в динамике в значительной степени обусловлены изменениями валютного курса. Рост валютного курса за рассматриваемый период и снижение цен барреля нефти в долларах США приводили к замедлению падения выручки в рублевом эквиваленте, в последние же годы даже к ее росту. При этом корреляционная зависимость между уровнем рентабельности в отрасли и котировками нефти не обнаружена.

В заключение следует подчеркнуть, что нефтегазовый комплекс вносит весьма существенный вклад в развитие экономики страны, в связи с чем целесообразно проведение анализа тенденций его развития на регулярной основе. На базе результатов экономико-статистического анализа финансовых показателей можно выявлять основные направления развития нефтегазового комплекса, оценивать позитивные и негативные процессы, определять дальнейшие перспективы.

#### Литература

1. Ларионова Е.И., Попова А.А., Шпаковская Е.П. Анализ финансовых показателей нефтедобывающих компаний // Вопросы статистики. 2017. № 7. С. 17–27.
2. Довтаев С.Ш., Цугаева Я.В. Развитие российской экономики в условиях мирового нефтяного рынка // Вестник Академии знаний. 2019. № 30 (1). С. 66–71.
3. Brent, Forties, Oseberg, Ekofisk. Oil Price Reporting Agencies // Report by IEA, IEF, OPEC and IOSCO to G20 Finance Ministers, October 2011.
4. Average monthly Brent crude oil price from January 2018 to January 2019 (in U. S. dollars per barrel) [Электрон. ресурс] // The Statistics Portal, 1st April 2019. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/262861/uk-brent-crude-oil-monthly-price-development/>

5. Average monthly Brent crude oil price from August 2018 to August 2019 (in U. S. dollars per barrel) [Электрон. ресурс] // The Statistics Portal, 1st November 2019. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/262861/uk-brent-crude-oil-monthly-price-development/>

6. Гайфуллина М.М., Маков В.М. Оценка развития нефтеперерабатывающего сектора Российской Федерации // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. № 4. С. 208.

7. Трансформация мирового рынка нефти. Ред. С.В. Жуков. М.: ИМЭМО РАН, 2016. 300 с.

8. Кузовкин А.И. Оценка влияния цены на нефть на мировую экономику с использованием зарубежных моделей общего равновесия // Микроэкономика. 2016. № 1. С. 60.

9. Агеев А.И., Логинов Е.Л., Шкута А.А., Яковец Ю.В. Повышение эффективности

валютно-финансовых операций компаний стран-экспортеров нефти при использовании нефтяных деривативов для стабилизации критической динамики цен на нефть // Экономика. Налоги. Право. 2017. Т. 10. № 5. С. 12–19.

10. Жуков С.В., Золина С.А. США: финансовые рынки и развитие сектора неконвенциональной нефти // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60. № 11. С. 14–24.

11. Масленников А.О. Мировая система биржевой торговли нефтяными фьючерсами: новейшие тенденции // Деньги и кредит. 2015. № 3. С. 69–72.

12. Маков В.М. Тенденции развития нефтеперерабатывающей промышленности в мире // В кн.: Нефтегазовый комплекс: проблемы и инновации. Тезисы II научно-практической конференции с международным участием. Самара: Самарский государственный технический университет. 2017. С. 62

13. Окунева С.Е. Тенденции и перспективы развития мирового нефтяного рынка // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Том 10. № 8 (338). С. 877.

14. Галлямова Д.Х., Шинкевич М.В. Современные вызовы и перспективы развития мирового рынка нефти // Управление устойчивым развитием. 2019. № 2 (21). С. 20–25.

15. Статистический сборник ТЭК России 2018. [Электрон. ресурс] // Аналитический центр при Правительстве Российской Феде-

рации. Режим доступа: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/22922.pdf>

16. Нефть-капитал [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://oilcapital.ru/news/markets/19-08-2019/na-4-7-vygos-ob-em-neftegazovyh-dohodov-rossii-za-i-polugodie-2019>

17. Козеняшева М.М. Развитие российского топливно-энергетического комплекса в контексте глобализации и регионолизации // Вопросы экономики и права. 2018. № 1. С. 44–47.

18. Новые Ведомости [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://nvdaily.ru/info/43114/html>

19. Чинаева Т.И. Эффекты экономической неопределенности: влияние на основные показатели финансовой составляющей научной и инновационной деятельности // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т.10. № 2 (332). С. 144.

20. Фальцман В.К. Россия без собственной нефти? // Вопросы экономики. 2019. №4. С. 152–160.

21. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Арктика и мировой океан: глобальные и российские тренды развития нефтегазовой отрасли // Научные труды вольного экономического общества России. 2019. Т.128. № 4. С. 152–179.

22. Никонова А.А. Нефтегазовые ресурсы России: оценки и перспективы развития топливно-энергетического комплекса // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 11. С. 2064–2082.

## References

1. Larionova Ye.I., Popova A.A., Shpakovskaya Ye.P. Analysis of financial indicators of oil companies. *Voprosy statistiki = Questions of statistics*. 2017; 7: 17-27. (In Russ.)

2. Dovtayevev S.SH., Tsugayeva YA.V The development of the Russian economy in the global oil market. *Vestnik Akademii znaniy = Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2019; 30 (1): 66-71. (In Russ.)

3. Brent, Forties, Oseberg, Ekofisk. Oil Price Reporting Agencies. Report by IEA, IEF, OPEC and IOSCO to G20 Finance Ministers, October 2011.

4. Average monthly Brent crude oil price from January 2018 to January 2019 (in U. S. dollars per barrel) [Internet]. The Statistics Portal, 1st April 2019. Available from: <https://www.statista.com/statistics/262861/uk-brent-crude-oil-monthly-price-development/>

5. Average monthly Brent crude oil price from August 2018 to August 2019 (in U. S. dollars per barrel) [Internet]. The Statistics Portal, 1st November 2019. Available from: <https://www.statista.com/statistics/262861/uk-brent-crude-oil-monthly-price-development/>

6. Gayfullina M.M., Makov V.M. Assessment of the development of the oil refining sector of the

Russian Federation. *Neftgazovoye delo = Oil and gas business*. 2016; 14; 4: 208. (In Russ.)

7. Transformatsiya mirovogo rynka nefli. Red. S.V. Zhukov = Transformation of the global oil market. Ed. S.V. Zhukov. Moscow: IMEMO RAN; 2016. 300 p. (In Russ.)

8. Kuzovkin A.I. Evaluation of the impact of oil prices on the global economy using foreign models of general equilibrium. *Mikroekonomika = Microeconomics*. 2016; 1: 60. (In Russ.)

9. Ageyev A.I., Loginov Ye.L., Shkuta A.A., Yakovets YU.V. Improving the efficiency of monetary and financial operations of companies of oil exporting countries when using oil derivatives to stabilize the critical dynamics of oil prices. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics. Taxes. Right*. 2017; 10; 5: 12-19. (In Russ.)

10. Zhukov S.V., Zolina S.A. USA: financial markets and the development of the unconventional oil sector. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya = World Economy and International Relations*. 2016; 60; 11: 14–24. (In Russ.)

11. Maslennikov A.O. The world system of exchange trading in oil futures: the latest trends. *Den'gi i kredit = Money and credit*. 2015; 3: 69–72. (In Russ.)

12. Makov V.M. Tendentsii razvitiya neftepererabatyvayushchey promyshlennosti v mire

.V kn.: Neftegazovyy kompleks: problemy i innovatsii. Tezisy II nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem = Development trends of the oil refining industry in the world. In: Oil and gas complex: problems and innovations. Theses of the II scientific-practical conference with international participation. Samara: Samara State Technical University; 2017. 62 p. (In Russ.)

13. Okuneva S.Ye. Trends and prospects of development of the world oil market. Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial analytics: problems and solutions. 2017; 10; 8 (338): 877. (In Russ.)

14. Gallyamova D.KH., Shinkevich M.V. Modern challenges and development prospects of the world oil market. Upravleniye ustoychivym razvitiyem = Management of sustainable development. 2019; 2 (21): 20-25. (In Russ.)

15. The statistical collection of the fuel and energy sector of Russia 2018. [Internet]. Analiticheskiy tsentr pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii = Analytical Center under the Government of the Russian Federation. Available from: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/22922.pdf>. (In Russ.)

16. Oil-capital [Internet]. Available from: <https://oilcapital.ru/news/markets/19-08-2019/na-4-7-vyros-ob-em-neftegazovyh-dohodov-rossii-za-i-polugodie-2019>. (In Russ.)

17. Kozenyasheva M.M. The development of the Russian fuel and energy complex in the context of globalization and regionalization. Voprosy ekonomiki i prava = Issues of Economics and Law. 2018; 1: 44-47. (In Russ.)

18. New Vedomosti [Internet]. Available from: <http://nvdaily.ru/info/43114/html>

19. Chinayeva T.I. The effects of economic uncertainty: the impact on the main indicators of the financial component of scientific and innovative activities. Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial analytics: problems and solutions. 2017; 10; 2 (332): 144. (In Russ.)

20. Fal'tsman V.K. Russia without its own oil? Voprosy ekonomiki = Issues of economics. 2019; 4: 152-160. (In Russ.)

21. Bogoyavlenskiy V.I., Bogoyavlenskiy I.V. Arctic and oceans: global and Russian trends in the development of the oil and gas industry. Nauchnyye trudy vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii = Scientific works of the free economic society of Russia. 2019; 128; 4: 152-179. (In Russ.)

22. Nikonova A.A. Oil and gas resources of Russia: estimates and prospects for the development of the fuel and energy complex. Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice. 2017; 16; 11: 2064 – 2082. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Елена Игоревна Ларионова**

к.э.н., профессор Департамента Учета, анализа и аудита

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
Москва, Россия

**Татьяна Игоревна Чинаева**

к.э.н., доцент Департамента Учета, анализа и аудита

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
Москва, Россия

**Елена Петровна Шпаковская**

к.э.н., доцент Департамента Учета, анализа и аудита

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
Москва, Россия

#### Information about the authors

**Elena I. Larionova**

Cand. Sci. (Economics), Department of Accounting, analysis and audit

Financial University under the Government of the Russian Federation  
Moscow, Russia

**Tatyana I. Chinaeva**

Cand. Sci. (Economics), associate Professor of Accounting, analysis and audit Department

Financial University under the Government of the Russian Federation  
Moscow, Russia

**Elena P. Shpakovskaya**

Cand. Sci. (Economics), associate Professor of Accounting, analysis and audit Department

Financial University under the Government of the Russian Federation  
Moscow, Russia

## Прогнозирование результатов деятельности предприятий рыбопереработки: проблемы и методологические подходы их решения

*В статье рассмотрены основные методологические аспекты и результаты апробации прогнозирования и планирования объемов реализации продукции рыбоперерабатывающего предприятия в зависимости от природно-климатического фактора (температуры воздуха) на примере группы компаний «Арт-рыба» г. Вологды. Выявлена зависимость объема потребительского спроса на продукцию рыбоперерабатывающего предприятия от температурного режима окружающей среды. Описана методика построения регрессионной модели между временными рядами исследуемых показателей и порядок расчета прогнозных уровней дневной выручки. Построена и апробирована эконометрическая модель зависимости динамики дневной выручки от реализации рыбопродукции от средней температуры воздуха. Получены прогнозы уровня выручки от реализации с учетом влияния динамики средней дневной температуры внешней среды и недельного цикла ее колебаний. Представленная методика моделирования и прогнозирования уровня дневной выручки позволит на практике обоснованно принимать решения для определения плановых объемов закупки продукции для реализации на краткосрочный перспективный период, что является актуальным в условиях быстроменяющегося потребительского рынка.*

**Цель:** состояла в выявлении и моделировании зависимости динамики дневной выручки от реализации рыбоперерабатывающего предприятия от колебаний температурного режима окружающей среды и разработке методики ее прогнозирования.

**Материалы и методы:** в ходе исследования использовались в комплексе методы эконометрического моделирования на основе временных рядов, включающего построение трендовых моделей, моделей с циклической компонентой, регрессионных моделей. Исходными данными для настоящих исследований послужили показатели результатов деятельности группы компаний «Арт-рыба» г. Вологды, полученные из базы данных указанных предприятий. Показатели температурного режима внешней среды получены из Дневника погоды официального сайта прогноза погоды Gismeteo.

**Результаты:** Исследование потребовало достаточно глубокого изучения характера и особенностей динамики показателя дневной выручки и подготовить данные для моделирования. В ходе исследования закономерностей взаимосвязанной динамики показателей выручки и температуры воздуха были получены ряд важных выводов, которые в последствии и определили методику построения регрессионной модели и порядок расчета прогнозных уровней. Выявлено наличие устойчивой обратной корреляции между трендом дневной выручки и температурой воздуха. При этом анализ результатов прогнозирования по полученным моделям показал, что точность прогнозов, как точечного, так и интервального, при ослаблении силы проявления корреляционной зависимости между признаками не снижается. По результатам корреляционно-регрессионного анализа предложена методика прогнозирования уровня дневной выручки для рыбоперерабатывающих предприятий, которая позволит обоснованно принимать решения для определения плановых объемов закупки продукции для реализации на краткосрочный перспективный период, что является актуальным в условиях быстроменяющегося рынка потребительской продукции.

**Заключение:** Как показали исследования, потребительский спрос на продукцию рыбоперерабатывающих предприятий эластично реагирует на изменение температуры внешней среды. Этот факт позволил разработать методологические подходы к прогнозированию уровня дневной выручки, что крайне необходимо для принятия обоснованных решений по планированию объемов закупа и выпуска продукции на краткосрочный перспективный период. В современных условиях риска и неопределенности возможность планировать производственную и финансовую деятельность для перерабатывающих предприятий пищевой промышленности является особо актуальной.

**Ключевые слова:** рыбоперерабатывающие предприятия, планирование, выручка от продаж, температурный режим внешней среды, методика моделирования зависимости, прогнозирование

Oksana A. Shikhova<sup>1</sup>, Marina N. Selina<sup>1</sup>, Vladimir M. Selin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia

<sup>2</sup> ART-RYBA LLC, Vologda, Russia

## The forecasting of operating results of fish processing enterprises: problems and methodological approaches to their solving

*The basic methodological aspects and approbation results of forecasting and planning of the sales volumes of a fish processing enterprise, depending from a natural and climatic factor (environmental temperature) are considered in the article through the example of the groups of companies "Art-fish" of Vologda city. The dependence of volume of consumer demand for products of the fish processing enterprise from the ambient temperature regime is deduced. The methods of building of a regression model between time series of the*

*studied indexes and the order of calculation of forecasting levels of daily revenue are described. The economic model of the dynamic dependence of daily revenue of fish product sales from the average environmental temperature is built. The forecasts of the revenue levels of sales taking into account the dynamics influence of the average daily temperature of the environment and the weekly cycle of its fluctuations are received. The presented methods of modeling and forecasting of the level of daily revenue will allow taking reasonable decisions in*

practice for evaluation of planned values of product procurement for sale within a short-term upcoming period; that is timely in the conditions of fast-changing consumer market.

**Purpose** was in finding and modeling of the dynamic dependence of daily revenue of sales of the fish-processing enterprise from the fluctuations of the ambient temperature regime and the development of the methods of its forecasting.

**Materials and methods.** As part of the study the methods of econometric modeling were used in complex based on the time series, including the building of the trend models, models with a cyclical component, regression models. The indexes of the operating results of the group of companies "Art-fish" of Vologda city served as the primary data. They were taken from the bases of the mentioned enterprises. The indexes of the temperature regime of the environment were received from the Weather journal of the official website of weather forecast Gismeteo.

**Results.** The research required quite a deep study of the character and peculiarities of the dynamics of the indexes of daily revenue and preparation of the data for modeling. While studying the regularities of interdependent dynamics of the indexes of revenue and environmental temperature the number of important conclusions were received that consequently defined the methods of building of the regression model and the order of calculation of the forecasting levels. The presence of the firm inverse correlation between the trend of the daily revenue and

environmental temperature was educed. Herewith the analysis of the results of forecasting using the received models showed that the forecast accuracy, both point and interval with a weakening of the strength of the manifestation of the correlation dependence between the signs does not decrease. According to the results of correlation-regression analysis the methods of forecasting of the levels of daily revenue for fish-processing enterprises were suggested which would allow taking reasonable decisions for evaluation of the planned volumes of product procurement for sale within a short-term upcoming period that was timely in the conditions of a fast-changing consumer market.

**Conclusion.** As the studies showed, consumer demand for the products of fish processing enterprises flexibly responded to the change of the ambient temperature. This fact allowed developing the methodological approaches to the forecasting of the levels of daily revenue that was absolutely necessary for taking reasonable decisions on planning of the volumes of procurement and output of production for a short-term upcoming period. In the contemporary market conditions and uncertainty the possibility to plan production and financial activities for processing enterprises of food industry is especially currently topical.

**Keywords:** fish processing enterprises, planning, sales revenue, ambient temperature regime, dependency modeling methods, forecasting

## 1. Введение

Продукция рыбоперерабатывающих предприятий является важной составляющей в рационе питания человека [1]. Мировая практика свидетельствует о том, что порядка 17% животного и 7% всего потребляемого белка в настоящее время приходится на долю рыбы [2]. С другой стороны, эти продукты производства имеют определенную специфику хранения, что вызывает необходимость планирования объемов производства и реализации [3]. В связи с этим, возникла необходимость поиска возможных методов регулирования объемов производства рыбоперерабатывающего предприятия.

Российская экономика в условиях экономического кризиса, вызванного, в том числе санкциями со стороны США и Евросоюза, испытывает определенные трудности в поступательном экономическом развитии [4]. Учитывая сложную экономическую обстановку на внутрироссийском рынке рыбы и морепродуктов, выраженной в росте цен у производителей, дефиците отдельных валютноёмких позиций в условиях понижающей динамики импорта основных видов сельско-

хозяйственной продукции [5], в том числе и рыбы, снижения покупательского спроса, как следствие, падения в целом по России выручки от реализации и тренда, свидетельствующего о снижении рентабельности хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций [6], специализированные магазины должны разрабатывать стратегии минимизации затрат при закупке с целью экономии оборотных средств предприятия.

Условия современной макроэкономической ситуации в мире указывают на необходимость усиления экономического потенциала предприятий АПК, являющихся основой для обеспечения продовольственной безопасности России [7].

Представляется возможной для доказательства следующая гипотеза: при планировании ежедневной, еженедельной, т.е. хронологически повторяющейся торгово-закупочной деятельности предприятия, учитывать погодный фактор. В результате наличия и актуальности корреляционной связи между объемом реализации и температурным режимом окружающей среды можно составить рекомендации по автоматизации процесса заказа продукции для реализации

специализированной торговой точкой по предварительному прогнозу погоды. С учетом многолетних данных могут быть разработаны модели, которые откорректируют объем потребности торговой точки в объемах товаров для реализации.

В силу специфических особенностей стратегическое планирование отраслей АПК вызывает множество проблем методического характера, особенно в условиях рыночной экономики [8]. Тесная зависимость от стихийных природных факторов, усиливаемая непостоянством рыночной среды, обуславливает сложность планирования производства на долгосрочную перспективу отдельного предприятия [9].

В сфере потребления населением продуктов питания немаловажную роль играет прогнозирование объемов этого потребления и выявление факторов, влияющих на данный процесс [10]. На примере бизнеса, связанного с переработкой и реализацией свежей рыбы и прочей рыбопродукции, была предпринята попытка определить основные факторы, влияющие на потребительский спрос и товарооборот в этой отрасли торговли, не учитывая инфляционные коле-

бания цен на продукцию, торговые акции и скидки, а также естественный рост спроса в предпраздничные и праздничные дни. Располагая статистическими данными о ежедневной выручке от реализации рыбопродукции компанией, занимающейся продажами в этой отрасли торговли, был выполнен анализ динамики показателя за достаточно продолжительный период времени с июля 2016 г. по июнь 2019 г.

Практический опыт наблюдений руководителя компании за тем, как меняется размеры объема реализации и выручки в зависимости от времени года и температуры воздуха, показал, что потребительский спрос на рыбопродукцию достаточно эластично реагирует на изменение температуры (рис. 1). В дни с более высокой среднедневной температурой воздуха внешней среды потребительский спрос на продукцию рыбоперерабатывающих предприятий падает. Это вполне объяснимо, т.к. в обозначенных погодных условиях уменьшается теплоотдача организма человека [11], и ему не требуется повышенное потребление продуктов, содержащих большое количество калорий, к которым как раз относятся продукты предприятий, являющихся объектом исследования. Этот вывод в итоге был положен в основу формулировки рабочей гипотезы, справедливость которой и предстояло проверить и доказать, используя статистический и эконометрический аппарат моделирования. Однако получение модели исследуемой зависимости – не самоцель, наиболее важным было определить порядок и методику ее построения, с учетом выполнимости требований к аппроксимирующим свойствам, чтобы в последствии было возможно использовать полученную модель для оценки прогнозов выручки предприятия на ближайшую перспективу.

Использование на практике модели связи между объемом реализации и температурой окружающей среды особенно актуально для удаленных местностей, где поставки осуществляются раз в неделю и реже, а также для сельской местности, где в условиях весеннего паводка, например, вообще отсутствует возможность доставки (например, г. Шенкурск Архангельской области). При этом планирование и прогнозирование эффективно рассматривать еженедельно, так как рыба и морепродукты не являются товаром ежедневного потребления. План должен быть реальным и мотивировать работника на разумное увеличение интенсивности труда [12].

Объектом исследования явилась производственно-экономическая деятельность группы компаний «Арт-рыба» г. Вологды, предметом – методика прогнозирования выручки рыбоперерабатывающих предприятий. Практическая значимость состоит в возможности прогнозировать и планировать объемы производства и реализации продукции рыбоперерабатывающего предприятия в зависимости от природно-кли-

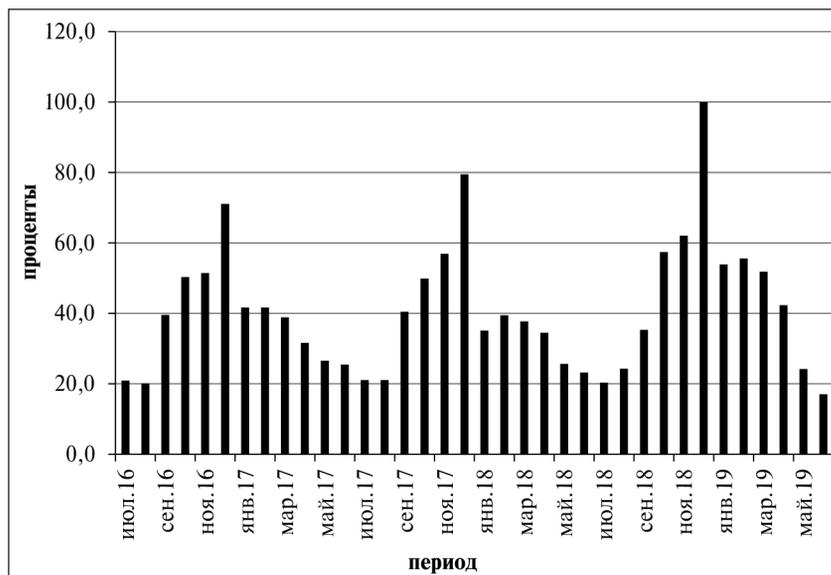


Рис. 1. Процентное соотношение объемов реализации сельди соленой к максимальному объему реализации товара за исследуемый период

матического фактора в условиях быстроменяющегося рынка потребительской продукции.

## 2. Методологические подходы к прогнозированию производственно-экономической деятельности рыбоперерабатывающих предприятий

Исследование проводилось в несколько этапов, поскольку требовало достаточно глубоко изучить характер и особенности динамики показателя дневной выручки и подготовить данные для моделирования. В ходе исследования закономерностей взаимосвязанной динамики уровней выручки и температуры воздуха были получены ряд важных выводов, которые в последствии и определили методику построения регрессионной модели между этими показателями и порядок расчета прогнозных уровней.

Кратко суть этапов исследования и полученные выводы состояли в следующем.

1. С целью удостовериться в наличии корреляционной зависимости между исследуемыми показателями были рассчитаны парные линейные коэффициенты корреляции, при этом в основу группирования

**Зависимость коэффициента корреляции между ежедневной динамикой показателей температуры воздуха и выручки от реализации рыбопродукции для положительного диапазона температур**

Диапазон температуры выше, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Коэффициент корреляции</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,44</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,33</b>
Диапазон температуры выше, °С	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Коэффициент корреляции</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,24</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,26</b>
Диапазон температуры выше, °С	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Коэффициент корреляции</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,21</b>

данных был положен подход, учитывающий сезонность (время года и месяц) [13]. Результаты расчетов не подтвердили наличие статистически значимой и устойчивой корреляции между признаками, несмотря на то, что на практике, как уже было сказано выше, она имела место быть.

2. На следующем шаге исследования было решено изучить, как меняется сила корреляции между рядами динамики исследуемых признаков в зависимости от интервала температур. Поскольку практический опыт наблюдений показал, что наибольшая эластичность спроса от температуры наблюдается только при ее положительных значениях, то в анализ были включены данные за те даты, когда температура воздуха была выше нуля градусов (период с марта по ноябрь каждого года, исключением оказался 2017 год с достаточно теплым началом декабря и 2019 год с положительными температурами в феврале). В результате был получен ряд значений коэффициентов корреляции, представленный в табл. 1. Стоит отметить, что коэффициент корреляции по всей совокупности данных, охвативших 632 даты, оказался равным минус 0,51, что указывает на заметную обратную корреляционную зависимость, а значит гипотеза о том, что с ростом температуры воздуха выручка от реализации морепродукции в следствии сокращения потребительского спроса на нее снижается.

Данные табл. 1 показывают, что с уменьшением диапазона значений положительной температуры воздуха при переходе к высоким показателям (летние месяцы года) корреляционная зависимость между климатическими условиями и потребительским спросом на рыбопродукцию слабеет. Максимальная корреляция достигается только при охвате всего диапазона поло-

жительных температур. Включение в обрабатываемый массив данных дней, в которые наблюдались отрицательные температуры (зимние месяцы) привело к снижению значения коэффициента корреляции, что подтвердило факт наличия заметной корреляции между исследуемыми признаками только для положительных температур.

На основании полученных результатов для всего массива данных (период 632 даты) была построена регрессионная модель (рис. 2), отражающая зависимость дневной выручки от реализации морепродукции от значения температуры воздуха (1):

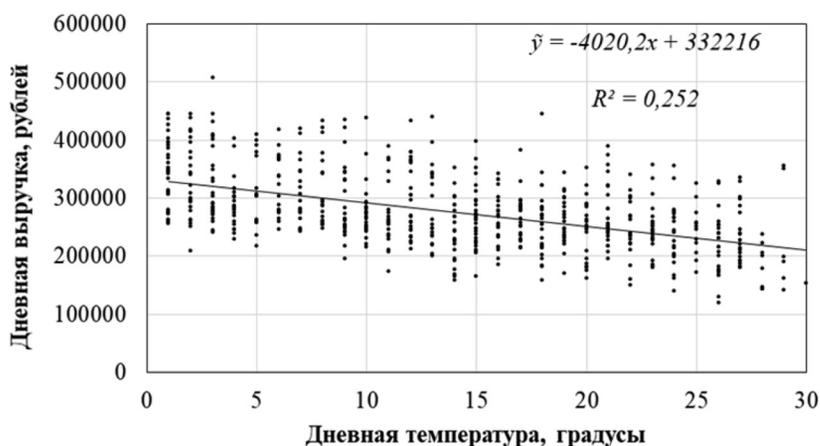
$$\hat{y}_x = 332215,664 - 4020,1884 \cdot x \quad (1)$$

где  $y$  – значения дневной выручки от реализации морепродукции, руб.;

$x$  – значение дневной температуры воздуха.

Тестирование данной модели (1) на статистическую значимость с применением критериев Фишера ( $F = 213$ ) и Стьюдента ( $t_1 = 74,9$ ;  $t_2 = 14,6$ ) показало ее надежность и достоверность с вероятностью не менее 0,95. Анализ остатков модели показал их случайный и нормальный характер распределения, выполнимость требования гомоскедастичности. Стандартная ошибка модели составила 55470,0 рублей, на основании которой были рассчитаны прогнозы уровня дневной выручки для некоторых значений температуры (табл. 2). Уровень надежности границ интервалов прогноза – 0,95.

Однако, несмотря на статистическую значимость модели, что вполне объясняется



**Рис. 2. Зависимость между дневной выручкой от реализации рыбопродукции и уровнем дневной температуры воздуха за период положительных температур с июня 2016 г. по июнь 2019 г.**

Таблица 2

**Прогноз уровня дневной выручки от реализации рыбопродукции по модели регрессии для некоторых значений дневной температуры**

Ожидаемый уровень дневной температуры воздуха, °С	Прогноз уровня дневной выручки, руб.		
	точечный	нижний	верхний
1	328195,5	236821,1	419569,9
5	312114,7	220740,3	403489,1
10	292013,8	200639,4	383388,2
15	271912,8	180538,4	363287,2
20	251811,9	160437,5	343186,3
25	231711,0	140336,5	323085,4
30	211610,0	120235,6	302984,4

достаточно большим массивом данных, по которому она была получена, аппроксимирующие качества ее оказались лишь удовлетворительными, поскольку значение средней ошибки аппроксимации составило 16,7%, что превышает ее предельное значение 5–7% [14]. Точность полученных интервалов прогноза недостаточная с точки зрения их практической значимости для планирования бизнеса.

Высокое значение данной ошибки могло быть объяснено наличием автокорреляции остатков (случайных отклонений) для полученной модели, поскольку очевидным является наличие трендов во временных рядах исследуемых показателей, которую можно устранить методом дополнительного ввода в модель регрессии фактора времени  $t$  [15]. Однако анализ остатков обнаружил отсутствие автокорреляции (значение коэффициента составило 0,05).

Поскольку основной задачей исследования было получение эффективной с практической точки зрения эконометрической модели дневной выручки с целью дальнейшего прогнозирования по ней, было принято решение уменьшить объем выборок до периода месяца в силу того, что при принятии решений на основе моделей

необходимо оперировать актуальной информацией и строить прогнозы на ближайшую перспективу.

Исследование эконометрических моделей зависимости выручки от температуры при уменьшенных до периода одного месяца выборках исходных данных указывали на их статистическую незначимость и низкие аппроксимирующие свойства, при этом включение дополнительно в модели фактора времени  $t$  не позволило улучшить статистические характеристики получаемых уравнений регрессии в силу слабой выраженности трендовой компоненты в рядах динамики зависимой переменной [16]. Эти результаты привели к необходимости более глубокого исследования структуры временных рядов значений дневной выручки в течение месяца. Была сформулирована гипотеза о том, что наряду с трендовой компонентой, которая, как показало исследование, имеет слабую выраженность (тренд практически совпадает с линией среднемесячного уровня), ряд динамики имеет циклическую компоненту, присутствие которой в обрабатываемых выборках не позволяет получить статистически значимые модели с хорошей аппроксимацией за-

висимости между признаками [17].

3. Анализ структуры временного ряда дневной выручки за различные месяцы на основе расчета коэффициентов автокорреляции уровней в зависимости от лага ( $L$ ) показал наличие не только трендовой компоненты, имеющей линейный характер, но и недельной циклической компоненты, поскольку максимальное значение коэффициента автокорреляции уровней соответствовало лагу равному 7 дней. Для примера в табл. 3 приведены результаты этого этапа анализа для июля 2016 года.

В результате была выдвинута гипотеза о том, что наличие данной циклической компоненты в выборках, используемых для построения регрессионных моделей, ухудшает их аппроксимирующие свойства и требует предварительной корректировки данных посредством ее исключения.

4. В основу оценки значений циклической компоненты был положен метод скользящей средней, вычисляемой для периода 7 дней. При этом в качестве выборок использовались в первом случае данные за 4 недели, а в последствии было принято решение в исследуемую выборку включать данные за три недели с прогнозированием по полученной эконометрической модели уровней дневной выручки на перспективную четвертую неделю. При этом, как выяснилось в ходе исследования, не имеет значение принадлежность выборки и перспективной недели одному месяцу, важна только их хронологическая последовательность.

Первоначально были построены и протестированы в отношении аппроксимирую-

Таблица 3

**Значения автокорреляционной функции для временного ряда дневной выручки за период июля 2016 года**

Лаг (L)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Коэффициент автокорреляции	0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3	0,2	<b>0,9</b>	0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4	0,2	<b>0,8</b>

шего качества для различных трехнедельных периодов аддитивные модели с циклической недельной компонентой вида:

$$Y = T + S + E, \quad (2)$$

где  $Y$  – уровень временного ряда дневной выручки;

$T$  – трендовая компонента – часть значения уровня выручки, обусловленная основной тенденцией (трендом);

$S$  – циклическая компонента – часть значения уровня выручки, обусловленная циклом недельных ее колебаний;

$E$  – случайная компонента – часть значения уровня выручки, обусловленная влиянием случайных факторов [18].

В последствии с целью поиска наилучших в отношении аппроксимации регрессионных моделей были исследованы также мультипликативные модели с циклической недельной компонентой [18] вида:

$$Y = T \cdot S \cdot E. \quad (3)$$

При этом для обоих видов моделей (2), (3) наблюдался рост уровня циклической компоненты с понедельника по пятницу с последующим его снижением в выходные дни.

5. Аппроксимирующие свойства получаемых моделей с циклической компонентой исследовались на основе дисперсионного анализа и расчета значения коэффициента детерминации. В большинстве случаев мультипликативная модель давала более высокий коэффициент детерминации, чем аддитивная, при этом для обеих моделей значения этого показателя превышали 0,7, что указывало на их достаточно высокие аппроксимирующие качества (табл. 4).

Высокое аппроксимирующее качество получаемых моделей можно увидеть графически (рис. 3 и 4), изобразив фактическую и выравненную, включающую трендовую и циклическую компоненты, динамику дневной выручки.

Результаты дисперсионного анализа моделей с циклической компонентой для временных рядов дневной выручки за различные трехнедельные периоды 2016–2019 гг.

Анализируемый период (выборка 3 недели)	Коэффициент детерминации	
	аддитивная модель $Y = T + S + E$	мультипликативная модель $Y = T \cdot S \cdot E$
04.07.2016–24.07.2016	0,829	0,922
01.08.2016–21.08.2016	0,758	0,846
05.09.2016–25.09.2016	0,845	0,944
03.10.2016–23.10.2016	0,857	0,954
13.03.2017–02.04.2017	0,816	0,911
22.07.2017–11.06.2017	0,749	0,844
03.07.2017–23.07.2017	0,751	0,766
21.08.2017–10.09.2017	0,775	0,853
14.05.2018–03.06.2018	0,816	0,912
02.07.2018–22.07.2018	0,826	0,916
18.03.2019–07.04.2019	0,813	0,911
03.06.2019–23.06.2019	0,706	0,783

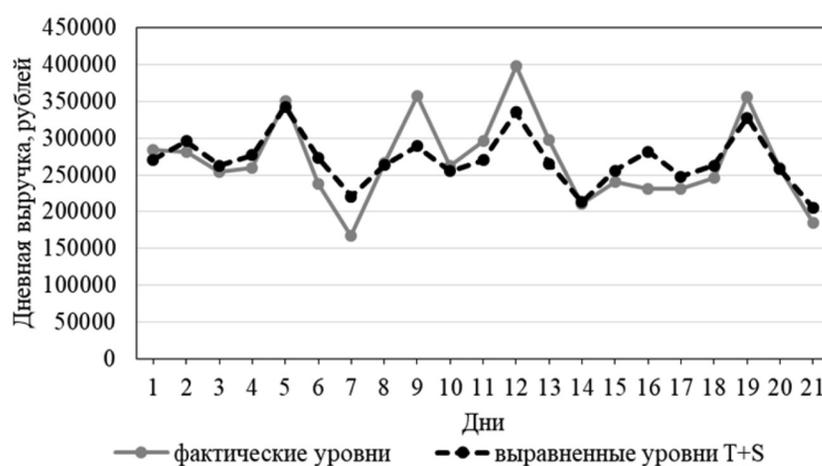


Рис. 3. Фактическая и выравненная, включающая аддитивно трендовую и циклическую компоненты ( $T+S$ ), динамика дневной выручки за период 03.06.2019–23.06.2019

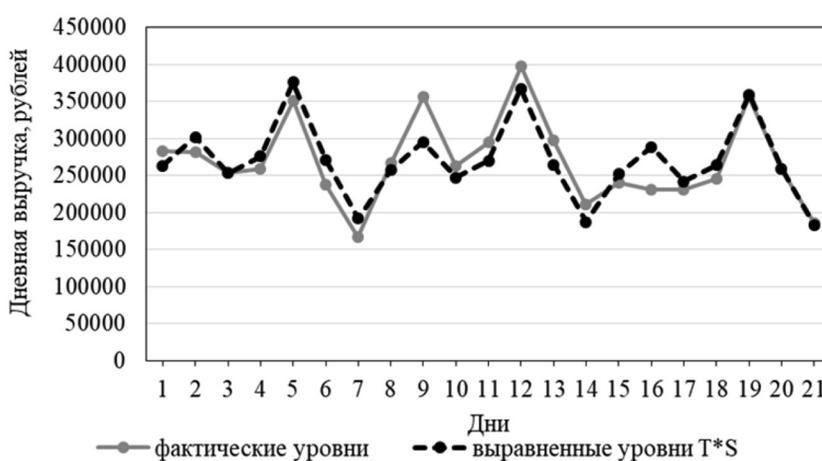


Рис. 4. Фактическая и выравненная, включающая мультипликативно трендовую и циклическую компоненты ( $T \cdot S$ ), динамика дневной выручки за период 03.06.2019–23.06.2019

**Результаты корреляционно-регрессионного анализа зависимости между дневной температурой воздуха и трендом дневной выручки по выборкам, сформированным со сдвигом на одну дату, за период март-апрель 2019 года**

Анализируемый период (выборка 3 недели)	Модель регрессии	Корреляция		Критерий Фишера	
		$R$	$R^2$	$F$	уровень значимости $F$
18.03.2019–07.04.2019	$\hat{y} = 290044,4 - 1950,12 \cdot x$	-0,748	0,560	24,2	0,0001
19.03.2019–08.04.2019	$\hat{y} = 370048,8 - 4683,42 \cdot x$	-0,818	0,669	38,4	0,0000
20.03.2019–09.04.2019	$\hat{y} = 361563,5 - 3838,83 \cdot x$	-0,827	0,686	41,6	0,0000
21.03.2019–10.04.2019	$\hat{y} = 363697,1 - 4670,12 \cdot x$	-0,823	0,678	39,9	0,0000
22.03.2019–11.04.2019	$\hat{y} = 357293,1 - 3802,2 \cdot x$	-0,746	0,557	23,8	0,0001
23.03.2019–12.04.2019	$\hat{y} = 349327,2 - 2602,9 \cdot x$	-0,481	0,232	5,7	0,0272
24.03.2019–13.04.2019	$\hat{y} = 347365 - 2323,53 \cdot x$	-0,388	0,151	3,4	0,0822
25.03.2019–14.04.2019	$\hat{y} = 343682,4 - 1883,59 \cdot x$	-0,298	0,089	1,8	0,1898

На рисунках видно, что линия уровней выручки, выравненных в соответствии с моделями, включающими циклическую компоненту, достаточно близко проходит с линией фактических уровней, причем для мультипликативной модели (рис. 4) это проявляется существенно.

6. Далее в обрабатываемой выборке после исключения из исходных уровней дневной выручки значений циклической компоненты, вычисленных для каждого дня недели, осуществлялось аналитическое выравнивание полученного временного ряда, не содержащего циклическости, с использованием линейной функции тренда. При этом на основе предшествующих выводов исключение циклической компоненты выполнялось в соответствии с мультипликативной моделью (3) путем деления исходного уровня выручки на показатель циклической компоненты соответственно дню недели.

7. Исследование наличия корреляции между временными рядами температуры и выручки, для которой в одном случае были включены в анализ мультипликативно трендовая и циклическая компоненты вместе ( $T \cdot S$ ), в другом случае – только трендовая компонента ( $T$ ), показало о наличии как минимум заметной, а в большинстве случаев обрабатываемых выборок тесной обратной корреляционной зависимости для временного ряда выручки, содержащего только тренд ( $T$ ). Для временного ряда выручки  $T \cdot S$  статистически значимой корреляции не наблюдалось, что подтвердило предположение о том, что присутствие недельной циклической компоненты не позволяет проявиться корреляции между временными рядами исследуемых признаков и приводит к регрессионным моделям с низкими аппроксимирующими качествами.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа за-

висимости между дневной температурой воздуха и трендом дневной выручки по выборкам периодичностью 3 недели, сформированными со сдвигом на одну дату, за период март-апрель 2019 года представлены в табл. 5.

Полученные данные позволяют судить о наличии устойчивой обратной корреляции между трендом дневной выручки и температурой воздуха, однако в случае последних двух моделей сила корреляции снижается и надежность регрессии может быть гарантирована с вероятностью, не более 80%. При этом анализ результатов прогнозирования по полученным моделям показал, что точность прогнозов, как точечного, так и интервального, при ослаблении силы проявления корреляционной зависимости между признаками не снижается. Этот факт был получен при сравнении рассчитанных прогнозов с фактическими уровнями дневной выручки (использованными для контроля качества моделей и прогнозов по ним) на соответствующую дату.

8. Прогнозирование уровней дневной выручки осуществлялось в следующем порядке:

– на каждую дату прогнозной (контрольной) недели вычислялось ожидаемое значение уровня средней дневной температуры воздуха на основании функции тренда этого показателя;

– для полученных значений температур по уравнению регрессии, построенному по данным выборки за предшествующие три недели, вычислялись точечный и интервальный прогнозы уровня трендовой компоненты значения дневной выручки на каждую дату;

– выполнялась корректировка полученных прогнозных значений трендовой компоненты ( $T$ ) путем умножения на соответствующее каждой прогнозной дате значение циклической компоненты ( $S$ ) в соответствии с моделью (3). При этом учет вариабельности случайной компоненты ( $E$ ) осуществлялся в интервальном прогнозе, вычисляемом на основе стандартной ошибки модели регрессии и учитывающем также колеблемость факторной переменной, то есть температуры воздуха за исследуемые три недели.

– погрешность рассчитанных прогнозов оценивалась

путем сопоставления фактических за контрольную неделю значений дневной выручки с полученными для каждой даты интервалами прогноза. Во всех случаях фактическое значение выручки оказывалось в пределах интервала прогноза, что подтвердило устойчивость высокого аппроксимирующего качества полученных регрессионных моделей и надежности результатов примененной методики моделирования и прогнозирования.

### 3. Заключение

Учитывая сложную экономическую обстановку на внутрироссийском рынке рыбы и морепродуктов, рыбоперераба-

тывающие предприятия должны разрабатывать стратегии минимизации затрат при закупочной деятельности – покупать столько, сколько они продадут, не просто в течение срока годности продукта, а так, чтобы он реализовывался быстро, не терял потребительские качества и, в конечном итоге, сэкономил оборотные средства предприятия и обеспечивал продовольственную безопасность. Ведь помимо наличия продовольствия необходимо рассматривать аспекты его физической и экономической доступности для населения, а также критерий безопасности продуктов питания [19]. Поэтому защита, обеспечение и достижение высокого уровня

продовольственной безопасности всех субъектов внутренней экономики становится важнейшим фактором безопасности государства и в значительной степени гарантией его безопасности [20]. Рыбное хозяйство вносит важный вклад в обеспечение национальной продовольственной безопасности страны [21]. Предложенная методика прогнозирования уровня дневной выручки позволит обоснованно принимать решения для определения плановых объемов выпуска и закупа продукции для реализации на краткосрочный перспективный период, что является актуальным в условиях быстроменяющегося рынка потребительской продукции.

### Литература

1. Selin V.M. Methodological aspects of analyzing and assessing the per capita consumption of fish and seafood in the Russian Federation [Электрон. ресурс] // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2015. № 6 (42). С. 139–152. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25410124\\_58888833.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25410124_58888833.pdf)
2. Богачев А.И. Обеспечение продовольственной безопасности на основе развития рыбного хозяйства [Электрон. ресурс] // Вестник НГИЭИ. 2018. № 5 (84): С. 110–121. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-prodovolstvennoy-bezopasnosti-na-osnove-razvitiya-rybnogo-hozyaystva>.
3. P'yasov B.G., Martynov V.V., Gerasimova I.B., Makarova E.A., Zakieva E.Sh. Quality of life: analyzing the impact of factors related to health, based on system and mathematical models [Электрон. ресурс] // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2017. Т. 10. № 3. С. 192–208. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29454393\\_10127389.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29454393_10127389.pdf).
4. Курилова А.А., Курилов К.Ю. Формирование системы стратегического управления затратами промышленного предприятия [Электрон. ресурс] // Вестник НГИЭИ; 2016. № 3 (58). С. 31–40. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25736611\\_55745370.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25736611_55745370.pdf)
5. Донник И.М., Воронин Б.А., Лоретц О.Г., Кот Е.М., Воронина Я.В. Российский АПК – от импорта сельскохозяйственной продукции к экспортно-ориентированному развитию [Электрон. ресурс] // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 12. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29220516\\_27198769.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29220516_27198769.pdf)

6. Алтухов А.И., Дрокин В.В., Журавлев А.С. Продовольственная безопасность и импортозамещение – основные стратегические задачи современной аграрной политики [Электрон. ресурс] // Экономика региона; 2015. № 3 (43). С. 256–266. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24160368\\_38123299.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24160368_38123299.pdf)
7. Белякова Е.А., Корнева Т.В. Применение методики прогнозирования с целью определения объёмов потребления основных продуктов питания в Оренбургской области [Электрон. ресурс] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 263–266. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23828435\\_37729165.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23828435_37729165.pdf)
8. Ибрагимова З.А. Использование экономико-организационных методов стратегического планирования на предприятиях АПК: аналитический обзор [Электрон. ресурс] // Вопросы структуризации экономики. 2010. № 4. С. 77–91. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23059647\\_34913918.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23059647_34913918.pdf).
9. Cherednichenko OI.Ga.A., Dovgot'ko N.Ya.A., Yashalova N.Ya.N. Sustainable development of the agri-food sector: Russia's priorities and directions to adapt agenda 2030 to russian conditions [Электрон. ресурс] // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2018. Т. 11. № 6. С. 89–108. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_36802948\\_59499947.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_36802948_59499947.pdf).
10. Юренева Т.Г., Баринаова О.И., Шихова О.А. Прогнозирование государственной поддержки производства молока в Вологодской области // Сборник трудов научно-практической конференции Аўыл хожалығы илимлери нәтийжелериниң өндиристиң раўажланьғына

тәсири нөкис. 12 декабря 2017 г. Ташкент: Ташкент мамлекетлик аграр университети, 2017. С. 291–294.

11. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И. Влияние изменения климата на здоровье человека В кн.: Защита населения и территорий Российской Федерации в условиях изменения климата. [Электрон. ресурс]. М.: МЧС России, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. С. 153–186. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_26429304\\_46350686.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_26429304_46350686.pdf).

12. Kormishkina L.A., Kormishkin Ye.D., Koroleva L.P., Koloskov D.A. Recycling In Modern Russia: Need, Challenges, and Prospects [Электрон. ресурс] // *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2018. Т. 11. № 5. С. 155–170. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_36548455\\_56801431.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_36548455_56801431.pdf).

13. Yureneva T.G., Barinova O.I., Golubeva S.G. Monitoring of the financial condition of agricultural organizations in the Vologda region of Russia [Электрон. ресурс] // *Towards Productive, Sustainable and Resilient Global Agriculture and Food Systems Conference proceedings*. 2018. С. 1500–1514. Режим доступа: [https://spu.fem.uniag.sk/mvd2018/isd2018\\_proceedings/isd\\_conference\\_proceedings.pdf](https://spu.fem.uniag.sk/mvd2018/isd2018_proceedings/isd_conference_proceedings.pdf).

14. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник [Электрон. ресурс]. М.: Финансы и статистика, 2001. С. 84–90. Режим доступа: [http://www.socd.univ.kiev.ua/sites/default/files/library/elopen/afanasev\\_v.n.\\_yuzbashev\\_m.m.\\_analiz\\_vremennyh\\_ryadov\\_i\\_prognozirovanie.\\_2001.pdf](http://www.socd.univ.kiev.ua/sites/default/files/library/elopen/afanasev_v.n._yuzbashev_m.m._analiz_vremennyh_ryadov_i_prognozirovanie._2001.pdf)

15. Трофимчук Т.С. Методика оценки сезонных колебаний при моделировании и прогнозировании добычи нефти [Электрон. ресурс] // *Проблемы экономики и управления*

нефтегазовым комплексом. 2014. № 7. С. 52–55. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_21704445\\_30555093.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_21704445_30555093.pdf).

16. Akashi F., Bai S., Taqqu M.S. Robust regression on stationary time series: a self-normalized resampling approach. // *Journal of Time Series Analysis*. 2018. Т. 39. № 3. С. 417–432.

17. Зоркальцев В.И., Полковская М.Н., Федурин Н.И. Моделирование сезонных колебаний цен на сельскохозяйственную продукцию [Электрон. ресурс] // *Актуальные вопросы аграрной науки*. 2018. № 28. С. 48–56. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35780453\\_42716958.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35780453_42716958.pdf).

18. Салиенко Е.К. Анализ и прогнозирование сезонности добычи угля и динамики ценовых показателей продукции угольной отрасли [Электрон. ресурс] // *Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО*. 2012. № 2. С. 164–169АА. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_17866721\\_90952432.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_17866721_90952432.pdf).

19. Vasiliev A.M. Fishery complex in the system of russia's food security. // *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2009. № 3 (7). С. 57–62. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23874747\\_73349587.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23874747_73349587.pdf).

20. Дерен В.И. Продовольственная безопасность как экономическая категория и фактор безопасности государства [Электрон. ресурс] // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2017. № 1. С. 23–27. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_28881660\\_50835854.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_28881660_50835854.pdf).

21. Селин В.М., Селина М.Н. Единый сельскохозяйственный налог в рыболовстве. Проблемы и суждения [Электрон. ресурс] // *Проблемы развития территории*. 2018. № 1 (93). С. 98–110. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_32383583\\_30369698.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_32383583_30369698.pdf)

## References

1. Selin V.M. Methodological aspects of analyzing and assessing the per capita consumption of fish and seafood in the Russian Federation [Internet]. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2015; 6 (42): 139–152. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25410124\\_58888833.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25410124_58888833.pdf)

2. Bogachev A.I. Ensuring food security through the development of fisheries [Internet]. *Vestnik NGIEI = Bulletin of the NII EI*. 2018; 5 (84): 110–121. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-prodovolstvennoy-bezopasnosti-na-osnove-razvitiya-rybnogo-hozyaystva>. (In Russ.)

3. Il'yasov B.G., Martynov V.V., Gerasimova I.B., Makarova E.A., Zakieva E.Sh. Quality of life: analyzing the impact of factors related to health, based on system and mathematical models [Internet]. *Economic and Social Changes:*

*Facts, Trends, Forecast*. 2017; 10; 3: 192–208. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29454393\\_10127389.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29454393_10127389.pdf).

4. Kurilova A.A., Kurilov K.YU. Formation of a strategic cost management system for an industrial enterprise [Internet]. *Vestnik NGIEI = Bulletin of the NII EI*. 2016; 3 (58): 31–40. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_25736611\\_55745370.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_25736611_55745370.pdf). (In Russ.)

5. Donnik I.M., Voronin B.A., Loretts O.G., Kot Ye.M., Voronina YA.V. Russian agribusiness - from imports of agricultural products to export-oriented development [Internet]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017; 3 (157): 12. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29220516\\_27198769.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29220516_27198769.pdf). (In Russ.)

6. Altukhov A.I., Drokin V.V., Zhuravlev A.S. Food security and import substitution are the main strategic tasks of modern agrarian policy [Internet].

Ekonomika regiona = Economy of the region. 2015; 3 (43): 256-266. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24160368\\_38123299.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24160368_38123299.pdf). (In Russ.)

7. Belyakova Ye.A., Korneva T.V. Application of forecasting techniques to determine the consumption of basic food products in the Orenburg region [Internet]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2015; 3 (53): 263-266. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23828435\\_37729165.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23828435_37729165.pdf). (In Russ.)

8. Ibragimova Z.A. The use of economic and organizational methods of strategic planning at agricultural enterprises: an analytical review [Internet]. *Voprosy strukturizatsii ekonomiki = Issues of structuring the economy*. 2010; 4: 77-91. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23059647\\_34913918.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23059647_34913918.pdf). (In Russ.)

9. Cherednichenko O.I., Dovgot'ko N.Ya.A., Yashalova N.Ya.N. Sustainable development of the agri-food sector: Russia's priorities and directions to adapt agenda 2030 to Russian conditions [Internet]. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2018; 11; 6: 89-108. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_36802948\\_59499947.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_36802948_59499947.pdf).

10. Yureneva T.G., Barinova O.I., Shikhova O.A. Forecasting state support for milk production in the Vologda Oblast. *Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii Аўыл хожалығы илимлери нәтийжелериниң өндиристиң раўажланығына тәсири нәкис. 12 декабры 2017 = Proceedings of the scientific and practical conference the effective effects of the manufacturing results December 12, 2017*. Tashkent: Tashkent state agrarian university; 2017: 291-294. (In Uzb.)

11. Akimov V.A., Durnev R.A., Sokolov YU.I. The effect of climate change on human health In the book: *Protection of the population and territories of the Russian Federation in the face of climate change*. [Internet]. Moscow: EMERCOM of Russia, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia. 2016. 153-186 p. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_26429304\\_46350686.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_26429304_46350686.pdf). (In Russ.)

12. Kormishkina L.A., Kormishkin Ye.D., Koroleva L.P., Koloskov D.A. Recycling In Modern Russia: Need, Challenges, and Prospects [Internet]. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2018; 11; 5: 155-170. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_36548455\\_56801431.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_36548455_56801431.pdf).

13. Yureneva T.G., Barinova O.I., Golubeva S.G. Monitoring of the financial condition of agricultural organizations in the Vologda region of Russia [Internet]. *Towards Productive, Sustainable and*

*Resilient Global Agriculture and Food Systems Conference proceedings*. 2018; 1500-1514 p. Available from: [https://spu.fem.uniag.sk/mvd2018/isd2018\\_proceedings/isd\\_conference\\_proceedings.pdf](https://spu.fem.uniag.sk/mvd2018/isd2018_proceedings/isd_conference_proceedings.pdf).

14. Afanas'yev V.N., YUzbashev M.M. *Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye: Uchebnik = Time Series Analysis and Forecasting: Textbook* [Internet]. Moscow: Finance and Statistics; 2001: 84-90. Available from: [http://www.socd.univ.kiev.ua/sites/default/files/library/elopen/afanasev\\_v.n.\\_yuzbashev\\_m.m.\\_analiz\\_vremennyh\\_ryadov\\_i\\_prognozirovanie.\\_2001.pdf](http://www.socd.univ.kiev.ua/sites/default/files/library/elopen/afanasev_v.n._yuzbashev_m.m._analiz_vremennyh_ryadov_i_prognozirovanie._2001.pdf). (In Russ.)

15. Trofimchuk T.S. Methodology for assessing seasonal fluctuations in modeling and forecasting oil production [Internet]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex*. 2014; 7: 52-55. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_21704445\\_30555093.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_21704445_30555093.pdf). (In Russ.)

16. Akashi F., Bai S., Taqu M.S. Robust regression on stationary time series: a self-normalized resampling approach. *Journal of Time Series Analysis = Journal of Time Series Analysis*. 2018; 39; 3: 417-432. (In Russ.)

17. Zorkal'tsev V.I., Polkovskaya M.N., Fedurina N.I. Modeling seasonal fluctuations in prices of agricultural products [Internet]. *Aktual'nyye voprosy agrarnoy nauki = Actual issues of agricultural science*. 2018; 28: 48-56. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35780453\\_42716958.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35780453_42716958.pdf). (In Russ.)

18. Saliyenko Ye.K. Analysis and forecasting of the seasonality of coal mining and price dynamics of coal industry products [Internet]. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO = Economics, statistics and computer science. Bulletin of UMO*. 2012; 2: 164-169AA. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_17866721\\_90952432.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_17866721_90952432.pdf). (In Russ.)

19. Vasiliev A.M. Fishery complex in the system of Russia's food security. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2009; 3 (7): 57-62. [Internet]. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23874747\\_73349587.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23874747_73349587.pdf).

20. Deren V.I. Food security as an economic category and a factor of state security [Internet]. *Intellect. Innovatsii. Investitsii = Intellect. Innovation Investments*. 2017; 1: 23-27. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_28881660\\_50835854.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_28881660_50835854.pdf). (In Russ.)

21. Selin V.M., Selina M.N. Single agricultural tax in fisheries. *Problems and Judgments* [Internet]. *Problemy razvitiya territorii = Problems of the development of the territory*. 2018; 1 (93): 98-110. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_32383583\\_30369698.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_32383583_30369698.pdf). (In Russ.)

**Сведения об авторах**

***Оксана Анатольевна Шихова***

*к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов*

*Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, Вологда, Россия*

*Эл. почта: oksana-shikhova@yandex.ru*

***Марина Николаевна Селина***

*к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов*

*Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, Вологда, Россия*

*Эл. почта: art-fish.smn@mail.ru*

***Владимир Михайлович Селин***

*Директор ООО «Арт-рыба»*

*Вологда, Россия*

*Эл. почта: art-fish.svm@mail.ru*

**Information about the authors**

***Oksana A. Shikhova***

*Cand. Of Sci (Economics), Associate Professor of the Accounting and Finance*

*Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia*

*E-mail: oksana-shikhova@yandex.ru*

***Marina N. Selina***

*Cand. Of Sci (Economics), Associate Professor of the Accounting and Finance*

*Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia*

*E-mail: art-fish.smn@mail.ru*

***Vladimir M. Selin***

*Director, ART-RYBA LLC*

*Vologda, Russia.*

*E-mail: art-fish.svm@mail.ru*

## Измерение экономического неравенства: проблемы, факты и оценка\*

**Цель исследования.** Дифференциация населения по уровню благосостояния является частью реальности современного общества и становится предметом острых дискуссий. Возникает потребность в комплексной оценке уровня экономического неравенства и бедности для дальнейшего обоснования механизма координации деятельности по решению проблем их сокращения. Совместное использование монетарных и немонетарных подходов позволяет достичь поставленной цели исследования — комплексной и объективной статистической оценки уровня экономического неравенства и бедности населения России.

**Материалы и методы.** Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики, а также материалы аналитических и научных докладов «Доклад о неравенстве в мире 2018», «Бедность и неравенство доходов населения в России и за рубежом», «Российское общество после президентских выборов — 2018: запрос на перемены» и др. В качестве статистического инструментария использованы монетарные индикаторы экономического неравенства: децильный коэффициент фондов и коэффициент Джини и немонетарный (субъективный) подход. Субъективный подход к оценке бедности проведен на основе данных выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств в 2018 г.

**Результаты.** Сравнительная характеристика экономического неравенства в мировом масштабе свидетельствует о существовании значительных межстрановых различий в показателях неравенства доходов: от более низкого уровня в странах Европы до высокого в странах Ближнего Востока. Россия относится к странам с сильным расслоением населения на богатых и бедных, где значение верхнего дециля составляет 46% национального дохода.

Анализ динамики монетарных индикаторов экономического неравенства в Российской Федерации показал их возрастающую тенденцию за период с 1995—2018 гг. и превышение установленных пороговых значений. По данным 2018 г. значение децильного коэффициента фондов составляет 15,5 — то есть именно во столько раз в среднем доходы богатого населения превышают доходы бедного. Значение индекса Джини 0,41 за тот же период указывает на то, что ожидаемая разница в доходах между двумя случайно выбранными доходными парами составит 82% от среднего дохода. Результаты немонетарного (субъективного) подхода оценки экономического неравенства и бедности показали: финансовое положение 34,4% домашних хозяйств неудовлетворительное (доходов едва хватает на еду, покупка одежды и оплата жилищно-коммунальных услуг затруднительны). Еще 53,9% домашних хозяйств отмечают недостаточность средств на покупку товаров длительного пользования.

**Заключение.** Сложившаяся ситуация с возрастающей диспропорцией в распределении доходов населения России свидетельствует об активном процессе расслоения общества. Результаты проведенного исследования показали избыточное неравенство в доходах населения Российской Федерации и концентрацию национального богатства в руках «верхней» части первого дециля. Субъективный подход к оценке бедности подтверждает социальное расслоение общества: более 88% россиян относят себя к бедному населению.

**Ключевые слова:** экономическое неравенство, бедность, дифференциация доходов, монетарные и немонетарные подходы измерения экономического неравенства, децильный коэффициент дифференциации, коэффициент Джини, субъективные подход, депривационный подход

Marina V. Bikeeva, Irina V. Moiseeva

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

## Measuring economic inequality: challenges, facts and assessment

**Purpose of research.** The differentiation of the population in terms of welfare is part of the reality of the modern society and becomes the subject of acute debate. There is a need for a comprehensive assessment of the level of economic inequality and poverty to further substantiate the mechanism of coordination of activities to address the problems of their reduction. The joint use of monetary and non-monetary approaches allows achieving the goal of the study — a comprehensive and objective statistical assessment of the level of economic inequality and poverty of the Russian population.

**Materials and methods.** The information base of the study was the data of the Federal State Statistics Service, as well as materials of analytical and scientific reports “Report on inequality in the world 2018”, “Poverty and income inequality in Russia and abroad”, “Russian society after the presidential elections — 2018: a request for change”, etc. Monetary indicators of economic inequality were

used as statistical tools: decile coefficient of funds and Gini coefficient and non-monetary (subjective) approach. The subjective approach to poverty assessment is based on the data of the sample survey of household budgets in 2018.

**Results.** A comparative analysis of economic inequality on a global scale shows that there are significant cross-country differences in income inequality, ranging from lower levels in Europe to high levels in the Middle East. Russia is one of the countries with a strong stratification of the population into rich and poor, where the value of the upper decile is 46% of the national income.

The analysis of the dynamics of monetary indicators of economic inequality in the Russian Federation showed their increasing trend over the period from 1995 to 2018 and exceeding the established thresholds. According to the data of 2018, the value of the decile ratio of funds is 15,5 — that is, it is so many times the average income of the rich population exceeds the income of the poor. Gini index

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 18-010-00756-ОГН «Развитие теории и методологии исследования феномена социально-экономического неравенства в контексте неоиндустриальной парадигмы»

value of 0,41 for the same period indicates that the expected income difference between the two randomly selected income pairs will be 82% of the average income.

**The results** of the non-monetary (subjective) approach to assessing economic inequality and poverty showed that the financial situation of 34,4% of households is unsatisfactory (incomes are barely enough for food, buying clothes and paying for housing and communal services are difficult). Even by 53,9% of households noted the lack of funds for the purchase of durable goods.

**Conclusion.** The current situation with the increasing disproportion in the distribution of income of the population of Russia testifies to

the active process of stratification of society. The results of the study showed excessive inequality in income of the population of the Russian Federation and the concentration of national wealth in the hands of the "upper" part of the first decile. The subjective approach to poverty assessment confirms the social stratification of society: more than 88% of Russians consider themselves to be poor.

**Keywords:** economic inequality, poverty, income differentiation, monetary and non-monetary approaches to measuring economic inequality, decile coefficient of differentiation, Gini coefficient, subjective approach, deprivation approach

## 1. Введение

Обсуждение вопросов экономического неравенства и бедности стремительно набирает популярность и периодически становится предметом исследований среди ученых, как в России, так и за рубежом. Существование совершенно разных подходов к сущности этих категорий подтверждают их дискуссионный характер.

Истоки экономического неравенства и бедности исследовались еще классиками политэкономии А. Смитом, Д. Рикардо, Т. Мальтусом, связывавшими их возникновение в индустриальном обществе с неспособностью индивида побеждать в борьбе за существование. Согласно подходу С. Кузнеца, усиление неравенства способствует экономическому росту, так как высокодоходные слои населения имеют возможность сохранять значительные сбережения, перетекающие в последствие в инвестиции и приводящие к положительному результату. При этом опытным путем доказать влияние неравенства на экономический рост очень трудно, всего лишь на 5% это соотношение подтверждается эмпирически [13].

Представители так называемого социального подхода утверждают обратное. Усиление экономического неравенства сдерживает экономический рост и ведет к развитию фундаментальных рисков в обществе (рост преступности, сокращение продолжительности жизни, снижение качества человеческого капитала и т.п.).

Так, по мнению нобелевского лауреата по экономике Д. Стиглица, экономическое неравенство есть причины и следствие провалов политической системы, ведущее к росту нестабильности экономической системы (26, С. 36–38). Историческая динамика распределения богатства, доходов и различные проявления экономического неравенства подробно рассмотрены в исследованиях Т. Пикетти [20].

Проблемы экономического неравенства и бедности активно исследуются и в работах российских ученых: Анасимовой Г.В., Военкова М.И. [1, 2], Горды А.С. [5], Жаромского В.С., Миграновой Л.А., Токсанбаевой М.С. [9], Кормишкина Е.Д., Горина В.А. [11], Костылевой Л.В. [12], Литвинова В.А. [15], Бузгалина А.В., Трауб-Мерца Р. [17], Перской В.В. [19], Римашевской Н.М. [21], Тетерятникова К.С. [27], Шевякова А.Ю., Кируты А.Я. [28] и др. По мнению большинства отечественных авторов, тренд усиления дифференциации не зависит от динамики экономических показателей (ВВП, роста промышленного производства и др.). При сопоставлении динамики основных экономических показателей и степени социального расслоения российского общества отсутствует четкая взаимосвязь. Характер распределения богатства между гражданами определяет экономическое неравенство и становится причиной его дальнейшего сохранения и нарастания во времени.

Среди практических исследований в области экономи-

ческого неравенства и бедности использованы материалы аналитических и научных докладов «Доклад о неравенстве в мире 2018» [8], «Бедность и неравенство доходов населения в России и за рубежом» [14], «Российское общество после президентских выборов – 2018: запрос на перемены» [22] и др., содержащие всестороннюю оценку показателей благосостояния населения на национальном и мировом масштабах.

Неравенство является многоаспектным явлением, и проявляется во всех сферах жизни общества, однако не существует единой методики измерения уровня экономического неравенства. В условиях обеспечения устойчивого развития возникает потребность в комплексной оценке уровня экономического неравенства и бедности с целью дальнейшего обоснования механизма координации деятельности по решению проблем их сокращения. Экономическое неравенство воспринимается как вызов современному обществу, поскольку рост неравенства приводит к социальной и политической нестабильности, углублению миграционных процессов, угрозе развитию человеческого потенциала.

## 2. Монетарная оценка экономического неравенства

Под экономическим неравенством понимается дифференциация получаемых доходов у различных групп населения. Исследование экономического неравенства заключается в установлении

масштабов расслоения населения по уровню доходов и выявления основных факторов, создающих предпосылки для такого расслоения.

Изучение экономического неравенства осуществляется с помощью вариационных рядов распределения доходов населения:

1) распределение домашних хозяйств по величине среднедушевого денежного дохода, сгруппированных по интервалам с фиксированными границами. Такое распределение осуществляется по разным типам домохозяйств (городским, сельским, по наличию детей, по составу домохозяйств и т.д.);

2) распределение общего объема денежных доходов населения по 20 и 10%-м группам, позволяющее рассчитать квинтильные и децильные показатели дифференциации, оценить концентрацию доходов;

3) распределение на группы, пропорциональные размеру прожиточного минимума, позволяющие оценить социальную структуру населения (бедные, малообеспеченные, средние, обеспеченные и богатые) и ее динамику [6, 10].

Результаты сравнительной характеристики экономического неравенства в мировом масштабе свидетельствуют о существовании значительных различий по странам: от более низкого уровня в странах Европы до высокого в странах Ближнего Востока (рис. 1).

Так, по данным 2016 года доля национального богатства, приходящаяся на 10% наиболее богатых людей, составляла 37% в странах Европы, 41% в Китае, 46% в России, 47% в США и Канаде и около 55% в Африке южнее Сахары, Бразилии и Индии. Страны Ближнего Востока имеют самый высокий уровень экономического неравенства, где значение верхнего дециля составляет 61% национального дохода [4, 8].

Для монетарной оценки экономического неравенства чаще

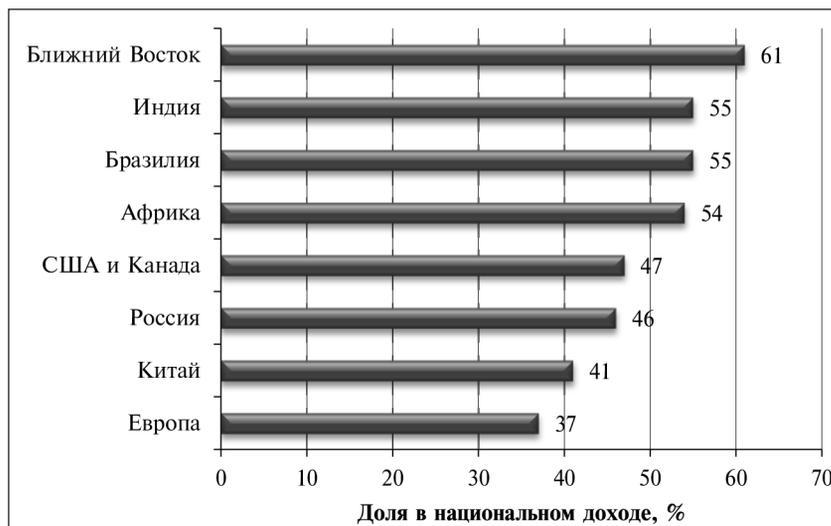


Рис. 1 Сравнительная характеристика доли 10% самого богатого населения в 2016 году

Таблица 1

Перечень статистических показателей оценки экономического неравенства

Показатель	Характеристика
Децильный коэффициент фондов	характеризует соотношение между средними доходами населения десятой и первой децильных групп
Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов)	характеризует неравенство в распределении доходов населения между его отдельными группами

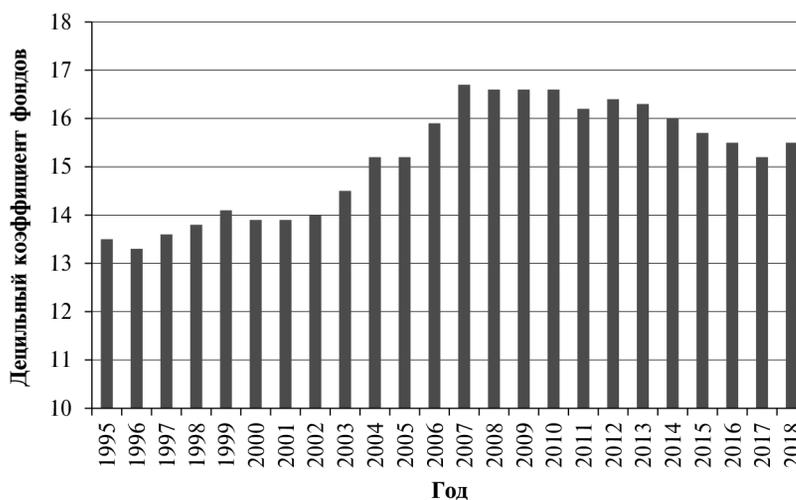


Рис. 2 Динамика значений децильного коэффициента фондов в России за 1995–2018 гг.

всего используются статистические показатели (табл. 1).

За анализируемый период (1995–2018 гг.) наблюдается возрастающая тенденция децильного коэффициента фондов, устанавливающего разницу в доходах между 10% самых состоятельных и самых неимущих граждан страны. По данным 2018 г. значение данного

показателя составляет 15,5 — то есть именно во столько раз в среднем доходы богатого населения превышают доходы бедного (рис. 2). Для сравнения в развитых странах разрыв в доходах между богатыми и бедными значительно меньше, в частности, в Италии — 11,7; в Великобритании — 10,5; во Франции — 7,4; в Германии —

6,4; в Норвегии – 6,1; в Швеции – 5,8; в Японии – 4,9. [14, С. 33].

Индекс Джини показывает, насколько отдалено данное распределение от линии абсолютного равенства распределения доходов. Так, чем выше неравенство в распределении доходов, тем ближе коэффициент Джини приближается к единице (абсолютное неравенство). И чем равномернее распределены доходы, тем меньше данный коэффициент. При абсолютном равенстве он достигает нуля [2]. Коэффициент Джини может быть представлен как среднее отклонение каждой доходной единицы в выборке от всех остальных доходных единиц, выраженное в отношении к среднему доходу. Экономическая интерпретация данного индикатора означает, что коэффициент Джини равный, например, 0,41 (реальное значение индекса Джини в России в 2018 г.) указывает на то, что ожидаемая разница в доходах между двумя случайно выбранными доходными парами составит 82% от среднего дохода. Превышение его порогового значения свидетельствует об избыточном неравенстве в доходах населения Российской Федерации, приводящее к концентрации богатства и нищеты (рис. 3).

Сложившаяся ситуация с возрастающей диспропорцией в распределении доходов населения России свидетельствует о протекающем в настоящее время активном процессе расслоения общества: резкого увеличения разрыва между богатыми и бедными, возрастающей концентрации национального богатства в руках «верхней» части первого дециля – 10% наиболее богатого населения.

Сложность такого явления, как экономическое неравенство, порождает существование и других индикаторов его измерения, включающих:

- 1) энтропийный индекс Тейла;
- 2) семейство мер неравенства Аткинсона;
- 3) индикатор Робин Гуда.

Основные характеристики вышеупомянутых групп показателей подробно освещены в статье Войновой В.И. и Ниворожкиной Л.И. [3].

Таким образом, представленная количественная оценка экономического неравенства не может быть единственной. По мнению авторов для комплексного и объективного изучения экономического неравенства необходимо использование и немонетарных подходов, включая субъективные и депривационные оценки.

### 3. Немонетарные методы оценки экономического неравенства и бедности

Использование немонетарных методов оценки экономического неравенства и бедности объясняется тем, что полученный доход лишь частично отражает изменение (приращение) благосостояния того или иного лица, которое на самом деле включает в себя как материальные, так и нематериальные активы:

1) движимое и недвижимое имущество (земля, дом, квартира, гараж, бытовая техника, мебель, произведения искусства, драгоценности и другие потребительские блага);

2) финансовые активы – заработная плата, премии, бонусы, акции, облигации, банковские депозиты, наличные деньги, патенты, корпоративные опционы и т.п.;

3) льготы – права на бесплатные проезд в общественном транспорте, лечение и лекарства, питание, связь, обучение и т.д.

4) человеческий капитал – полученный от природы (например, талант, память, крепкое здоровье, физическая сила и т.п.) и приобретенный (воспитание, образование, профессиональный опыт, родственные и деловые связи, должностное положение, репутация и имидж, общественное признание и т.п.).

Субъективный подход – основан на мнении самого индивида об уровне его бедности [24]. Использование данного подхода позволяет конкретизировать более значимые аспекты бедности, поскольку бедность проявляется не только в недостатке средств к существованию, но и в неудовлетворительном состоянии здоровья и питания, низком уровне образования, неудовлетворительных жилищных условиях, социальной изоляции и т.п. Результаты субъективной оценки бедности, полученной

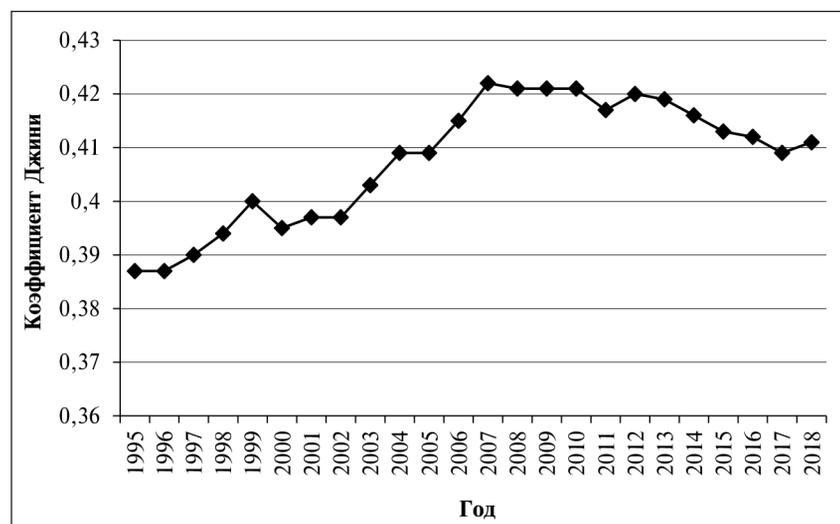


Рис. 3 Динамика значений коэффициента Джини в России за 1995–2018 гг.

Таблица 2

**Распределение малоимущих домашних хозяйств в зависимости от оценки своего финансового положения в 2018 г.**  
(в процентах ко всем домашним хозяйствам)

Все домохозяйства	100
из них, оценившие свое финансовое положение следующим образом: не хватает денег даже на еду	4,0
денег хватает на еду, но покупать одежду и оплачивать жилищно-коммунальные услуги затруднительно	30,4
денег хватает на еду и одежду, но не можем позволить себе покупку товаров длительного пользования	53,9
денег хватает на еду, одежду и товары длительного пользования, но не можем позволить себе покупку автомобиля, квартиры, дачи	10,2
средств достаточно, чтобы купить все, что считаем нужным	1,0
затруднились ответить	0,4

по результатам обследования бюджетов домашних хозяйств (ОБДХ) 2018 года, также свидетельствуют об обострении вопросов имущественного и социального расслоения населения современной России (табл. 2) [16, 25].

Финансовое положение 34,4 % домашних хозяйств неудовлетворительное и доходов едва хватает на еду. При этом покупка одежды и оплата жилищно-коммунальных услуг уже затруднительны. Еще 53,9% респондентов ответили, что они в состоянии приобрести еду и одежду, но не могут позволить себе покупку товаров длительного пользования. Если принять, что оценка финансового положения как недостаточного для покупки товаров длительного пользования является признаком бедности, то в 2018 году бедными являлись более 88% населения России.

В рамках депривационного подхода бедных выделяют на основе набора испытываемых ими лишений, свидетельствующего о невозможности для них поддерживать приемлемого в данном обществе образа жизни. В научный оборот понятие депривации (бедности по лишениям) ввел английский социолог П. Таунсенд, определивший экспертным путем потребности населения в благах и услугах, которые должны удовлетворяться. Отсутствие же доступности к ним

принимается как лишение. В качестве бедных рассматриваются лица, которые не могут позволить по причинам нехватки средств:

- оплатить аренду или коммунальные счета (есть задолженность по платежам);
- отапливать свое жилье на достаточном уровне;
- оплачивать непредвиденные расходы;
- потреблять мясо, рыбу или эквивалентную вегетарианскую пищу через день;
- недельный отдых вне дома;
- автомобиль;
- стиральную машину;
- цветной телевизор;
- телефон.

Первые пять видов материальных лишений соответствуют лишениям в связи с экономическими трудностями, в то время как оставшиеся матери-

Таблица 3

**Описание целей и результатов работы Росстата по разработке индексов немонетарной бедности**

Этап	Характеристика этапа	Результаты
<b>Первый этап (2015 г.)</b>	Определение совокупности индикаторов для использования в оценке лишений (деприваций) и подготовка к их апробации на данных массовых опросов домашних хозяйств.	Определен список лишений (деприваций), включающий 39 позиций (также индикаторы, прошедшие тестовые испытания с высокой степенью надежности – 11 переменных, и индикаторы, требующие уточняющего испытания на данных массового опроса – 28 переменных).
<b>Второй этап (2016 г.)</b>	Получение эмпирических данных по установленному списку лишений (деприваций) в ходе проведения: 1) комплексного наблюдения условий жизни населения; 2) выборочное наблюдение доходов населения и участия в социальных программах.	В комплексном наблюдении условий жизни населения в 2016 г. было охвачено 60 тыс. домашних хозяйств. Выборочное наблюдение доходов населения и их участие в социальных программах осуществлялось в 2016 г. – охват 60 тыс. домашних хозяйств, и в 2017 г. – охват 160 тыс. домашних хозяйств).
<b>Третий этап (2017 г.)</b>	Апробация алгоритмов расчета индексов немонетарной бедности: – <i>индекса многомерной бедности</i> ; – <i>индекса депривации</i> ; – <i>индекса социальной исключенности</i> .	Обоснование немонетарной линии бедности с помощью методов дисперсионного анализа и логистического регрессионного анализа. Анализ, направленный на выявление устойчивости взаимосвязи: – между величинами каждого из индексов немонетарной бедности, рассчитанных по итогам каждого обследования; – между величинами каждого из индексов немонетарной бедности и индексами абсолютной и относительной бедности по итогам каждого обследования по всей совокупности и в разрезе основных социально-экономических категорий домохозяйств (населения). Анализ информации в зависимости от состава индикаторов, используемых в расчетах индекса многомерной бедности на глобальном уровне и индекса социальной исключенности, и разработка на этой основе условий по их оптимизации для более полного отражения национальной специфики.

альные лишения связаны с невозможностью из-за недостатка средств иметь необходимые товары длительного пользования [7, С. 47–48]. Помимо отмеченных видов материальных лишений Евростатом дополнительно проводится анализ распространенности других видов материальных лишений, в том числе таких лишений, как «невозможность иметь компьютер» и «невозможность замены старой мебели на новую».

В настоящее время Росстатом проводятся экспериментальные расчеты индексов немонетарной бедности, официальная публикация которых планируется на 2020 г. Поэтапный перечень подготовительных работ по разработке индексов немонетарной бедности приведен в табл. 3 [18, 23].

В рамках указанного эксперимента выполнен анализ возможности расчета аналогич-

ных индексов и показателей для Российской Федерации на основе данных Комплексного наблюдения условий жизни населения (КОУЖ) и Выборочного наблюдения доходов населения и участия в социальных программах (ВНДН) (использованы данные 2014–2017 гг.). Предложены модифицированные варианты перечисленных индексов и подходов в приложении к российской действительности и имеющимся в распоряжении данным.

### Заключение

Таким образом, сложность такого явления, как экономическое неравенство, порождает существование различных индикаторов его измерения, включающих как монетарный, так и немонетарный подходы. В результате исследования определено, что Россия

относится к странам со значительным разрывом между богатым и бедным населением и высокой концентрацией национального богатства в руках «верхней» части первого дециля. Возрастающая тенденция основных монетарных индикаторов экономического неравенства за анализируемый период и превышение их пороговых значений указывают на активный процесс расслоения российского общества, что находит подтверждение и в результатах немонетарного (субъективного) подхода.

Совместное использование указанных подходов позволяет комплексно и объективно оценить уровень и причины экономического неравенства и, как следствие, более грамотно и взвешенно определять направления государственной политики по решению данной проблемы.

### Литература

1. Анисимова Г.В., Воейков М.И. Политическая экономия равенства и неравенства. М.: ИЭ РАН, 2016. 47 с.
2. Воейков М.И., Анисимова Г.В. Экономическое неравенство и экономический рост: проблемы измерения и регулирования // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2015. № 3(80). С. 89–101.
3. Войнова В.И., Ниворожкина Л.И. Концептуальные основы измерения экономического неравенства: сходства и различия основных мер неравенства. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Оценка социально-экономического развития: опыт и перспективы» (г. Донецк, 04–05 апреля 2019 г.). Донецк: Издательство Донецкого национального ун-та, 2019. С. 17–20.
4. Глазырина И.П., Забелина И.А., Клевакина Е.А. Уровень экономического развития и распределение экологической нагрузки между регионами РФ // Журнал новой экономической ассоциации. 2010. № 7 (7). С. 70–88.
5. Горда А.С. Методические подходы к оценке экономического неравенства стран мира // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2019. №1 (46). С. 132–140.
6. Глинский В.В., Ионин В.Г. (ред.), Серга Л.К. Статистика: учебник. 4-е изд. М.: ИНФРА-М, 2017. 355 с.

7. Гришина Е.Е. Депривационный подход к оценке бедности семей с детьми в России и странах Европы // Финансовый журнал. 2017. № 4. С. 47–55.

8. Alvaredo F., Chancel L., Piketty T., Saez Em., Zucman G Доклад о неравенстве в мире 2018. Основные положения. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/44949125/>

9. Жаромский В.С., Мигранова Л.А., Токсанбаева М.С. Социально-экономическое неравенство в России: динамика и методы оценки // Народонаселение. 2018. Т. 21. № 4. С. 79–95.

10. Кудуэль А., Хендшель Й.С., Уодон К.Т. Измерение и анализ бедности [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205337114531/11026\\_data\\_ru.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205337114531/11026_data_ru.pdf).

11. Кормишкин Е.Д., Горин В.А. Воздействие неравенства на экономический рост: теоретические и эмпирические подходы // Инновационное развитие экономики. 2018. № 5 (47). С. 46–51.

12. Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование: монография. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2011. 223 с.

13. Kuznets S. Economic growth and Income inequality // The American Economic Review. 1955. Vol. XLV. No. 1. P. 26

14. Лившиц В.Н. Бедность и неравенство доходов населения в России и за рубежом: На-

учный доклад. М.: Институт экономики РАН, 2017. 52 с.

15. Литвинов В.А. Уровень и модель кривой распределения доходов // Россия: тенденции и перспективы развития. 2016. С. 440–443.

16. Неравенство в потреблении домашних хозяйств: Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/20510.pdf>.

17. Неравенство доходов и экономический рост: стратегии выхода из кризиса / Под ред. А. Бузгалина, Р. Трауб-Мерца, М. Воейкова. М.: Культурная революция, 2014. 406 с.

18. О совершенствовании методологических положений по расчетам индексов немонетарной бедности по итогам выборочных наблюдений по социально-демографическим проблемам [Электрон. ресурс]. Доклад на заседание Научно-методологического совета Федеральной службы государственной статистики. Режим доступа: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/rosstat/NMS/doc-frol.pdf](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/NMS/doc-frol.pdf).

19. Перская В.В. Всемирный экономический форум в Давосе: бедность и неравенство распределения доходов – порочные явления современного мирового развития // Экономика. Налоги. Право. 2019. Т.12. № 2. С. 49–58.

20. Пикетти Т. Капитал в XXI веке. М.: Ад Маргинем Пресс, 2015. 592 с.

21. Римашевская Н.М., Мигранова Л.А. Со-

циально-экономическое неравенство в России // Народонаселение. 2016. №3(73). С. 17–33.

22. Горшков М.К., Аникин В.А., Дробижина Л.М. и др. Российское общество после президентских выборов – 2018: запрос на перемены. М.: Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской Академии наук. 2018. 55 с.

23. Росстат измерит «многомерную бедность» [Электрон. ресурс]. РБК. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/24/04/2019/5cbf433d9a7947e02d081862>.

24. Слободенюк Е.Д. Особенности и структура социальной группы бедных в современной России // Terra Economicus. 2014. Т. 12. № 4. С. 114–129.

25. Статистический бюллетень «Социально-экономические индикаторы бедности в 2013–2018 годах» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://www.gks.ru/bgd/regl/b19\\_110/Main.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/b19_110/Main.htm)

26. Стиглиц Д. Цена неравенства. Чем расслоение общества грозит нашему будущему. Пер. с англ. Э. Рождественской. М.: Эксмо, 2015. 508 с.

27. Тетерятников К.С. Экономическое и финансовое неравенство: предпосылки, причины и последствия // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2017. Т.12. №4. С. 114–129.

28. Шевяков А.Ю., Кирута А.Я. Неравенство, экономический рост и демография: неисследованные взаимосвязи. М.: М-Студио, 2009. 192 с.

## References

1. Anisimova G.V., Voyeykov M.I. Politicheskaya ekonomiya ravenstva i neravenstva = Political economy of equality and inequality. Moscow: IE RAS; 2016. 47 p. (In Russ.)

2. Voyeykov M.I., Anisimova G.V. Economic inequality and economic growth: problems of measurement and regulation. Vestnik Rossiyskogo gumanitarnogo nauchnogo fonda = Bulletin of the Russian Humanitarian Scientific Fund. 2015; 3(80): 89-101. (In Russ.)

3. Voynova V.I., Nivorozhkina L.I. Conceptual framework for measuring economic inequality: similarities and differences between the main measures of inequality. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Otsenka sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: opyt i perspektivy» = Materials of the III International Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists «Assessment of socio-economic development: experience and prospects» (Donetsk, April 04-05, 2019). Donetsk: Publishing House of the Donetsk National University; 2019: 17-20. (In Russ.)

4. Glazyrina I.P., Zabelina I.A., Klevakina Ye.A. The level of economic development and the distribution of environmental burden between the

regions of the Russian Federation. Zhurnal novoy ekonomicheskoy assotsiatsii = Journal of the New Economic Association. 2010; 7 (7): 70-88. (In Russ.)

5. Gorda A.S. Methodological approaches to assessing the economic inequality of the countries of the world. Nauchnyy vestnik: finansy, banki, investitsii = Scientific Herald: finance, banks, investments. 2019; 1(46): 132-140. (In Russ.)

6. Glinskiy V.V., Ionin V.G. (red.), Serga L.K. Statistika: uchebnik. 4-ye izd = Ed. Serga L.K. Statistics: textbook. 4th ed. Moscow: INFRA-M; 2017. 355 p. (In Russ.)

7. Grishina Ye.Ye. The deprivation approach to assessing the poverty of families with children in Russia and European countries. Finansovyy zhurnal = Financial Journal. 2017; 4: 47-55. (In Russ.)

8. Alvaredo F., Chancel L., Piketty T., Saez Em., Zucman G. Doklad o neravenstve v mire 2018. Osnovnyye polozheniya = Global Inequality Report 2018. Key Points. [Internet]. Available from: <https://docviewer.yandex.ru/view/44949125/>. (In Russ.)

9. Zharomskiy V.S., Migranov L.A., Toksanbayeva M.S. Socio-economic inequality in Russia: dynamics and assessment methods. Narodonaseleniye = Population. 2018; 21; 4: 79-95. (In Russ.)

10. Kuduel' A., Khendshel' Y.S., Uodon K.T. Izmereniye i analiz bednosti = Measurement and

- analysis of poverty [Internet]. Available from: [https://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205337114531/11026\\_data\\_ru.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205337114531/11026_data_ru.pdf). (In Russ.)
11. Kormishkin Ye.D., Gorin V.A. The impact of inequality on economic growth: theoretical and empirical approaches. *Innovatsionnoye razvitiye ekonomiki = Innovative development of the economy*. 2018; 5 (47): 46-51. (In Russ.)
  12. Kostyleva L.V. Neravenstvo naseleniya Rossii: tendentsii, faktory, regulirovaniye: monografiya = Inequality of the population of Russia: trends, factors, regulation: monograph. Vologda: ISED T RAS; 2011. 223 p. (In Russ.)
  13. Kuznets S. Economic growth and Income inequality. *The American Economic Review*. 1955. XLV. 1: 26
  14. Livshits V.N. Bednost' i neravenstvo dokhodov naseleniya v Rossii i za rubezhom: Nauchnyy doklad = Poverty and Income Inequality in Russia and Abroad: A Scientific Report. Moscow: Institute of Economics, RAS; 2017. 52 p. (In Russ.)
  15. Litvinov V.A. The level and model of the income distribution curve. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya = Russia: trends and development prospects*. 2016: 440-443. (In Russ.)
  16. Neravenstvo v potreblenii domashnikh khozyaystv: Byulleten' o tekushchikh tendentsiyakh rossiyskoy ekonomiki = Inequality in household consumption: Bulletin on current trends in the Russian economy. [Internet]. Available from: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/20510.pdf>. (In Russ.)
  17. Neravenstvo dokhodov i ekonomicheskiy rost: strategii vykhoda iz krizisa = Income inequality and economic growth: strategies for overcoming the crisis Ed. A. Buzgalina, R. Traub-Merts, M. Voyeykova. Moscow: Cultural Revolution; 2014. 406 p. (In Russ.)
  18. On improving methodological provisions for calculating non-monetary poverty indices based on the results of sample observations on socio-demographic problems [Internet]. Doklad na zasedaniye Nauchno-metodologicheskogo soveta Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki = Report to the meeting of the Scientific and Methodological Council of the Federal State Statistics Service. Available from: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/rosstat/NMS/doc-frol.pdf](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/NMS/doc-frol.pdf). (In Russ.)
  19. Perskaya V.V. World Economic Forum in Davos: Poverty and Income Distribution Inequality - Vicious Phenomena of Modern World Development. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics. Taxes. Right*. 2019; 12; 2: 49-58. (In Russ.)
  20. Piketti T. Kapital v XXI veke = Capital in the XXI century. Moscow: Ad Marginem Press; 2015. 592 p. (In Russ.)
  21. Rimashevskaya N.M., Migranova L.A. Socio-economic inequality in Russia. *Narodonaseleniye = Population*. 2016; 3(73): 17-33. (In Russ.)
  22. Gorshkov M.K., Anikin V.A., Drobizheva L.M. Rossiyskoye obshchestvo posle prezidentskikh vyborov – 2018: zapros na peremeny = Russian society after the presidential election - 2018: request for change. Moscow: Federal Research Sociological Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. 55 p. (In Russ.)
  23. Rosstat izmerit «mnogomernuyu bednost'» = Rosstat will measure “multidimensional poverty” [Internet]. RBC. Available from: <https://www.rbc.ru/economics/24/04/2019/5cbf433d9a7947e02d081862>. (In Russ.)
  24. Slobodenyuk Ye.D. Features and structure of the social group of the poor in modern Russia. *Terra Economicus = Terra Economicus*. 2014; 12; 4: 114-129. (In Russ.)
  25. Statisticheskiy byulleten' «Sotsial'no-ekonomicheskiye indikatory bednosti v 2013 – 2018 godakh» = Statistical Bulletin “Socio-economic indicators of poverty in 2013 - 2018” [Internet]. Available from: [https://www.gks.ru/bgd/regl/b19\\_110/Main.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/b19_110/Main.htm). (In Russ.)
  26. Stiglits D. Tsenaneravenstva. Chem rassloyeniye obshchestva grozit nashemu budushchemu. Per. s angl. E. Rozhdestvenskoy = Price inequality. What stratification of society threatens our future. Tr. from Eng. E. Rozhdestvenskaya. Moscow: Eksmo; 2015. 508 p. (In Russ.)
  27. Teteryatnikov K.S. Economic and financial inequality: prerequisites, causes and consequences. *Menedzhment i biznes-administrirovaniye = Management and business administration*. 2017; 12; 4: 114-129. (In Russ.)
  28. Shevyakov A.YU., Kiruta A.YA. Neravenstvo, ekonomicheskiy rost i demografiya: neissledovannyye vzaimosvyazi = Inequality, economic growth and demography: unexplored relationships. Moscow: M-Studio; 2009. 192 p. (In Russ.)

**Сведения об авторах**

**Марина Викторовна Бикеева**

к.э.н., доцент кафедры статистики,  
эконометрики и информационных технологий  
в управлении

Национальный исследовательский Мордовский  
государственный университет им. Н.П. Огарёва,  
Саранск, Россия

Эл. почта: mbikeeva@yandex.ru

Тел.: +7(927)2749678

**Ирина Владимировна Моисеева**

старший преподаватель кафедры теоретической  
экономики и экономической безопасности

Национальный Мордовский государственный  
университет, Саранск, Россия

E-mail: moira-22@mail.ru

Тел.: +7(917)9939275

**Information about the authors**

**Marina V. Bikeeva**

Cand. Sci. (Economics), Assistant professor of  
the Department of Statistics, Econometrics and  
Information Technologies in Management

National Research Mordovia State University,  
Saransk, Russia

E-mail: mbikeeva@yandex.ru

Tel.: +7(927)2749678

**Irina V. Moiseeva**

Senior lecturer of the Department of theoretical  
Economics and economic security

National Research Mordovia State University,  
Saransk, Russia

E-mail: moira-22@mail.ru

Tel.: +7(917)9939275

## Статистическая оценка влияния изменения климата на социально-демографические процессы (на примере Ярославской области)

*Целью* данного исследования является анализ современных глобальных и региональных изменений климата, а также статистическая оценка факторов, которые вызывают изменения климата, с одной стороны, и оценка влияния климатических параметров на экономику, сельское хозяйство и демографические процессы на примере Ярославской области, с другой стороны. Исследование проведено на примере Ярославской области и охватывает период с 1922 года по настоящее время. Прежде всего, в статье проведен анализ нормативно-правовых документов по экологии и изменению климата. Отмечено недостаточное внимание федеральных и местных органов власти к решению вышеперечисленных проблем, нехватка региональных стратегий по предотвращению изменения климата и уменьшению его негативных последствий, что приводит к усилению социально-экономических рисков. С целью выявления факторов, вызывающих изменение климата был проведен корреляционно-регрессионный анализ. Построены регрессионные модели зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от среднегодовой температуры воздуха и среднегодовой суммы выпавших осадков. Статистическую базу исследования составили данные Федеральной службы государственной статистики и территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области, а также данные GISMETEO. Обработка результатов исследования осуществлялась в программах Microsoft Excel и SPSS.

В ходе исследования, было установлено, что на территории Ярославской области наблюдается рост среднегодовой и среднемесячной температуры воздуха, а также незначительное увеличение осадков, которое в основном происходит за счет роста количества осадков весной и в начале лета.

В статье выявлены и статистически обоснованы антропогенные факторы, которые вызывают изменение климата, а именно сжигание ископаемых видов топлива, рост промышленного про-

изводства, увеличение количества автотранспортных средств, а также изменение системы землепользования, вырубка леса.

*В результате* проведенного исследования установлено, что изменение климатических параметров оказывает воздействие на экономику, сельское хозяйство и демографические процессы, а именно:

- изменение климатических условий оказывает на сельскохозяйственное производство позитивное влияние. Как свидетельствуют проведенные исследования, рост средней температуры воздуха является положительным фактором для аграрного сектора Ярославской области, так как урожайность сельскохозяйственных культур с ростом температуры воздуха будет повышаться. Эти тенденции необходимо учитывать при выборе определенных сортов сельскохозяйственных культур и подборе удобрений. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям. От этих решений будет зависеть эффективность и производительность сельского хозяйства, а также продовольственная безопасность региона;
- установлено, что гидрометеорологические факторы оказывают незначительное влияние на темпы роста валового регионального продукта и производство продуктов питания;
- проведенное статистическое исследование показало, что в Ярославской области последствия изменения климата на демографические процессы и здоровье людей в настоящее время незначительны.

Полученные **выводы** могут быть использованы при разработке механизмов адаптации к изменению климата и могут послужить базой для дальнейших исследований в области изучения влияния изменения климата на социально-экономические и демографические процессы на территории Ярославской области.

**Ключевые слова:** изменение климата, глобальное потепление, экономика, демографические процессы, статистические методы

Vera V. Zholudeva

Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

## Statistical assessment of the impact of climate change on social and demographic processes (on the example of the Yaroslavl region)

*The purpose of this study is to analyze current global and regional climate changes, as well as a statistical assessment of the factors that cause climate change, on the one hand, and an assessment of the impact of climate parameters on the economy, agriculture and demographic processes using the example of the Yaroslavl region, on the other hand. The study was conducted on the example of the Yaroslavl region and covers the period from 1922 to the present. First of all, the article analyzes the regulatory documents on ecology and climate change. The insufficient attention of federal and local authorities to solving the above problems, the lack of regional strategies to prevent climate change and reduce its negative consequences, which leads to the increased socio-economic risks, is noted. In order to identify factors causing climate change, a correlation and regression analysis was performed. Regression models of the dependence of crop yields on the*

*average annual air temperature and the average annual precipitation were constructed. The statistical base of the study was compiled by the data of the Federal State Statistics Service and the territorial body of the Federal State Statistics Service for the Yaroslavl Region, as well as GISMETEO data. Processing of the research results was carried out in Microsoft Excel and SPSS.*

*During the study, it was found that in the Yaroslavl region there is an increase in average annual and average monthly air temperatures, as well as a slight increase in precipitation, which mainly occurs due to an increase in rainfall in spring and early summer.*

*The anthropogenic factors that cause climate change, namely the burning of fossil fuels, an increase in industrial production, an increase in the number of vehicles, as well as a change in land use and deforestation, are identified and statistically substantiated.*

*As a result of the study, it was found that changes in climatic parameters have an impact on the economy, agriculture and demographic processes, namely:*

*– climate change has a positive effect on agricultural production. According to studies, an increase in average air temperature is a positive factor for the agricultural sector of the Yaroslavl region, as crop yields will increase with increasing air temperature. These trends need to be considered when choosing certain varieties of crops and selecting fertilizers. Increasing the level of management and the transition to more modern technologies will have a greater effect. The efficiency and productivity of agriculture, as well as the food security of the region, will depend on these decisions;*

*– it was found that hydro meteorological factors have a negligible effect on the growth rate of gross regional product and food production; – a statistical study showed that in the Yaroslavl region the effects of climate change on demographic processes and human health are currently insignificant.*

*The findings can be used to develop mechanisms for adaptation to climate change and can serve as a basis for further research in the field of studying the impact of climate change on socio-economic and demographic processes in the Yaroslavl region.*

**Keywords:** *climate change, global warming, economy, demographic processes, statistical methods*

## Введение

В настоящее время вопросу глобального потепления климата уделяется все больше и больше внимания. Постоянно появляются новые теории и факты, опровергаются или подтверждаются старые. Самой популярной на сегодняшний день является гипотеза о том, что виной изменения климата является человек. Связано это с тем, что в результате деятельности человека изменяется химический состав атмосферы нашей планеты в сторону увеличения в ней содержания парниковых газов.

Прежде всего, определим основные понятия темы исследования. Изменение климата – это колебания климата Земли в целом или отдельных ее регионов с течением времени, выражающееся в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий до миллионов лет. Под глобальным потеплением понимают процесс увеличения температуры окружающей среды, океанических вод, вызванные активностью солнца, ростом объемов эмиссии вредных газов в атмосфере и другими факторами [1].

Исследования по оценке воздействия изменения климата на регионы и здоровье людей проведены в работах российских ученых Т.М. Дерстугановой, Р.В. Кнауб, А.В. Игнатъевой, Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников и других [2, 3, 4]. Больше всего проведено исследований

влияния изменения климата на развитие сельского хозяйства, в которых в основном изучалась урожайность различных сельскохозяйственных культур на региональном уровне, и для оценки которых построены различные математические и статистические модели. Среди авторов таких исследований можно отметить Адамса, М. Аллена, К. Андерсона, Мендельсона, Дж. Митчелла и других. В России влияние изменения климата на экономику, сельское хозяйство и человека исследовалось в трудах С.О. Сиптица, С.Б. Огневцева, Е.В. Абашиной, В.Н. Павловой и др. [5, 6].

Кроме отдельных ученых изменение климата исследуют многие международные институты и организации, среди которых следует отметить Межправительственную группу экспертов по изменению климата ООН (МГЭИК) [7]. Согласно подсчетам экспертов этой организации за период с 1880 по 2012 гг. температура увеличилась на  $0,85 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , и к концу XXI века может составить  $2,6 - 4,8^\circ\text{C}$ . Кроме того, МГЭИК утверждает, что «основная доля увеличения глобальной температуры с середины 20-го столетия наиболее вероятно определяется концентрацией антропогенных парниковых газов».

Формальным следствием таких выводов МГЭИК явилось создание Киотского протокола [8]. Киотский протокол – дополнительный документ к Рамочной конвенции ООН об изменении климата

(1992), который был подписан в Японии в 1997 г. 159 государствами. Россия подписала Киотский протокол в 1999 г., но не ратифицировала. И только в 2004 г. Госдума РФ одобрила проект ФЗ «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН» и в 2005 г. он вступил в силу.

Основным документом государственной политики РФ по вопросам, связанным с возможным глобальным и региональным изменением климата и его последствиями, является «Климатическая доктрина Российской Федерации», утвержденная распоряжением Президента Российской Федерации от 17.12.2009 № 861-рп [9]. В данном документе сказано, что хозяйственная деятельность человека, связанная, прежде всего с выбросами парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива, оказывает заметное влияние на климат.

Целью данного исследования является анализ современных глобальных и региональных изменений климата, а также статистическая оценка факторов, которые вызывают изменения климата, с одной стороны, и оценка влияния климатических параметров на экономику, сельское хозяйство и демографические процессы на примере Ярославской области, с другой стороны. Статистическую базу исследования составили данные Федеральной службы государственной статистики и территориального органа Федеральной службы государственной статистики по

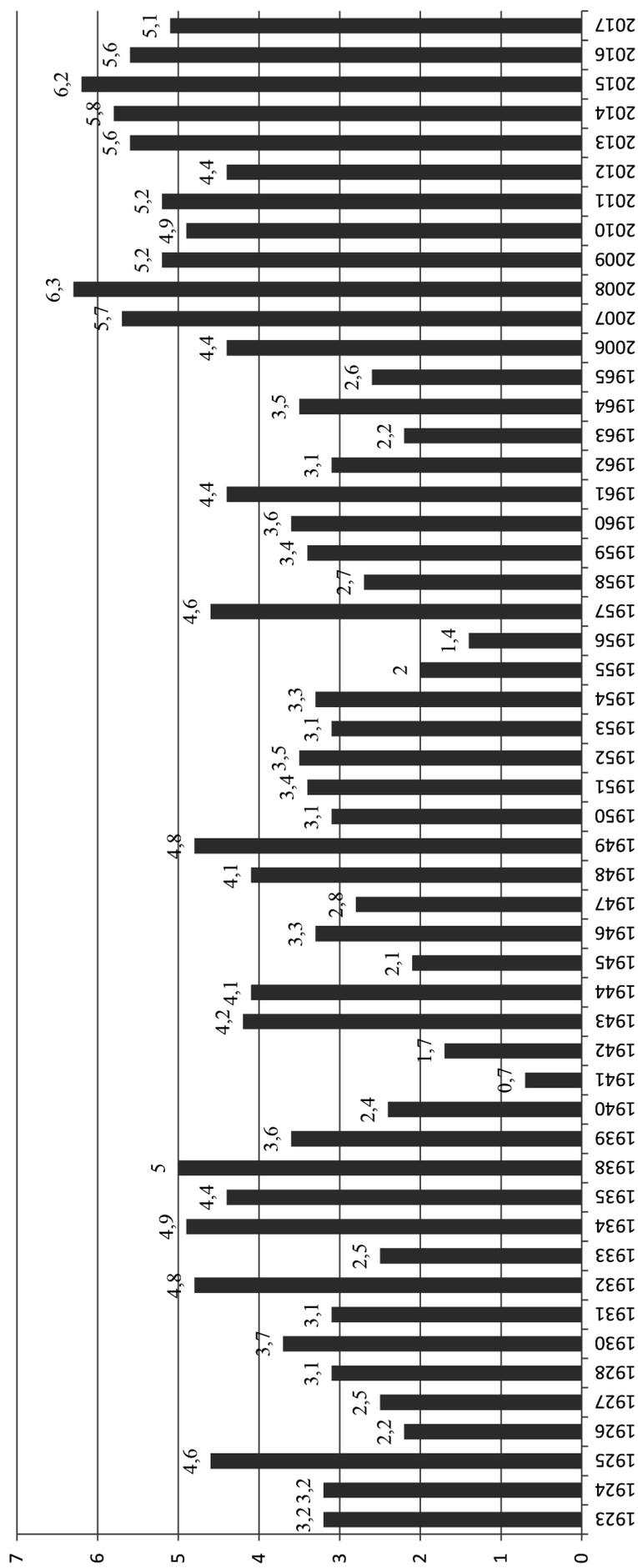


Рис. 1. Среднегодовые температуры воздуха в Ярославской области, градусы С

Источник: Составлено автором по данным <http://www.pogodaiklimat.ru>

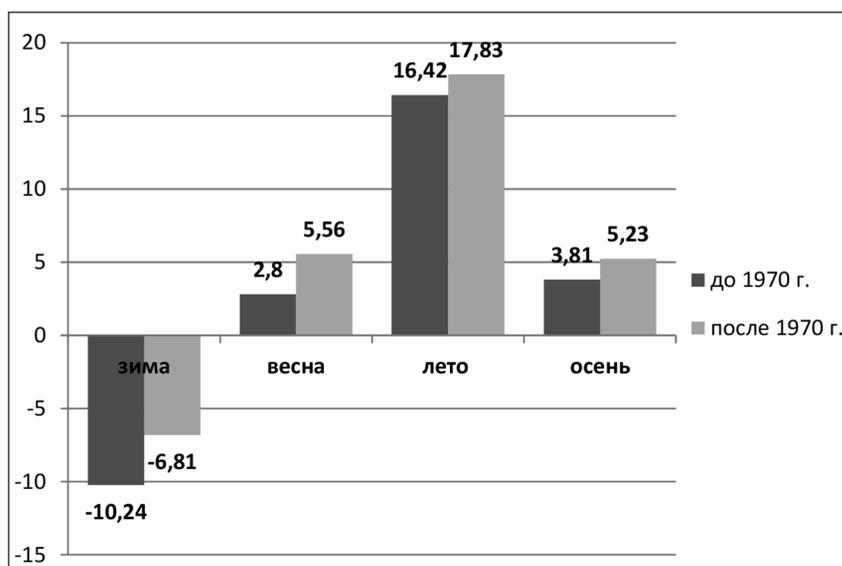
Ярославской области, а также данные GISMETEO. Обработка результатов исследования осуществлялись в программах Microsoft Excel и SPSS.

### 1. Мониторинг погодноклиматических условий на территории Ярославской области

Глобальное потепление климата, как отмечают ученые, с 70-х гг. XX века ускорилось [10, 11]. В ходе исследования был проведен мониторинг погодноклиматических условий на территории Ярославской области и проанализированы статистические данные с 1922 г. по настоящее время. В первую очередь изучались средние месячные и среднегодовые температуры воздуха Ярославской области.

Надо отметить, что самая низкая среднегодовая температура воздуха на территории нашей области наблюдалась в 1941 г. (составила 0,7°). В основном среднегодовая температура до 2006 г. колебалась в пределах от 3° до 4°. И, начиная, с 2006 г. наблюдался рост среднегодовой температуры примерно на 2°. Самый высокий показатель был зарегистрирован в 2008 и 2015 гг., где среднегодовая температура превысила 6°, и составила соответственно 6,3° и 6,2° [12].

Кроме того, проведенный анализ позволил сделать вывод, что зимы стали значительно теплее. За исследуемый период с 2008 по 2017 гг. средняя температура в январе не опускалась ниже минус 10° (-10°). Самый холодный январь был в 1940 г. (средняя температура составила минус 21,6°), в 1942 г. январская температура была минус 20,9°. Февральская температура с 1922 г. по 2008 г. практически не менялась и находилась в пределах от -10° до -14°. В декабре среднемесячная температура с 2008 г. стала значительно выше по сравнению с температурами прошло-



Источник: Составлено автором по данным <http://www.pogodaiklimat.ru>

Рис. 2. Средние сезонные температуры воздуха в Ярославской области, градусы

го столетия (в среднем она повысилась примерно на 6°).

Среднемесячная температура марта за последние 10 лет составляет около 0°. В предшествующие годы мартовские температуры принимали отрицательные значения.

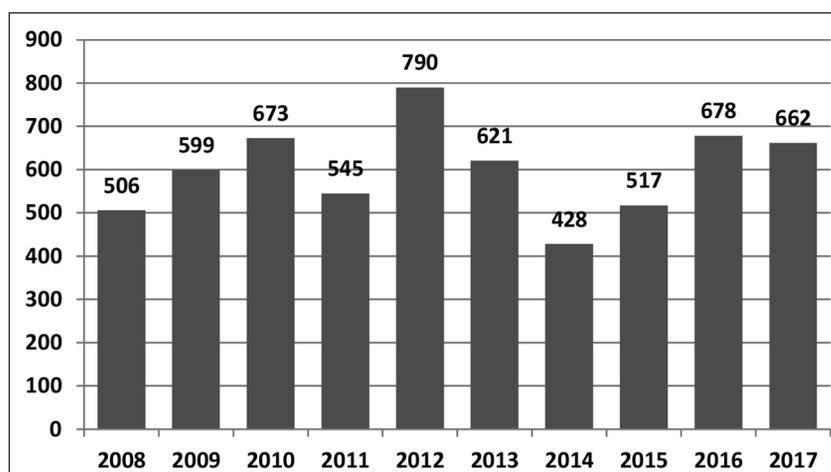
Среднемесячные температуры в летние и осенние месяцы с 1922 по 2017 гг. практически не менялись. Наибольшая летняя температура была зафиксирована в июле 2010 г. (24,4°), наименьшая в июне 1963 г. (12°).

Также были определены средние температуры по вре-

менам года и проведен сравнительный анализ, результаты которого представлены на рис. 2.

Полученные результаты показывают, что в последние 50 лет в Ярославской области средняя температура во всех сезонах повысилась, все времена года стали значительно теплее. Так зимы потептели примерно на 3,5°, весной средняя температура выросла в 2 раза. Летние и осенние температуры, пусть незначительно, но повысились (примерно на 1,5°).

Кроме средних температур воздуха были исследованы среднегодовые суммы выпав-



Источник: Составлено автором по данным <http://www.pogodaiklimat.ru>

Рис. 3. Среднегодовые суммы выпавших осадков, мм

ших осадков. Это связано с тем, что на основе корреляционного анализа установлена обратная сильная связь между среднегодовой температурой воздуха и количеством выпавших осадков в Ярославской области. Коэффициент корреляции составил  $r_{xy} = -0,78$ , коэффициент детерминации — 0,61.

Поэтому были проанализированы месячные и годовые суммы выпавших осадков в Ярославской области в период с 2008 по 2017 гг. Результаты представлены на рис. 3 [12].

Следует отметить, что незначительное увеличение осадков в основном происходит за счет роста количества осадков весной и в начале лета.

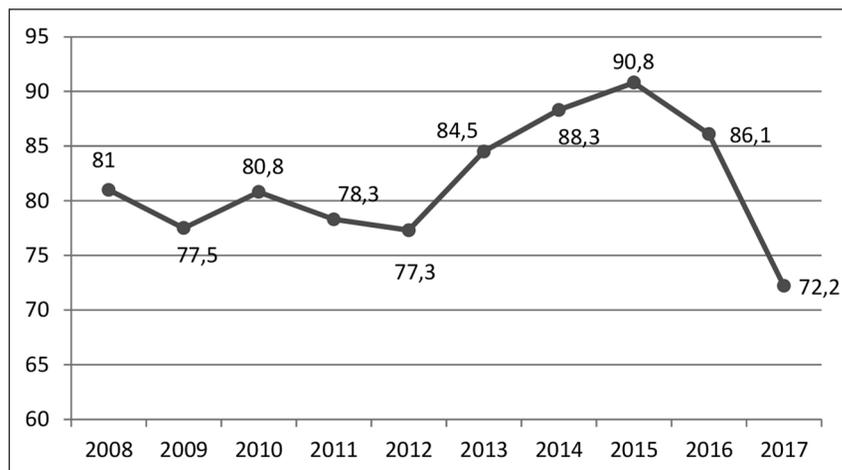
Таким образом, было установлено, что на территории Ярославской области наблюдается рост среднегодовой и среднемесячной температуры воздуха.

## 2. Статистический анализ факторов, вызывающих изменение климата

Как было показано выше, большое количество исследований уже признало существенный вклад антропогенного фактора в механизм глобального потепления.

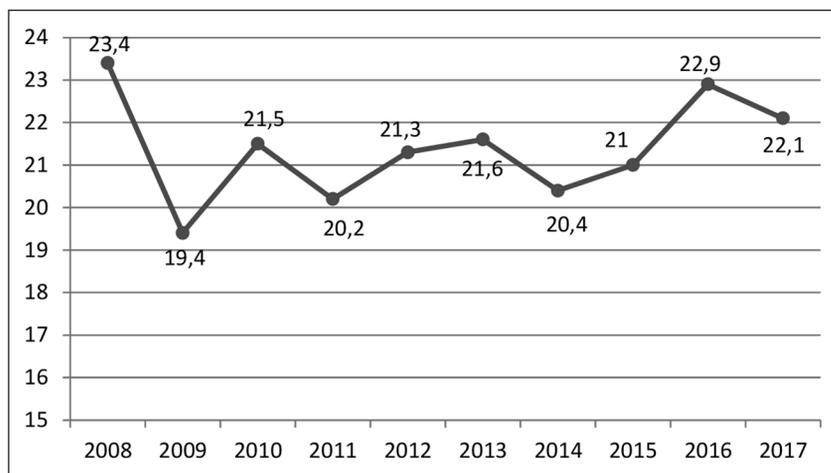
На наш взгляд, главными антропогенными факторами, которые вызывают изменение климата, являются сжигание ископаемых видов топлива, рост промышленного производства, увеличение количества автотранспортных средств, а также изменение системы землепользования, вырубка леса.

Ярославская область относится к регионам Российской Федерации, которые осуществляют наибольшие выбросы углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) от сжигания ископаемого топлива. Так, в 2018 г. Ярославская область занимала 39 место из 185 исследованных регионов РФ по выбросу вредных веществ от сжигания топлива, то есть



Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008–2018 гг.

Рис. 4. Объем выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. т



Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008–2018 гг.

Рис. 5. Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ от сжигания топлива, тыс. т

находится в списке 20% самых неблагоприятных в этом плане российских регионов. Что касается объемов выбросов загрязняющих средств от стационарных источников, то на протяжении последнего десятилетия Ярославская область в ЦФО занимает 13 место (из 18 регионов). Таким образом, и по этому фактору наша область также является неблагоприятной [13].

Однако надо отметить, что наблюдается положительная тенденция к уменьшению этих выбросов, что можно увидеть на рис. 4 и 5.

С целью определения степени влияния ряда факторов,

которые способствуют изменению климата, был проведен корреляционно-регрессионный анализ. Среди факторов рассмотрены следующие факторы:

$y$  — среднегодовая температура воздуха на территории Ярославской области,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$x_1$  — количество автотранспортных средств (автобусы, грузовой транспорт), ед.;

$x_2$  — количество предприятий и организаций, ед.;

$x_3$  — объем выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. т;

$x_4$  — объем выбросов вредных (загрязняющих) веществ от сжигания топлива, тыс. т;

Таблица 1

## Корреляционная матрица

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
у	1						
$x_1$	0,118	1					
$x_2$	0,503	0,412	1				
$x_3$	0,654	0,142	0,03	1			
$x_4$	0,348	0,366	-0,473	0,154	1		
$x_5$	0,065	0,375	0,118	0,156	0,297	1	
$x_6$	0,263	0,132	0,563	0,016	0,110	0,566	1

Источник: составлено автором

$x_5$  – рост промышленного производства,

$x_6$  – вырубка леса, тыс. га.

Для проведения корреляционного анализа были взяты статистические данные за 2008–2017 гг. [13, 14, 15].

Анализ табл. 1 позволяет сделать выводы, что установлена умеренная связь между результативным фактором  $y$  (среднегодовой температуры воздуха) и признаками  $x_2$ ,  $x_3$  и  $x_4$  (количеством предприятий и организаций, объемом выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и от сжигания топлива), что подтверждает ранее сделанные выводы. Таким образом, установлено, что деятельность человека влияет на изменение климата. Использование таких видов топлива, как нефть, уголь, газ приводит к значительному содержанию в земной атмосфере углекислого газа, а также других парниковых газов. А это способствует повышению температуры атмосферного воздуха на территории Ярославской области.

Множественный коэффициент корреляции равен  $R = 0,937$ , что свидетельствует о сильной связи между результативным признаком  $y$  и факторными признаками  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_5$ ,  $x_6$ . Множественный коэффициент детерминации  $R^2 = 0,878$  и показывает, что вариация среднегодовой температуры воздуха, объясняется вошедшими в модель факторными признаками на 87,8%, что свидетельствует о правильности выбора факторов, вызывающих изменение климата.

### 3. Влияние изменения климата на социально-экономическое развитие

Экономические исследования последствий изменения климата показали, что наибольшее влияние ожидается в следующих секторах региональной экономики: сельское хозяйство, энергетика, лесное хозяйство, туризм, рыбное хозяйство и водоснабжение.

На наш взгляд, наибольшее влияние изменение климата испытывает аграрный сектор экономики. Это объясняется тем, что развитие сельского хозяйства напрямую зависит от природно-климатических условий [16].

В контексте вышесказанного был проведен корреляционно-регрессионный анализ, позволяющий исследовать влияние среднегодовой температуры воздуха и среднего-

дового количества выпавших осадков на базовые показатели функционирования аграрного сектора, в частности на урожайность сельскохозяйственных культур. Растениеводство в Ярославской области в основном представлено зерновыми культурами, производством картофеля и овощей [15].

Результаты проведенного корреляционного анализа зависимости урожайности основных сельскохозяйственных культур от среднегодовой температуры воздуха и среднегодовой суммы выпавших осадков, а также от совокупности этих двух природно-климатических факторов представлены в табл. 2–4.

Парные коэффициенты корреляции между результативным признаком  $y$  и факторными признаками  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  показывают достаточно слабую связь, что свидетельствует о том, что увеличение температуры воздуха практически не влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. В большей степени это влияние установлено для зерновых культур.

Аналогично было изучено влияние на урожайность суммарного количества осадков, что представлено в таблице 3.

Установлена обратная связь, показывающая, что уве-

Таблица 2

#### Корреляционная матрица зависимости урожайности зерновых культур ( $x_1$ ), картофеля ( $x_2$ ), овощей открытого грунта ( $x_3$ ) (ц/га) от среднегодовой температуры воздуха ( $y$ ) (°C)

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$
у	1			
$x_1$	0,369	1		
$x_2$	0,278	0,639	1	
$x_3$	0,331	0,557	0,674	1

Источник: составлено автором

Таблица 3

#### Корреляционная матрица зависимости урожайности зерновых культур ( $x_1$ ), картофеля ( $x_2$ ), овощей открытого грунта ( $x_3$ ) (ц/га) от среднегодовой суммы выпавших осадков ( $y$ ) (мм)

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$
у	1			
$x_1$	-0,405	1		
$x_2$	-0,204	0,639	1	
$x_3$	-0,136	0,557	0,674	1

Источник: составлено автором

Таблица 4

**Зависимость урожайности от совокупности природно-климатических факторов**

Сельскохозяйственные культуры	Множественный коэффициент корреляции ( $R$ )	Коэффициент детерминации ( $R^2$ )
Зерновые	0,41	0,17
Картофель	0,28	0,08
Овощи	0,38	0,14

Источник: составлено автором

Таблица 5

**Регрессионные модели зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от температуры**

Сельскохозяйственная культура	Регрессионная модель	Текущее значение (ц/га)	Прогнозные значения	
			+0,5 <sup>0</sup> C	+1,0 <sup>0</sup> C
Зерновые	$y = 8,88 + 1,61x$	18,1	18,54	19,35
Картофель	$y = 85,25 + 11,87x$	142	156,47	162,41
Овощи	$y = 192,38 + 17,36x$	252	296,54	305,22

Источник: составлено автором

личение количества осадков снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Связь слабая, за исключением влияния осадков на урожайность зерновых культур.

Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа позволяют сделать следующие выводы. Для зерновых культур, картофеля и овощей открытого грунта проведенные расчеты показали, что есть небольшое положительное влияние роста температуры воздуха и отрицательное – изменение количества выпавших осадков (табл. 1 и 2). Эти два фактора могут компенсировать друг друга, и рост урожайности в Ярославской области, возможен за счет других факторов (например, при изменении технологий и появления новых сортов сельскохозяйственных культур) [17].

Наибольшее положительное влияние происходящих климатических изменений было отмечено для зерновых культур.

На основании полученных значений коэффициентов детерминации можно утверждать, что изменение урожайности зерновых в 17% случаев, картофеля в 8% и овощей открытого грунта в 14% случаев зависят от природно-климатических факторов.

Сопоставление множественного коэффициента корреляции со шкалой силы связи Чеддока показывает, что урожайность всех исследуемых сельскохозяйственных культур находится в слабой зависимости от совокупности климатических показателей, температуры воздуха и осадков.

На основе регрессионных моделей можно оценить ожидаемую урожайность основных сельскохозяйственных культур от изменения среднегодовой температуры [18].

В целом по Ярославской области урожайность зерновых культур, картофеля и овощей открытого грунта будет расти с ростом средней температуры.

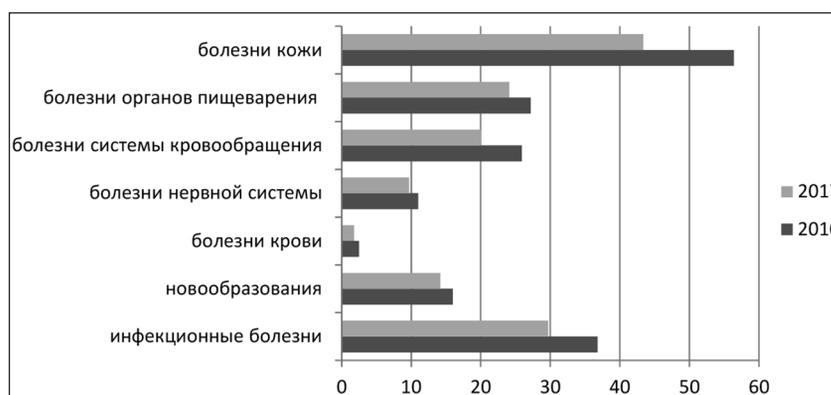
Также было установлено, что гидрометеорологические

факторы оказывают незначительное влияние на темпы роста валового регионального продукта (ВРП) и производство продуктов питания [19]. Так как климат является статистически значимым детерминантом потребления, а, следовательно, и расходов домашних хозяйств. Однако в данном исследовании по статистическим данным Ярославской области это влияние является достаточно слабым (коэффициент корреляции составил 0,15).

#### 4 Статистическая оценка влияния изменения климата на демографические процессы

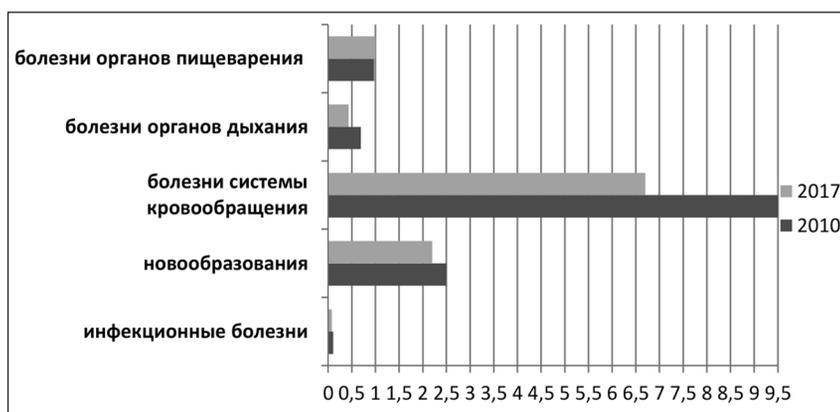
В проведенном исследовании была проверена гипотеза о влиянии изменения климата на некоторые демографические показатели [20]. Как было установлено выше, самым теплым годом в Ярославской области был 2010 г. Поэтому, прежде всего, был проведен сравнительный анализ заболеваемости и смертности по основным классам причин в Ярославской области в 2010 и 2017 гг. Результаты представлены на рис. 6 и 7.

Как показывают гистограммы на рис. 6 и 7 показатели заболеваемости по основным классам болезней в 2010 г. значительно превышают аналогичные показатели в 2017 г. Так, количество заболевших



Источник: составлено автором по данным <http://yar.gks.ru>

Рис. 6. Заболеваемость в Ярославской области по основным классам причин на 1000 человек населения



Источник: составлено автором по данным <http://yar.gks.ru>

Рис. 7. Смертность в Ярославской области по основным классам причин на 1000 человек населения

инфекционными болезнями в 2010 г. было на 20% больше, чем в 2017 г., новообразованиями и болезнями органов пищеварения – на 12% больше, болезнями крови и болезнями кожи – на 28% больше, болезнями системы кровообращения – на 23% больше.

Такая же ситуация и со смертностью от основных классов болезней. В 2017 г. по сравнению с 2010 г. снизилась смертность от инфекционных болезней примерно на 27%, от новообразований – на 12%, болезней системы кровообращения – на 30% и от болезней органов дыхания – на 38%.

Это объясняется тем, что рост температуры воздуха, особенно летом, приводит к росту заболеваемости, прежде всего аллергий и инфекционных болезней. Крайне высокая температура воздуха также может привести к смерти от сердечнососудистых и респираторных заболеваний, особенно среди пожилых людей.

Поскольку 2010 г. был аномально жарким по сравнению со средними температурами воздуха предыдущих и последующих годов, то можно сде-

лать предположение, что существует зависимость между изменением климата и демографическими показателями. Чтобы проверить эту гипотезу, был проведен корреляционный анализ. Исследовались следующие демографические факторы в Ярославской области:

$x_1$  – ожидаемая продолжительность жизни при рождении, число лет;

$x_2$  – общий коэффициент смертности, число умерших на 1000 человек населения;

$x_3$  – заболеваемость на 1000 человек населения по инфекционным и паразитарным болезням;

$x_4$  – заболеваемость на 1000 человек населения по болезням новообразований;

$x_5$  – заболеваемость на 1000 человек населения по болезням крови;

$x_6$  – заболеваемость на 1000 человек населения по сердечнососудистым заболеваниям;

$x_7$  – заболеваемость на 1000 человек населения по болезням дыхания.

Результаты представлены в табл. 6.

Установлено незначительное влияние увеличения сред-

негодовой температуры только на два класса заболеваний – сердечнососудистым и болезням крови.

### Заключение

Глобальное изменение климата и влияние этого процесса на окружающую среду является одной из серьезнейших проблем XXI века.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Изменение климатических условий оказывает на сельскохозяйственное производство позитивное влияние. Как свидетельствуют проведенные исследования, рост средней температуры воздуха является положительным фактором для аграрного сектора Ярославской области, так как урожайность сельскохозяйственных культур с ростом температуры воздуха будет повышаться. На наш взгляд, эти тенденции необходимо учитывать при выборе определенных сортов сельскохозяйственных культур и подборе удобрений. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям. От этих решений будет зависеть эффективность и производительность сельского хозяйства, а также продовольственная безопасность региона.

2. Проведенное статистическое исследование показало, что в Ярославской области последствия изменения климата на демографические процессы и здоровье людей в настоящее время незначительны.

3. Полученные выводы могут быть использованы при разработке механизмов адаптации к изменению климата.

4. Полученные результаты могут послужить базой для дальнейших исследований в области изучения влияния изменения климата на социально-экономические и демографические процессы на территории Ярославской области.

Таблица 6

Корреляционная таблица

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
y	-0,01	0,07	0,06	0,07	0,21	0,22	0,05

Источник: составлено автором по данным <http://yar.gks.ru>

## Литература

1. Изменение климата. [Электрон. ресурс]. Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. (Дата обращения: 17.05.2019).

2. Дерстуганова Т.М., Величковский Б.Т., Вараксин А.Н., Гурвич В.Б., Малых О.Л., Кочнева Н.И., Ярушин С.В. Оценка влияния социально-экономических факторов на состояние здоровья населения Свердловской области в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2013. № 6. С. 87–90.

3. Кнауб Р.В., Игнатьева А.В. Оценка энергетических последствий заболеваемости и смертности людей от климатических изменений на территории Сибирского федерального округа России // В мире научных открытий. 2016. № 12. С. 322–331.

4. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 122–138.

5. Огневцев С.Б., Сиптиц С.О. Моделирование агропромышленных комплексов стран СНГ и их взаимодействия на общем аграрном рынке // Аграрная наука. 1997. № 1. С. 14–15.

6. Абашина Е. В., Павлова В. Н., Сиротенко О. Проблема оценки влияния изменений климата на продуктивность агросферы: модели, сценарии и результаты для сельского хозяйства России, в сб.: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, СПб, т. 166. 2009. С. 567–573.

7. IPCC. Climate change 2014: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. [Электрон. ресурс] Режим доступа: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf) (Дата обращения: 11.06.2019).

8. Киотский протокол. [Электрон. ресурс] <http://www.bellona.ru/Casfiles/kioto> (Дата обращения: 18.06.2019).

9. Климатическая доктрина Российской Федерации. [Электрон. ресурс] [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_94992/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94992/) (Дата обращения: 25.06.2019).

10. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Электрон. ресурс] Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer

(eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. – P. 151. Режим доступа: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> (Дата обращения: 16.07.2019).

11. Tol R. S. J. The Economic Effects of climate change // Journal of Economic Perspective. 2009. № 23 (2). P. 29–51.

12. Архивы погоды [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru> (Дата обращения: 20.01.2019)

13. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008 – 2018 гг. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc). (Дата обращения: 11.02.2019).

14. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru> (Дата обращения: 14.02.2019).

15. Ярославская область в цифрах. 2008 – 2018 гг. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/yar/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/yar/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (Дата обращения: 25.01.2019).

16. Павлова В.Н. Анализ и оценки влияния климатических условий последних десятилетий на урожайность зерновых культур в земледельческой зоне России // Проблема экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2010. т. XXIII. С. 215 – 230.

17. Шкиперова Г.Т., Дружинин П.В. Оценка влияния климатических изменений на экономику российских регионов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 34. С. 43–50.

18. Лопатинская А.Ю. Прогнозная модель отдельных параметров аграрного производства в условиях изменения климата // Экономика и управление. 2013. № 2. С. 172–177.

19. Жолудева В.В., Мельниченко Н.Ф., Козлов Г.Е. Статистические методы оценки качества жизни населения регионов Центрального федерального округа // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 2. С. 173–177.

20. Adger W.N., Barnett J., Brow K., Marshall N. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation // Nature Climate Change. 2013. V. 3. №2. P. 112–117.

## References

1. Izmeneniye klimata = Climate change. [Internet]. Wikipedia. Available from: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. (cited: 17.05.2019). (In Russ.)

2. Derstuganova T.M., Velichkovskiy B.T., Varaksin A.N., Gurvich V.B., Malykh O.L., Kochneva N.I., Yarushin S.V. Assessment of the influence of socio-economic factors on the health

status of the population of the Sverdlovsk region in the system of socio-hygienic monitoring. Gigiyena i sanitariya = Hygiene and sanitation. 2013; 6: 87–90. (In Russ.)

3. Knaub R.V., Ignat'yeva A.V. Evaluation of the energy consequences of morbidity and mortality due to climate change in the Siberian Federal District of Russia. V mire nauchnykh otkrytiy = In the world of scientific discoveries. 2016; 12: 322–331. (In Russ.)

4. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Climate changes, heat waves and cold waves as risk factors for increased mortality in some regions of Russia. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*. 2012; 2: 122–138. (In Russ.)
5. Ognitsev S.B., Siptits S.O. Modeling of agro-industrial complexes of the CIS countries and their interaction on the common agricultural market. *Agrarnaya nauka = Agricultural Science*. 1997; 1: 14–15. (In Russ.)
6. Abashina Ye. V., Pavlova V. N., Sirotenko O. Problema otsenki vliyaniya izmeneniy klimata na produktivnost' agrosfery: modeli, stsennarii i rezul'taty dlya sel'skogo khozyaystva Rossii, v sb.: Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii = The problem of assessing the impact of climate change on agricultural productivity: models, scenarios and results for Russian agriculture, in: *Proceedings on applied botany, genetics and selection*. Saint Petersburg: 2009; 166: 567–573. (In Russ.)
7. IPCC. Climate change 2014: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. [Internet] Available from: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf) (cited: 11.06.2019).
8. Kiotskiy protokol = The Kyoto Protocol. [Internet] <http://www.bellona.ru/Casefiles/kioto> (cited: 18.06.2019). (In Russ.)
9. Klimaticheskaya doktrina Rossiyskoy Federatsii = Climate doctrine of the Russian Federation. [Internet] [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_94992/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94992/) (cited: 25.06.2019). (In Russ.)
10. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Internet] Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. R. 151. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> (cited: 16.07.2019).
11. Tol R. S. J. The Economic Effects of climate change. *Journal of Economic Perspective*. 2009; 23 (2): 29–51.
12. Arkhivy pogody = Weather archives [Internet]. Available from: <http://www.pogodaiklimat.ru> (cited: 20.01.2019). (In Russ.)
13. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli. 2008 – 2018 gg = Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2008 - 2018. [Internet]. Available from: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc). (cited: 11.02.2019). (In Russ.)
14. Yedinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS) = The unified interdepartmental information and statistical system (EMISS) [Internet]. Available from: <https://www.fedstat.ru> (cited: 14.02.2019). (In Russ.)
15. Yaroslavskaia oblast' v tsifrakh. 2008 – 2018 gg = Yaroslavl region in numbers. 2008 - 2018. [Internet]. Available from: [http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/yar/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://yar.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/yar/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (cited: 25.01.2019). (In Russ.)
16. Pavlova V.N. Analysis and assessment of the influence of climatic conditions of recent decades on the yield of grain crops in the agricultural zone of Russia. *Problema ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem = The problem of environmental monitoring and modeling of ecosystems..* 2010; XXIII: 215 – 230. (In Russ.)
17. Shkiperova G.T., Druzhinin P.V. Assessing the impact of climate change on the economy of the Russian regions. *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost' = National interests: priorities and security*. 2014; 34: 43–50. (In Russ.)
18. Lopatinskaya A.YU. Predictive model of individual parameters of agricultural production in the context of climate change. *Ekonomika i upravleniye = Economics and Management*. 2013; 2: 172 – 177. (In Russ.)
19. Zholudeva V.V., Mel'nichenko N.F., Kozlov G.Ye. Statistical methods for assessing the quality of life of the population of the regions of the Central Federal District. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO = Economics, Statistics and Informatics. Bulletin of UMO*. 2015; 2: 173 – 177. (In Russ.)
20. Adger W.N., Barnett J., Brow K., Marshall N. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nature Climate Change*. 2013; 3; 2: 112–117.

**Сведения об авторе**

**Вера Витальевна Жолудева,**  
*к.п.н., доцент*  
 Ярославская государственная  
 сельскохозяйственная академия  
 Ярославль, Россия  
 E-mail: [jvv6434@gmail.com](mailto:jvv6434@gmail.com)

**Information about the author**

**Vera V. Zholudeva**  
*Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor*  
 Yaroslavl State Agricultural Academy  
 Yaroslavl, Russia  
 E-mail: [jvv6434@gmail.com](mailto:jvv6434@gmail.com)

# Индекс потребительских цен США во второй половине XX века: методика расчета и векторы ее изменения

*Цель* представленного исследования предполагает выявление траектории развития и трансформации индекса потребительских цен США во второй половине XX как практически оцениваемого показателя.

**Материалы и методы.** Изучение исторического развития методики расчета индекса потребительских цен осуществляется на основе методических документов Бюро статистики труда США и его теоретико-практических исследований, публикуемых в *Monthly Labor Review*. Основным методом данной работы является историко-описательный подход.

**Результаты.** Обобщение информации об индексе потребительских цен США в рамках пяти пересмотров методики его расчета во второй половине XX века реализовывалось согласно тем этапам, которые представляет сегодня Росстат для расчета национального индекса потребительских цен. На первом этапе анализируется динамика числа населенных пунктов, включенных в наблюдение за потребительскими ценами, а также изменение принципов их отбора. На втором этапе рассматриваются принципы отбора пунктов продаж потребительских товаров и услуг. На третьем этапе описывается набор товаров и услуг, включенных в наблюдение за потребительскими ценами, и дина-

мика его состава. На четвертом этапе обобщаются принципы непосредственной регистрации цен, а именно, их частота в разных типах населенных пунктов и для разных типов товаров и услуг. На пятом этапе рассматриваются источники и ограничения сбора информации для формирования весов, необходимых для расчета индексов цен на высоких уровнях агрегации. На шестом этапе структурируется методика непосредственного расчета средних цен на товары и услуги и индексы цен на них и рассматриваются траектории ее трансформации.

**Заключение.** В результате определены направления развития методики расчета индекса потребительских цен США, которые могут быть рассмотрены как альтернативные варианты решения проблем при расчете индексов цен других стран. Среди направлений следует выделить увеличение выборок населенных пунктов и наборов товаров и услуг, расширение возможностей вероятностного подхода, оформление структуры классификации товаров и услуг, равная периодичность обновления весов и создание системы индексов потребительских цен.

**Ключевые слова:** индекс потребительских цен, индекс стоимости жизни, потребительские товары и услуги

Maria A. Kozlova

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

## U.S. consumer price index in the second half of XX century: calculation strategy and ways of its changes

*The purpose of this research* is a detection of U.S. consumer price index development and change ways emerged in the second half of XX century. Consumer price index is considered as a practically evaluable index number.

**Materials and methods.** This research is based on the methodology documents of U.S. Bureau of Labor Statistics and its theoretical and practical papers published in *Monthly Labor Review*. The basic method is historical and descriptive techniques.

**Results.** Data generalization for U.S. consumer price index across five revisions is realized in structure of the calculation method, adapted by ROSSTAT for the national consumer price index. Firstly the dynamic of number of cities, included in consumer price survey and changes of its sample is analyzed. Secondly the principles of point of purchase sampling is in focus. Thirdly the set of goods and services and dynamics of its structure are considered. Fourthly there

is a generalization of pricing procedure principles that is frequency according to the type of cities and feature of goods and services. Fifthly the source and limits of data collecting for weights which needed for consumer price index calculation on the high level of aggregation. And sixthly there is description of mean price and price index calculation.

**Conclusion.** The main ways of development and transformation in U.S. consumer price index are defined. It may be considered as alternative solutions in consumer price index of other countries. The main ways are the increase of city and goods sampling, extension of probability use, formation of good classification, equal temporal interval of weight renovation and creation of price index system.

**Keywords:** consumer price index, cost-of-living index, consumer goods and services

## 1. Введение

Теоретико-методологическая концепция индекса потребительских цен (ИПЦ) и ее практическая реализация во второй половине XX века получили свое развитие в условиях уже имевшегося опыта оценки данного показателя и осмысления различий между ИПЦ, рассчитываемым Бюро статистики труда США, и истинным индексом стоимости жизни, предложенным А. Конюсом [1].

Довольно четко обозначенная граница между двумя этапами развития ИПЦ (1945 г.) определяется фактом переименования индекса стоимости жизни (ИСЖ) в ИПЦ. Это позволило обозначить траектории развития этих показателей и стало фактором формирования обширной теоретической основы всех временных индексов с учетом современных для того времени концепций экономической теории. Кроме того, противопоставление и сопряжение ИПЦ и ИСЖ привели к пониманию необходимости оценки неточности рассчитываемого ИПЦ и в постоянном режиме трансформации методологии и методики расчета последнего.

Вызовы, поставленные перед национальными экономикой во второй половине XX века, определили необходимость более точной оценки динамики цен, в том числе на потребительском рынке. Опыт США представляет собой пример длительного поиска методики расчета ИПЦ, формировавшейся на основе сопряжения теоретических концепций и ограничений в практической оценке индекса.

Основной целью данного исследования является определение траектории развития методики расчета важнейшего для рыночной экономики показателя – ИПЦ – на основе истории его трансформации во второй половине XX века. Ак-

туальность изучения истории развития ИПЦ связана с необходимостью поиска новых решений методического и технического характера в области расчета данного показателя, которые важны в постоянно меняющихся условиях создания новых продуктов и изменения целей регулирования рынка.

Литературу об ИПЦ после 1945 г. можно разделить на две группы. Первая группа – это обзорные статьи и исследования собственно ИПЦ с точки зрения методики расчета. Вторая группа – работы, касающиеся теоретических основ ИПЦ, практически все они построены на соотношении его с ИСЖ: «в случае ИПЦ экономисты и многие другие часто обращаются к теории ИСЖ для принципиальных решений технических проблем» [2, р. 75], «Индекс Ласпейреса – это система весов, а не концептуальная рамка для решения вопросов» [3, р. F319].

Большая часть теоретических работ о методике расчета ИПЦ в США и ее изменении публиковалась в основном печатном издании Бюро статистики труда *Monthly Labor Review*, на многие статьи из которого мы будем ссылаться ниже. В обобщающих работах об ИПЦ обозначали основные проблемы индекса, связанные с его неуниверсальностью (выборки магазинов, товаров и услуг), формированием весов из потребительских расходов [4, 5]. С конца 1970-х гг. ИПЦ стали рассматривать с технической точки зрения, а именно на основе определения формальных (математически обоснованных) качеств формулы (формулы Ласпейреса), что сегодня называют аксиоматической теорией индексов, предложенной еще в 1920-е гг. И. Фишером. В частности, В.Е. Диверт подробно рассматривал преимущества использования гиперболических индексов для оценки ИПЦ, одна

из формул которых сегодня применяется Бюро статистики труда США [6, 7].

Исследования ИПЦ в рамках второго направления, а именно сквозь призму экономической теории и ИСЖ, в 1950–1970-е гг. были преимущественно теоретического характера. В частности, они были нацелены на формализацию понятия полезности через формулу индекса цен [8, 9, 10]. В 1970-е гг. Р. Поллак углубляет анализ ИСЖ, разрабатывает теорию субиндексов и групповых индексов, таким образом, формируя одно из представлений о соотношении ИПЦ и ИСЖ, которое заключается в том, что ИПЦ – это часть ИСЖ, включающая меньшее число товаров и услуг, чем последний [11].

С 1980-х гг. от теоретических исследований ИПЦ и ИСЖ перешли к эмпирической оценке различий этих показателей, а точнее того интервала, в котором заключен ИСЖ. Именно об этом говорил в своей статье 1939 г. А. Конюс, в который было предложено само понятие ИСЖ. Эконометрическая оценка ИСЖ осуществлялась исследователями с использованием функции полезности на основе данных о потребительских расходах в США [12], Нидерландах [13] и Канаде [14]. Конец XX века в США ознаменовал период активных изменений в ИПЦ, в результате в научной литературе появились статьи обзорно-обобщающего характера, касающиеся этапов развития показателя, трансформации методики расчета и появления семейства индексов потребительских цен [3].

Основным методом исследования стал историко-описательный подход к методологическим и эмпирическим данным об ИПЦ США второй половины XX века, в рамках данного подхода осуществлялись обобщение и анализ опубликованных бюллетеней Бюро статистики труда США,

которое оценивает ИПЦ, и научных статей.

В качестве структуры изложения результатов обобщения по данному периоду будет выступать последовательность этапов статистического наблюдения за ценами и расчетов, разработанная Росстатом для оценки ИПЦ сегодня. Выбор основы структуры по «Официальной статистической методологии организации статистического наблюдения за потребительскими ценами на товары и услуги и расчета индексов потребительских цен» [15] позволяет также осуществить сравнение исторического развития методики расчета ИПЦ (на примере США) и современной техники при сборе данных и оценки ИПЦ РФ.

## 2. Результаты исследования

Сначала рассмотрим, как было организовано статистическое наблюдение за потребительскими ценами, в рамках этапов отбора населенных пунктов, организаций и товаров и услуг, а также как непосредственно регистрировали цены.

**Отбор населенных пунктов** в этот период претерпел значительные изменения относительно 1920–1940-х гг., когда акцент ставился на крупные города с включением небольших населенных пунктов, в которых была развита промышленность. В послевоенный период количество городов, включенных в выборку, составляло 46.

В рамках пересмотра ИПЦ 1953 г. [16, р. 70–71] города были разделены на 4 группы по численности населения. По сравнению с выборочной совокупностью населенных пунктов 1936 г. количество городов стало меньше на 5 и совпадение населенных пунктов в этих двух совокупностях касаются 12 самых крупных городов и 8 с численностью населения более 250 тыс. чел. В послевоенное время Бюро

статистики труда США предпринимают попытку формализовать критерии отбора населенных пунктов. Первый способ отбора городов, за исключением 12 крупных, был разработан в рамках пересмотра ИПЦ 1953 г. и состоял из двух этапов. Сначала формировались группы городов, предварительно разделенных на три совокупности по численности населения. Затем были определены два критерия, по которым формировались страты; критерии – уровень дохода и особенности климата – по градации имели три значения (высокий, средний и низкий – для дохода; холодный, умеренный, теплый – для климата). Два эти критерия вместе с плотностью населения каждого населенного пункта (территории) давали девять сочетаний всех этих критериев, и таблица сочетаний была названа «латинским квадратом». В каждой из девяти страт для групп городов от 240 тыс. чел. до 1 млн чел. (группа В) и от 30,5 до 240 тыс. чел. (группа С) был выбран один населенный пункт. Таким образом, в группах В и С оказалось по 9 населенных пунктов. Для группы D, в которую входили самые маленькие по численности населения поселения (менее 30,5 тыс. чел.), градация критериев дохода и размера населенного пункта была уточнена: вместо средний (доход, численность населения) были взяты умеренно большой и умеренно маленький. В результате, «латинский квадрат» стал включать в себя 16 сочетаний, в рамках которых и формировались 16 страт. В каждой из них был выбран один населенный пункт с большей численностью населения [17].

В процессе пересмотра методологии расчета ИПЦ 1964 г. [18, р. 34–39] географический принцип, заключающийся в разделении населенных пунктов на четыре группы по регионам (Северо-Восточный,

Северный центральный, Южный и Западный), а не по температурному режиму, был возвращен. Но этот принцип, как и ранее, не применялся к 12 крупным городам (группа А) и в 1964 г. дополнительно к двум штатам – Аляске и Гавайям, которые впервые были представлены двумя городами в выборке. В том числе из-за расширения географии список городов, в которых регистрировались цены на потребительские товары, насчитывал теперь 50 пунктов. Распределение 36 городов (за вычетом 12 крупных и 2 населенных пунктов на Аляске и Гавайях) по 4 географическим регионам определяли на основе относительного веса их городского населения и годовых потребительских расходов. Таким образом, 36 населенных пунктов должны были быть распределены следующим образом: Северо-Восточный регион – 7, Северный центральный – 11, Южный – 13 и Западный – 5. На следующем этапе из совокупности городов каждого региона должна быть произведена выборка, принцип которой со времени последних изменений в методике расчета ИПЦ был изменен и получил название «контролируемый отбор». Идея этого принципа заключалась в том, что при обеспечении расположения населенных пунктов географически относительно равномерно отбор осуществлялся на основе рассчитанных вероятностей по группам В, С и D, а также в более мелкой группировке по штатам. Особенностью выборки городов по версии 1964 г. стало формирование на основе «контролируемого отбора» двух альтернативных выборок для групп В, С и D, в которые, как оказалось, попали города, которые традиционно были включены в основное обследование, так, например, Канзас-сити, Хьюстон, Цинциннати и Миннеаполис. Назначение альтернативных вы-

борок очевидно и заключалось в опробации метода «контролируемого отбора».

В 1966 г. количество городов увеличилось до 56 за счет роста группы В (от 250 до 1400 тыс. чел.), куда были включены 6 городов, которые в рамках пересмотра 1964 г. оказались в альтернативных выборках: Канзас-сити, Милуоки, Миннеаполис, Сан-Диего, Хьюстон, Цинциннати.

В 1978 г. в рамках следующей волны обновлений [19] выборка городов была увеличена до 85 с сохранением деления населенных пунктов на группы по размеру. Так, в первую группу самых крупных городов, выбор которых был очевидным и не предполагал проведения отбора с учетом определенной вероятности, стали включать 23 населенных пункта, причем некоторые были в 1964 г. в группе В и те, которые попали в выборку в 1966 г. Среди городов группы А стал числиться Майами, который не попадал ни в одну, ранее представленную выборку городов.

Изменения 1987 г. коснулись не только численности населенных пунктов, но и методологических вопросов относительно терминологии. Так, до 1987 г. населенные пункты, выбранные для регистрации потребительских цен, называли «стандартный крупный статистический район (город с пригородами)» (за исключением группы D), в 1987 г. заменили «стандартный» на «консолидированный» [20, р. 19]. Такая терминологическая замена оказывается закономерной, так как несколько крупных городов объединялись в одну группу, которая и выступала в качестве первичной территориальной единицы. Если ранее это делалось в исключительных случаях, то теперь (особенно относительно населенных пунктов группы А) практически всегда. Формально в 1987 г. число населенных

пунктов увеличилось с 85 до 94, но фактически география регистрации цен была расширена намного больше за счет того, что первичной статистической единицей является совокупность двух-трех городов [21]. Но из-за недостаточного финансирования 6 населенных пунктов были исключены из выборки в 1988 г.

Последний пересмотр ИПЦ в 20 веке (в 1998 г.) принципиальных изменений в отбор городов не внес, однако группы В и С были объединены в одну, а общее число населенных пунктов, участвующих в регистрации цен, составило 87. Формирование группы А (саморепрезентативных городов) в последние три этапа пересмотра ИПЦ шло по пути увеличения числа консолидированных единиц, включивших несколько городов, причем к основным городам, находившимся в выборке еще до 1945 г., в разные периоды могли присоединяться разные населенные пункты. Противоположная тенденция касалась уменьшения числа небольших населенных пунктов (группа D): если в 1964 г. их было 17, то в 1998 г. — только 10 (и Северо-Восточный регион в этой группе не был представлен вообще) [22].

**Отбор организаций торговли и сферы услуг** в послевоенный период стал рассматриваться в рамках вероятностного подхода. Основной проблемой его использования до 1974 г. стало отсутствие генеральной совокупности организаций торговли и сферы услуг. В первое послевоенное десятилетие формирование выборочных совокупностей осуществлялось, в первую очередь, в соответствии с делением на группы товаров и услуг: еда, рента и все остальные товары и услуги. Такая группировка определялась особенностями самих товаров и услуг, значимостью в расходах домашних хозяйств, а также волатиль-

ностью цен на них. Позднее, когда в 1974 г. была проведена перепись пунктов продажи [23, р. 10–14], деление стало более детальным, т.е. сформировалось 8 групп, а техника отбора организаций была отлична от техники всех остальных групп только для одного подраздела, включающего оценку расходов по аренде жилья или их эквивалента для собственников жилья.

Отбор организаций торговли продуктами питания, в отличие от других групп, сразу осуществлялся на основе генеральной совокупности магазинов и точек продаж еды. Это было возможно и до 1974 г., так как категории продуктов питания еще до Второй мировой войны составляли основу ИПЦ (индексы цен на другие товары и услуги рассчитывались отдельно или вообще отсутствовали) и для совокупности таких организаций проводилось наблюдение и оценка. До 1964 г. известны только общие принципы отбора — по типу магазинов, месту размещения и годовому объему продаж. В 1950-х гг. решающим критерием выбора определенных магазинов, где будут регистрироваться цен на продукты питания, являлось мнение домашних хозяйств. Подобный опрос был осуществлен в обследовании потребительских расходов в 1950 г. В 1960-е гг. предпринималась попытка детализировать пункты продаж (магазины) по типам реализуемых продуктов питания, но количество ценовых котировок для каждого вида товаров не достигало такого объема, что охватить все 10 видов пунктов продаж, поэтому группы были объединены и их количество сократилось до 4 [18, р. 60].

Результаты переписи пунктов продаж, благодаря которым появилась делизируемая информация обо всех типах магазинов и их объемах продаж, решили многие вопросы технического характера.

Так, вероятность отбора определенного магазина (пункта продаж) определялась теперь для всех групп товаров и услуг, кроме расходов по аренде жилья или ее эквивалента, в соответствии с расходами на приобретение товаров и услуг. Вопрос отбора решался с помощью методов нелинейного программирования. В результате, была сформирована совокупность организаций для каждой из 8 групп товаров и услуг.

Общее число организаций торговли и сферы услуг постепенно увеличивалось, в частности, в связи с ростом числа городов, участвующих в наблюдении: если до 1964 г. их насчитывалось около 7 тысяч без опроса о расходах по аренде жилья и их эквивалента, в результате пересмотра расчета ИПЦ 1964 г. количество магазинов выросло до 17,75 тысяч, что было связано с резким увеличением числа организаций торговли и сферы услуг всех групп, кроме продовольственных магазинов; к концу XX века количество достигло 25 тысяч. Кроме количества организаций торговли и сферы услуг, репрезентативность и улучшение качество оценок для расчета ИПЦ обеспечивалось постоянной ротацией как магазинов, так и конкретных видов товаров. Во второй половине XX века ежегодно обновлялось 20% магазинов, таким образом, полностью список пунктов продаж обновлялся каждые 5 лет. С начала 2000-х гг., благодаря введению упрощенных методов сбора информации для переписи пунктов продаж в 1998 г., полное обновление совокупности осуществлялось за 4 года [24, p. 47–48].

Сбор данных о цене аренды жилья для проживания домашних хозяйств с июня 1944 г. осуществляется с помощью специального наблюдения – Опрос об арендной плате для ИПЦ (CPI Rent Survey) [25],

который по объему занимает небольшую часть от наблюдения за жилищами, используемого для других целей: по первому статистическому наблюдению для расчета ИПЦ в 1944–1945 гг. примерно 11% или около 37 тыс. жилищ. Это значение варьировалось и к пересмотру ИПЦ 1964 г. составляло 30 тыс., после 1964 г. стало 40 тыс. Если анализировать количество обследуемых жилищ по группам городов, то прослеживается очевидная зависимость уменьшение числа жилищ при переходе от городов группы А (750–1100 жилищ) к городам группы D (150–450 жилищ). Различие в совокупности жилищ, в которых проживают собственники и арендаторы, привело к тому, что в 1980-х гг. собирали статистическую информацию отдельно для каждой группы: 40 тыс. от арендаторов и 20 тыс. от собственников жилья. Отбор единиц статистического наблюдения основывался на делении территории населенного пункта и его пригородов на блоки, в которых рассчитывалось необходимое (минимальное) число единиц на основе общего количества жилищ.

**Формирование потребительского набора товаров и услуг** в послевоенный период представлялось непростой задачей в силу того, что в ИПЦ нужно было объединить разные группы товаров. До 1945 г. ИПЦ включал в себя информацию от 15 до 84 продовольственных товаров (последние были разделены на 8 групп), а индексы цен на топливо для нужд домашних хозяйств рассчитывались отдельно. Пересмотр ИПЦ 1953 г. позволил упорядочить товары и услуги, используемые домашними хозяйствами для непродовольственных целей. В результате была сформирована совокупность товаров и услуг, объединенных в 8 групп: (1) еда, (2) товары и услуги для дома, (3) одежда и обувь, (4) транспорт,

(5) медицинские услуги и лекарства, (6) персональные услуги, (7) чтение и развлечения, (8) другие товары и услуги. По утверждению в документе Бюро статистики труда 1954 г. данный список товаров и услуг насчитывает 300 наименований, но в таблице, в которой все категории были перечислены, зафиксировано только 264 пункта [16, p. 73–75].

К пересмотру методологии ИПЦ 1964 г. структура получила новый уровень деления – класс расходов (EC – expenditure class), объединяющий товары или услуги, удовлетворяющие идентичные потребности и подобные друг другу по физическим характеристикам. В результате пилотного наблюдения в Цинцинати было выделено 52 класса расходов [26, p. 94], которые по обобщению и содержанию представляют собой второй уровень классификации после 8 групп товаров и услуг: например, EC 3 «Мясо», EC 33 «Обувь», EC 41 «Общественный транспорт», EC 50 «Табак». Эта волна пересмотра также, как и в вопросе отбора населенных пунктов, использовала два набора товаров и услуг, частично дублирующих друг друга. В результате, количество наименований выросло примерно на 150 и полный список включал около 400 пунктов. Например, EC 7 «Свежие фрукты» включал 6 товаров, 4 из которых были идентичны как в выборке А, так и выборке Б; в основной выборке оставшимися двумя товарами были грейпфрут и свежий апельсиновый сок, а в выборке Б – клубника и арбуз. В тот период и количество групп сократилось до 6 за счет объединения вышеупомянутых (5), (6) и (7) в одну «Здоровье и развлечения».

В результате последующего развития системы классификации товаров и услуг для целей расчета ИПЦ появились у уже имеющихся уровней деления свои названия: внутри каждо-

го класса расходов выделяются страты, далее страта могла включать в себя один и более пунктов базового уровня (entry level item – ELI). Таким образом, общее число товаров и услуг равнялось общему числу пунктов базового уровня по всем классам расходов. К пересмотру ИПЦ 1978 г. количество групп стало 7: (1) еда, (2) товары и услуги для дома, (3) одежда и обувь, (4) транспорт, (5) медицинская помощь, (7) развлечения, (7) другие товары и услуги. В методологии также выделяли группу «топливо», но при расчете компонентов ИПЦ она отдельно не рассматривалась. Число классов расходов также увеличилось до 68 (в 1987 г. – до 69) в основном за счет деления существующих классов в силу того, что менялась модель потребительского поведения и некоторые виды товаров и услуг получали большую значимость: например, ЕС 36 «Покупка автомобилей» был разделен два, в которых отдельно указывалась покупка новых (ЕС 46) и подержанных (ЕС 47). Появились также новые классы расходов такие, как ЕС 31 «Телевидение и звуковое оборудование», ЕС 41 «Одежда для младенцев», ЕС 43 «Ювелирные изделия». С ростом числа классов расходов менялось и количество страт и пунктов базового уровня: к пересмотру ИПЦ 1978 г. количество страт составляло 265, а пунктов базового уровня в них – 382, далее число страт значительно сократилось – до 207, при этом число пунктов базового уровня насчитывало 364 наименования, и это количество товаров и услуг сохранилось вплоть до конца XX века.

**Регистрация цен** на товары и услуги разных групп осуществлялась с различной частотой, а также в 1950-х гг. зависела от размера населенного пункта. Цены на продукты и напитки регистрировались во всех городах ежемесячно, то

же касалось некоторых товаров и услуг из других групп, а именно, сигарет, топлива и транспортных услуг. Для всех остальных товаров и услуг, за исключением расходов по аренде жилья и их эквивалента для собственников жилья, ежемесячно цены регистрировались только в пяти городах группы А (Нью-Йорк, Чикаго, Детройт, Лос-Анджелес, Филадельфия), в остальных городах группы А, а также в группах В и С цены регистрировались раз в три месяца, а в городах группы D – раз в четыре месяца. Регистрировали цены на все товары и услуги, за исключением расходов по аренде жилья и их эквивалента, тарифов общественного транспорта, цен газет и топлива, при непосредственном посещении пункта продажи. Остальную информацию получали по почте: для расходов по аренде жилья – ежемесячно с обязательным посещением домохозяйства раз в два года. В результате пересмотра ИПЦ 1964 г. схема осталась той же, за исключением регистрации цен для двух выборок, причем в городах группы D использовалась только одна из выборок для наблюдения и регистрация также стала осуществляться раз в три месяца, как и в городах других групп (за исключением пяти городов группы А).

Пересмотр ИПЦ 1978 г. оставил без изменения регистрацию цен в пяти крупных городах относительно остальных. Но с этого времени регистрация цен на остальные товары в других городах осуществлялась раз в два месяца, кроме того был расширен список товаров и услуг, цены на которые, назависимо от типа населенного пункта, регистрировались ежемесячно, а именно: работа няней, работа по уходу за садом, автомобильные шины, учебники и подобное. В последующих пересмотрах ИПЦ принципы регистрации цен не менялись.

Непосредственный расчет ИПЦ, в первую очередь, предполагал формирование весов, а затем, как результат, расчет средних цен и индексов цен на группы товаров и услуг и ИПЦ.

**Формирование весов** было связано со сбором информации по двум направлениям – численности населения выбранных населенных пунктов и потребительских расходов населения определенных категорий. Ключевой проблемой второй половины XX века для ИПЦ было нерегулярное обновление весов, ведущее к дополнительным отклонениям в оценке индекса. Первое обновление данных о потребительских расходах населения (до 1978 это касалось только работников, получающих заработную плату, и офисных работников) после Второй мировой войны было осуществлено в 1950 г.. В данное наблюдение за потребительскими расходами были включены семьи, состоящие из двух и более человек, общий доход которых не превышал 10 тыс. долл., а длительность занятости главы семьи была не менее 26 недель в году. Наблюдение за потребительскими расходами 1960 г. расширило круг лиц, включенных в данное обследование: в нем могли участвовать и одинокие лица, также было снято ограничение максимального дохода.

Следующее наблюдение 1972–1973 гг. определяло уже два вида потребительских расходов – для работников, получающих заработную плату, и офисных работников и для всех городских жителей. Это стало необходимо с введением двух ИПЦ для разных категорий населения. После 1978 г. критерии отбора населения, участвующего в наблюдении за потребительскими расходами, оставались теми же. Изменения носили технический характер и были связаны прежде всего с вопросами влия-

ния сезонности товаров, оценкой расходов по аренде жилья (в частности, было введено понятия «эквивалент ренты», методологически упрощающего процесс сбора и унификации статистической информации), также в рамках данного наблюдения был унифицирован период сбора информации для всех товаров и услуг – 3 месяца [27].

До 2002 г. периодичность обновления весов согласно наблюдению за потребительскими расходами осталась примерно одинаковой – 10 лет, то есть после наблюдения 1972–1973 г. в рамках пересмотра ИПЦ использовались веса по 1982–1983 г., а с 1998 г. – веса по 1993–1995 г. Одновременно с обновлением весов по потребительским расходам меняли веса по численности населения, информацию о которой предоставляло Бюро переписи США, отличие заключалось только в периоде наблюдения. Переписи населения проводились в 1950 г. и далее раз в 10 лет. С 1978 г. для расчета ИПЦ требовалось два показателя численности населения, так как наряду с ИПЦ для работников, получающих заработную плату, и офисных работников (CPI-W) рассчитывали и ИПЦ для всех городских жителей (CPI-U).

**Расчет средних цен и индексов цен** осуществлялся в рамках системы «город-страна», то есть регионы, хотя и существовало определенное территориальное деление, в развитии методики расчета практически не учитывались.

На первом этапе рассчитывалась средняя цена на конкретный товар или услугу в каждом городе по средней арифметической простой, за исключением продуктов питания. Средняя по ним рассчитывалась по средней арифметической взвешенной, в которой ценовые котировки соизмерялись отдельно для независимых и сетевых магази-

нов и усреднялись вместе. Относительная цена (изменение цены) на товар или услугу рассчитывалась через отношение сумм котировок этого товара во всех выбранных пунктах продаж этого города в отчетном периоде к аналогичной сумме предыдущего периода.

На втором этапе для каждого города рассчитывались индексы цен на группы товаров и услуги и в целом на весь набор на основе усреднения относительных цен, полученных на первом этапе, взвешенных по долям потребления каждого товаров и услуги.

На третьем этапе рассчитывался ИПЦ (индекс цен для всех городов) также по средней арифметической взвешенной, где индексы цен по городам соизмерялись долями численности населения этих городов (для каждого из двух индексов цен с 1978 г. – долями, соответствующими особенностям каждого показателя – CPI-W или CPI-U).

Нужно отметить, что описанная выше методика не менялась значительно, но во второй половине XX века были реализованы важные трансформации. Первая, пересмотр ИПЦ 1978 г., кроме расчета дополнительного индекса цен – для всех городских жителей, предполагал, что доля потребления, задействованная как вес на втором этапе (на уровне расчета индекса для каждой из страт), получалась как отношение произведения общих расходов на пункт базового уровня, входящего в страту, на долю его продаж относительно общего показателя для страты, которое скорректировано на коэффициент, определявший возможное дублирование пунктов продаж и ценовых котировок (из-за существования альтернативной выборки), к производству, характеризующему относительную величину количества ценовых котировок данного пункта базового уровня во всех котировках страты.

И вторая трансформация была реализована в 1999 г., и касалась она первого этапа расчета [28]. До этого времени средняя цена и относительная цена на конкретный товар и услугу рассчитывалась по средней арифметической, с 1999 г. – по средней гармонической. Необходимость замены одной формулы другой на базовом уровне расчета определяется искажениями ИПЦ, связанного с использованием одних и тех же весов, и средняя геометрическая в данном случае – один из инструментов нивелирования данного искажения.

### 3. Заключение

В данной статье, в отличие от предыдущей, также посвященной индексу цен [29], ИПЦ рассматривался не как теоретическое понятие, а как практически оцениваемый показатель. ИПЦ США второй половины XX века выбран не случайно: прежде всего, у Бюро статистики труда был довоенный опыт расчета ИПЦ, а также теоретические исследования в области ИПЦ и ИСЖ.

В течение второй половины XX в США предпринимались попытки приблизить теорию потребительского выбора и ИСЖ к практическому расчету ИПЦ, но кроме провозглашенной концепции постоянной полезности практических расчетов на регулярной основе на макроэкономическом уровне не реализовывалось.

Специфика траектории развития методики расчета ИПЦ США в истории второй половины XX века может быть определена следующим образом:

Во-первых, развитие осуществлялось по пути постепенного расширения выборочных совокупностей – городов и товаров и услуг, что особенно необходимо для улучшения репрезентативных характеристик ИПЦ.

Во-вторых, активно применялись методы теории вероятности, результаты которых зачастую необходимо было корректировать на основе экономических критериев (выборка городов).

В-третьих, осуществлялось формирование стандартных классификаций, в частности, классификации товаров и услуг для обеспечения унифи-

кации и единообразия сбора и обработки информации.

В-четвертых, существовала постоянная длина интервала обновления весов (потребительские расходы, численность населения – 10 лет) и выборочных совокупностей пунктов продаж (5 лет с 1978 г.) на протяжении всей второй половины XX века. Большой период обновления выборок и весов негативно вли-

яет на качество рассчитываемых показателей, поэтому при появлении технической возможности уже с начала 2000-х гг. веса и выборки стали обновляться чаще.

В-пятых, увеличение значимости ИПЦ для оценки инфляционных процессов определило расчет не одного, а двух индексов, различие которых определяет степень охвата городского населения.

## Литература

1. Козлова М.А. Индекс потребительских цен в эпоху двух мировых войн: история развития практики и теоретических концепций // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2018. №8 (166). С. 9–17.
2. Pollak R.A. The consumer price index: a research agenda and three proposals // *The Journal of Economic Perspectives*. 1998. Vol. 12. No. 1. P. 69–78.
3. Triplett J.E. Should the cost-of-living index provide the conceptual framework for a consumer price index? // *The Economic Journal*. 2001. Vol. 111. No. 472. P. F311–F334.
4. Morrell A.J.H. Some thoughts on index numbers // *The Incorporated Statistician*. 1952. Vol. 3. No. 3. P. 25–34.
5. Hurwitz A. Constants and compromise in the consumer price index // *Journal of the American Statistical Association*. 1962. Vol. 57. No. 300. P. 813–825.
6. Diewert W.E. Exact and superlative index numbers // *Journal of Econometrics*. 1976. Vol. 4. No. 2. P. 115–145.
7. Allen R.C., Diewert W.E. Direct versus implicit superlative index number formulae // *The Review of Economics and Statistics*. 1981. Vol. 63. No. 3. P. 430–435.
8. Klein L.R., Rubin H. A constant-utility index of the cost of living // *The Review of Economic Studies*. 1947–1948. Vol. 15. No.2. P. 84–87.
9. Wald A. A new formula for the index of cost of living // *Econometrica*. 1939. Vol. 7. No. 4. P. 319–331.
10. Chetty V.K. On the construction of cost of living and productivity indices // *International Economic Review*. 1971. Vol.12. No.1. P. 144–146.
11. Pollak R. *The theory of the cost-of-living index*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1989. 266.
12. Braithwait S.D. The substitution bias of the Laspeyres price index: an analysis using estimated cost-of-living index // *The American Economic Review*. 1980. Vol. 70. No. 1. P. 64–77.
13. Balk B.M. On calculating cost-of-living index numbers for arbitrary income levels // *Econometrica*. 1990. Vol. 58. No. 1. P. 75–92.
14. Beatty T.K., Larsen E.R. Using Engel curves to estimate bias in the Canadian CPI as a cost of living index // *The Canadian Journal of Economics*. 2005. Vol. 38. No. 2. P. 482–499.
15. Официальная статистическая методология организации статистического наблюдения за потребительскими ценами на товары и услуги и расчета индексов потребительских цен. № 734. М.: Росстат, 2014. 62.
16. Techniques of preparing. Major BLS Statistical Series // *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 1168. Washington: 1954. 126 p.
17. Kogan M. Selection of cities for Consumer Expenditure Survey, 1950 // *Monthly Labor Review*. 1951. Vol. 72. No.4. P. 430–436.
18. The consumer price index: history and techniques. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 1517. Washington: 1966. 118 p.
19. The consumer price index revision, 1978: facts about the revised consumer price index. Washington: Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 1978. 7.
20. Marcoot J.L., Bahr R.C. The revised consumer price index: changes in definitions and availability // *Monthly Labor Review*. 1986. July. P. 15–23.
21. BLS Handbook of methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 2490. Washington: 1997. 244 p.
22. Appendix 2: Published basic area index, sample areas, population weights, and pricing cycles // *Monthly Labor Review*. 1996. December. P. 70–77.
23. BLS Handbook of Methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistic*, No. 2134-2. Volume 2. *The Consumer Price Index*. Washington: 1984. 39 p.
24. Abraham K.G. Toward a cost-of-living index: progress and prospects // *The Journal of Economic Perspectives*. 2003. Vol. 17. No. 1. P. 45–58.
25. Humes H., Sobiro B. Technical Notes. The rent index – part 2: Methodology of measurement // *Monthly Labor Review*. 1949. Vol. 68. January. P. 60–68.
26. BLS Handbook of Methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 1910. Washington: 1976. 285 p.

27. Marcoot J.L. Revision of the consumer price index is now under way // *Monthly Labor Review*. 1985. April. P. 27–38.

28. Dalton K.V., Greenlees J.S., Stewart K.J. Incorporating a geometric mean formula into the

CPI // *Monthly Labor Review*. 1998. October. P. 3–7.

29. Козлова М.А. Временной индекс стоимости жизни: от формирования концепции до практических расчетов // *Статистика и экономика*. 2018. №15 (5). С. 63–72.

## References

1. Kozlova M.A. Consumer price index in the era of two world wars: the history of the development of practice and theoretical concepts. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of the Samara State University of Economics*. 2018; 8 (166): 9-17. (In Russ.)

2. Pollak R.A. The consumer price index: a research agenda and three proposals. *The Journal of Economic Perspectives*. 1998; 12; 1: 69-78.

3. Triplett J.E. Should the cost-of-living index provide the conceptual framework for a consumer price index? *The Economic Journal*. 2001; 111; 472: F311-F334.

4. Morrell A.J.H. Some thoughts on index numbers *The Incorporated Statistician*. 1952; 3; 3: 25-34.

5. Hurwitz A. Constants and compromise in the consumer price index. *Journal of the American Statistical Association*. 1962; 57; 300: 813-825.

6. Diewert W.E. Exact and superlative index numbers. *Journal of Econometrics*. 1976; 4; 2: 115-145.

7. Allen R.C., Diewert W.E. Direct versus implicit superlative index number formulae. *The Review of Economics and Statistics*. 1981; 63; 3: 430-435.

8. Klein L.R., Rubin H. A constant-utility index of the cost of living. *The Review of Economic Studies*. 1947-1948. Vol. 15. No.2. P. 84-87.

9. Wald A. A new formula for the index of cost of living. *Econometrica*. 1939; 7; 4: 319-331.

10. Chetty V.K. On the construction of cost of living and productivity indices. *International Economic Review*. 1971; 12; 1: 144-146.

11. Pollak R. *The theory of the cost-of-living index*. New York, Oxford: Oxford University Press; 1989. 266 p.

12. Braithwait S.D. The substitution bias of the Laspeyres price index: an analysis using estimated cost-of-living index. *The American Economic Review*. 1980; 70; 1: 64-77.

13. Balk B.M. On calculating cost-of-living index numbers for arbitrary income levels. *Econometrica*. 1990; 58; 1: 75-92.

14. Beatty T.K., Larsen E.R. Using Engel curves to estimate bias in the Canadian CPI as a cost of living index. *The Canadian Journal of Economics*. 2005; 38; 2: 482-499.

15. Ofitsial'naya statisticheskaya metodologiya organizatsii statisticheskogo nablyudeniya za potrebitel'skimi tsenami na tovary i uslugi i rascheta indeksov potrebitel'skikh tsen. №734 = The official statistical methodology for the organization of

statistical monitoring of consumer prices for goods and services and the calculation of consumer price indices. No.734. Moscow: Rosstat; 2014. 62 p. (In Russ.)

16. Techniques of preparing. Major BLS Statistical Series. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*. No. 1168. Washington: 1954. 126 p.

17. Kogan M. Selection of cities for Consumer Expenditure Survey, 1950. *Monthly Labor Review*. 1951; 72; 4: 430-436.

18. The consumer price index: history and techniques. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 1517. Washington: 1966. 118 p.

19. The consumer price index revision, 1978: facts about the revised consumer price index. Washington: Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 1978. 7.

20. Marcoot J.L., Bahr R.C. The revised consumer price index: changes in definitions and availability. *Monthly Labor Review*. 1986. July. P. 15-23.

21. BLS Handbook of methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 2490. Washington: 1997. 244 p.

22. Appendix 2: Published basic area index, sample areas, population weights, and pricing cycles. *Monthly Labor Review*. 1996. December. P. 70-77.

23. BLS Handbook of Methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistic*, No. 2134-2. Volume 2. The Consumer Price Index. Washington: 1984. 39 p.

24. Abraham K.G. Toward a cost-of-living index: progress and prospects. *The Journal of Economic Perspectives*. 2003; 17; 1: 45-58.

25. Humes H., Sobiros B. Technical Notes. The rent index – part 2: Methodology of measurement. *Monthly Labor Review*. 1949; 68. January: 60-68.

26. BLS Handbook of Methods. *Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics*, No. 1910. Washington: 1976. 285 p.

27. Marcoot J.L. Revision of the consumer price index is now under way. *Monthly Labor Review*. 1985; April: 27-38.

28. Dalton K.V., Greenlees J.S., Stewart K.J. Incorporating a geometric mean formula into the CPI. *Monthly Labor Review*. 1998; October: 3-7.

29. Kozlova M.A. The temporary index of the cost of living: from the formation of the concept to practical calculations. *Statistika i ekonomika = Statistics and Economics*. 2018; 15 (5): 63-72. (In Russ.)

**Сведения об авторе**

**Мария Александровна Козлова**  
Уральский государственный экономический  
университет  
Екатеринбург, Россия  
E-mail: kozlova\_mary@mail.ru  
Тел.: +7(919)387-27-84

**Information about the author**

**Maria A. Kozlova**  
Ural State University of Economics,  
Yekaterinburg, Russia  
E-mail: kozlova\_mary@mail.ru  
Tel: +7(919)387-27-84

## Разработка и использование модели когнитивной системы для решения задач целенаправленного поведения\*

*Целью исследования является формулировка формального определения когнитивной системы на основе упрощенного представления о познавательной деятельности человека и разработка на этой основе методики инженерного проектирования модели когнитивной системы. Процесс познания моделируется как взаимодействие нескольких структур человеческой личности. Основными структурами, непосредственно реализующими процесс познания, является подсознание и взаимодействующее с ним сознание. С использованием методики инженерного проектирования когнитивной модели разработана архитектура интеллектуальной системы, использующая когнитивный механизм планирования управляющих воздействий. Для реализации когнитивного механизма формирования управляющих воздействий выбран агентно-ориентированный подход. Исследуется алгоритм формирования планов адаптации целенаправленного поведения интеллектуальной системы. Выполняется построение базы знаний интеллектуальной системы с адаптацией целенаправленного поведения.*

*Методом исследования является применение принципов теории динамических систем автоматического управления к упрощенным процессам познания и синтез на этой основе алгоритмов и технических устройств. Разработка интеллектуальной системы целенаправленного поведения велась на основе агентно-ориентированного подхода. Для описания механизма целенаправленного поведения использован интегрированный подход к представлению знаний, сочетающий в себе преимущества логических и сетевых методов.*

*Основными результатами работы являются разработка формального определения когнитивной системы в виде системы автоматического управления в пространстве состояний. Подсознание моделируется пространством состояний когни-*

*тивной системы, формируемым в результате взаимодействия с внешним миром. Процесс познания представляется в виде оценки сознанием элементов пространства состояний, которое названо пространством оценок. Взаимодействие с внешним миром моделируется как в виде управления внешним миром, так и в виде его информирования. На основе этих представлений разработана структура интеллектуальной системы, реализующая когнитивный механизм планирования управляющих воздействий. Представлена архитектура многоагентной системы формирования управляющих воздействий для целенаправленного поведения. Разработана база знаний для формирования планов адаптации целенаправленного поведения интеллектуальной системы.*

*Для ключевых процедур функционирования когнитивной системы введены понятия оптимальных оценок векторов состояния и оптимального процесса управления, позволяющие синтезировать наилучшие в определенном смысле алгоритмы и технические устройства. Использование методики позволило разработать: структуру интеллектуальной системы, реализующую когнитивный механизм планирования управляющих воздействий; архитектуру многоагентной системы формирования управляющих воздействий для целенаправленного поведения; базу знаний интеллектуальной системы для планирования управляющих воздействий. Разработка интеллектуальной системы велась с использованием многоагентной технологии. Подсистемы формировались в виде отдельных функциональных образований – многоагентных систем.*

*Ключевые слова: когнитивная система, модель, планирование, адаптация, интеллектуальная система, целенаправленное поведение*

Aleksander A. Solodov<sup>1</sup>, Vasilii M. Trembach<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

## Development and use of a cognitive system model for solving problems of purposeful behavior

*The aim of the study is to formulate a formal definition of the cognitive system on the basis of a simplified representation of human cognitive activity and on this basis to develop methods for engineering design of the cognitive system model. The process of cognition is modeled as the interaction of several structures of the human personality. The main structures that directly implement the process of cognition are the subconscious mind and the consciousness interacting with it. Using the technique of engineering design of the cognitive model, the architecture of the intellectual system using the cognitive planning mechanism of control actions*

*is developed. An agent-oriented approach was chosen to implement the cognitive mechanism of control actions formation. The algorithm of formation of purposeful behavior adaptation plans of intellectual system is investigated. The knowledge base of the intelligent system is built with the adaptation of purposeful behavior.*

*The method of research is the application of the principles of the theory of dynamic automatic control systems to the simplified processes of cognition and the synthesis of algorithms and technical devices on this basis. The development of an intelligent system of purposeful behavior was conducted on the basis of an agent-*

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-07-00918.

oriented approach. To describe the mechanism of purposeful behavior, an integrated approach to knowledge representation is used, combining the advantages of logical and network methods. The main results of the work are the development of a formal definition of a cognitive system in the form of an automatic control system in the state space. The subconscious is modeled by the space of states of the cognitive system, formed as a result of interaction with the outside world. The process of cognition is presented in the form of evaluation by consciousness of the elements of the space of states, which is called the space of evaluations. Interaction with the outside world is modeled both in the form of management of the outside world, and in the form of its informing. On the basis of these representations the structure of the intellectual system realizing the cognitive mechanism of planning of control actions is developed. The architecture of multi-agent system of control actions formation for purposeful behavior is presented. The knowledge

base for the formation of adaptation plans of purposeful behavior of the intellectual system is developed.

For the key procedures of the cognitive system functioning, the concepts of optimal estimates of state vectors and optimal control process are introduced, which allow to synthesize the best in a certain sense algorithms and technical devices. The use of this technique allowed developing a structure of an intelligent system that implements cognitive mechanism for the planning of control actions; the multi-agent system architecture of formation control actions for goal-directed behavior; knowledge base of intellectual system for planning control actions. The intelligent system was developed using multi-agent technology. Subsystems were formed in the form of separate functional formations-multi-agent systems.

**Keywords:** cognitive system, model, planning, adaptation, intellectual system, purposeful behavior

## Введение

Разработка эффективных искусственных систем (технических устройств) целенаправленного поведения должна, по-видимому, учитывать такие особенности познавательной деятельности человека, которые и делают ее оптимальной. Изучению процесса познавательной деятельности посвящена обширная литература в различных областях знаний, как философских и психологических, так и многочисленных ответвлений. Особенностью изучения познания является то обстоятельство, объясняющееся, конечно, сложностью предмета исследования, что получено очень мало результатов, непосредственно применимых для разработки соответствующих технических средств. В связи с этим в настоящей работе предпринято рассмотрение процесса познания в простейшей форме, позволившее сформулировать формальную модель познавательной деятельности, пригодную для применения в инженерной практике.

Считают, что познавательная деятельность состоит в восприятии реальности некоторой познавательной структурой, которая для простоты называется подсознанием и перемещения воспринятых образов в другую структуру, называемую сознанием.

В связи с этим сделаем следующие замечания. Получен-

ные к настоящему времени результаты в области философии и психологии познания не приводят к указанной модели познания. Тем не менее, применение столь упрощенной модели познания позволяет, как уже указывалось, получить реальные результаты. Кроме того, если ограничиться наиболее общими понятиями сознания и подсознания, то предложенная модель в целом соответствует современным представлениям. Так, в [1] подсознание определяется как устаревший термин, применявшийся для обозначения психических процессов, протекающих без прямого отображения их в сознании и помимо прямого сознательного управления. Аналогичное определение дается и в [2]: подсознание (подсознательное) – собирательное понятие, которым обозначают различные неосознаваемые системы психики (например, предсознательное и бессознательное) или их совокупность. Таким образом, не вдаваясь в терминологические нюансы, для целей настоящей работы будем полагать, что подсознание является структурой познавательной деятельности, не управляемой сознанием.

Сознание представляет собой внутренний мир чувств, мыслей, идей и других духовных феноменов, которые непосредственно не воспринимаются органами чувств и принципиально не могут стать

объектами предметно-практической деятельности ни самого сознающего субъекта, ни других людей [2]. Таким образом, будем полагать, что сознание является той структурой познавательной деятельности, которая является носителем знаний в доступной для дальнейшего использования (для данного индивида) виде.

Моделирование процесса познания как перенесения информации из подсознания в сознание по-видимому может считаться оправданным, поскольку, как указано в [3] «...практически все знания в неявном виде включают в себя элемент бессознательного, хотя бы в виде инсайтов (озарений) их создателей. Таким образом, свобода воли познания, являющегося надстройкой, жестко ограничивается фундаментом – бессознательным, порождающим “протознания”, которые и определяют, в основном, генерацию своеобразия явных сознательных знаний».

Упомянутые упрощения позволили сформулировать формальное определение когнитивной системы в духе классического определения [4] динамической системы автоматического управления. Это открывает возможность применение как обширных методов теории автоматического управления, так и новых подходов в рамках направления развития автоматизации и обмена данными – Industry 4.0 [5, 6, 7].

Одним из главных направлений Industry 4.0 является Интернет вещей (Internet of Things, IoT) [7], представляющий собой новый виток совершенствования интернета. Предполагается широкое использование «Киберфизических систем» (CyberPhysical Systems), представляющих комплексные системы из вычислительных и физических элементов.

Концепция туманных вычислений ориентирована на расширение облачных функций хранения, обработки и сетевого взаимодействия. Она включает обработку и сбор данных, расположенных на конечных устройствах сети, а не в облаке, решая таким образом основные проблемы, возникающие при организации интернета вещей [8].

Важным направлением Industry 4.0 является машинное обучение (machine learning, ML) [9], которое представляет область знаний, включающую основные технологии и методы, используемые в областях больших данных и Интернета вещей.

В области автоматического управления методами искусственного интеллекта широко исследуются механизмы, используемые человеком для решения трудных задач, их использование для развития когнитивного подхода в этих областях.

Когнитивные вычисления (cognitive computing) представляют современные технологии, которые с уже развиваются быстрыми темпами и помогают человеку обрабатывать на основе контекстнозависимых связей огромные потоки информации, генерируемым человеком.

Перечисленные направления требуют рассмотрения в статье таких вопросов как:

- познавательная деятельность человека;
- построение простой модели познания человеком окружающего мира;

- формализация модели когнитивной системы;

- построение на основе методики инженерного проектирования интеллектуальной системы, реализующей когнитивный механизм планирования и адаптации целенаправленного поведения.

## 1. Модель когнитивной системы

В настоящей работе под когнитивной системой будем понимать совокупность некоторых множеств, объединенных протекающими между ними процессами, описывающими познание. Более конкретно рассматриваются два множества, одно из которых называется сознанием, а другое – подсознанием. Элементами этих множеств выступают образы, мыслеформы, архетипы, гештальты и т.п. а процессами – взаимодействие между множествами.

Когнитивной системой называется совокупность взаимосвязанных элементов, удовлетворяющая следующим аксиомам:

1. Система функционирует в непрерывном времени, т.е. аргументом всех процессов в системе является совокупность действительных чисел  $t$  с фиксированным начальным моментом  $t_0$ .

2. Задано множество  $U$  допустимых входных воздействий  $u(t) \in U$ .

3. Задано множество состояний когнитивной системы со значениями (элементами)  $z(t) \in Z$ .

4. Существует переходное отображение (переходная функция) состояния  $F$ , значениями  $f$  которой являются состояния системы

$$z(t) = f[t, t_0, z(t_0), u] \quad (1.1)$$

5. Задано множество оценок  $X$ , значениями (элементами) которого  $x(t) \in X$  являются преобразованные когнитивной системой состояния системы  $z(t) \in Z$ .

6. Существует переходное отображение (переходная функция) оценок  $G$ , значениями  $g$  которой являются оценки состояния системы

$$x(t) = g[t, t_0, z(t), u] \quad (1.2)$$

7. Определена функция потерь (штрафов)  $\Pi(z, x)$  преобразования элементов из множества состояний  $Z$  в множество оценок  $X$ .

8. Определена выходная функция  $\Gamma$ , определяющая множество выходных состояний системы  $Y$ , элементами которого являются выходные состояния  $y(t) = \gamma[t, x(t)]$ .

Краткая характеристика элементов когнитивной системы состоит в следующем.

Свойство непрерывности времени отражает тот факт, что в реальных когнитивных системах время воспринимается как непрерывный аргумент вне зависимости от дискуссий по поводу квантовой природы времени. Очевидно, что и в моделях таких систем должно быть сохранено такое представление. Свойству непрерывности может быть противопоставлено требование протекания процессов дискретно. Тогда, если предположить стационарность всех отображений (функций) когнитивная система преобразуется в автомат. С формальной точки зрения автоматами являются все цифровые вычислительные средства, однако когнитивные свойства им приписать возможно тогда, когда дискретность времени выполнения операций пренебрежимо мала по сравнению с длительностью вычислительного процесса.

Допустимые входные воздействия  $u(t) \in U$  (наблюдаемый процесс) – это такая совокупность элементов, которые могут быть непосредственно зафиксированы (записаны, отображены) когнитивной системой. Воздействия могут быть как детерминированными, так и случайными, причем

их допустимость понимается в смысле способности когнитивной системы их воспринять, переработать и т.п.

Множество состояний когнитивной системы  $z(t) \in Z$  — это такое множество элементов, которое возникает в системе в результате отображения (восприятия, переработки) входных воздействий. Например, если входным воздействием является некий предмет, то элементами пространства состояний могут быть представления, соответствующие размерам и (или) весу предмета, о цвете, запахе, температуре и т.п. В человеческом процессе познания это множество ассоциируется с подсознанием или областью бессознательного.

Множество оценок  $X$  с элементами  $x(t) \in X$  формируется в соответствии с переходной функцией оценок и состоит из характеристик, сформированных на основании уже имеющихся представлений в пространстве состояний. В человеческом процессе познания это множество ассоциируется с сознанием. Перемещение элемента из множества состояний во множество оценок интерпретируется как акт познания (мыслительный, чувственный).

Формальная функция потерь  $\Pi(z, x)$  характеризует затраты когнитивной системы на формирование оценки, или, что то же самое, качество оценки с определенной точки зрения.

Множество выходных состояний  $Y$  с элементами  $y(t) \in Y$  — это те средства, с помощью которых система может общаться с внешним миром, например, язык, сформированные когнитивной системой чувственные понятия и образы, произведения музыки, изобразительных искусств и т.п.

Приведенное определение, конечно, не может адекватно описать все существующие и теоретические когнитивные системы, и, в особенности, познавательную деятельность

человека, однако пригодно в качестве методической основы для математической формулировки основных задач изучения таких систем.

Для разработки математических моделей, пригодных для количественного изучения поведения когнитивных систем, необходимо на множествах, фигурирующих в определении когнитивной системы ввести метрику, т.е. расстояние между элементами. В этом случае множества становятся метрическими пространствами, в которых возможно определение предельного перехода и, вслед за этим, операции дифференцирования и интегрирования.

Метрическим пространством называется множество  $X$ , в котором задано расстояние между каждыми двумя элементами  $x \in X$ ,  $y \in X$  в виде действительной функции  $\rho(x, y)$ , удовлетворяющей аксиомам [10]:

$$\begin{aligned} \rho(x, y) &= 0 \text{ тогда и только} \\ &\text{тогда, когда } x = y, \\ \rho(x, y) &= \rho(y, x) \\ &\text{(аксиома симметрии),} \\ \rho(x, z) &\leq \rho(x, y) + \rho(y, z) \\ &\text{(аксиома треугольника).} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Простейшей метрикой является обычное евклидово расстояние в евклидовых многомерных пространствах. В этих пространствах применимы обычные математические действия.

## 2. Управление в когнитивной системе

Термин управление применяется в теории систем управления для обозначения процедуры такого воздействия на вход системы, которое перевело бы систему в желаемое состояние.

Обычно, рассматривая когнитивные системы, изучают процесс познания и разрабатывают соответствующие модели. В дальнейшем будем полагать, что познание не может быть абстрактным, а должно быть подчинено вполне опре-

деленной цели. Например, познание индивидуумом самого себя может преследовать цель сохранения здоровья, т.е. способности системы функционировать на возможно более длительном интервале времени. Таким образом, разрабатываемая модель функционирования когнитивной системы, сделаем следующие предположения:

У процесса управления имеется начальный момент  $t_0$  и соответствующее начальное состояние  $x(t_0)$  в пространстве оценок  $X$ . Начальное состояние может быть как фиксированной точкой в пространстве  $X$ , так и некоторой начальной областью  $X_0 \in X$ .

В пространстве оценок системы  $X$  существует некоторое подпространство  $X_1 \in X$ , в которое необходимо перевести систему в результате процесса управления за конечное время управления  $T = t_1 - t_0$  ( $t_1$  — конечный момент процесса управления).

Ключевую роль в данной модели играет понятие закона управления. Вслед за общей теорией динамических систем будем полагать, что законом управления называется функция

$$u(t) = k[t, x(t)] \quad (2.1)$$

значениями которой являются допустимые управления.

Формулировка закона управления предполагает, что управление является входным воздействием когнитивной системы и зависит как от времени, так и от оценки состояния системы. В дальнейшем эти обстоятельства используются при разработке структурной схемы оптимальной когнитивной системы.

Общей задачей управления в когнитивные системы таким образом, является отыскание такого закона управления, который за время управления  $T = t_1 - t_0$  переведил бы систему из начального состояния  $X_0$  в целевое состояние  $X_1$ .

Для реализации процесса управления когнитивная си-

стема должна удовлетворять некоторым свойствам, ключевыми из которых являются свойства наблюдаемости и управляемости.

**Наблюдаемость** (адекватность) когнитивной системы — ее способность формировать оценки  $x(t)$  оптимальным образом, т.е. с минимальными потерями, определяемыми функцией потерь  $P(z, x)$ . Следует подчеркнуть, что в технических системах автоматического управления наблюдаемыми величинами являются выходные процессы  $y(t)$ , по которым и пытаются определить состояние системы. Существенной особенностью когнитивных систем является их способность к «самонаблюдению», т.е. осознанию собственного состояния. В терминах введенных величин это означает способность системы определять необходимые для процесса управления компоненты вектора  $x(t)$ . Вопросы наблюдаемости когнитивных систем в подобной постановке изучались в [11].

**Управляемость** когнитивной системы — ее способность совершать процессы управления. Далеко не очевидно, что когнитивная система будет в состоянии совершить необходимый для достижения цели управления соответствующий процесс управления. Ограничения могут быть связаны со следующими обстоятельствами:

Неприемлемое время управления. При этом процесс управления может настолько затянуться, что цель управления теряет актуальность. Например, настоятельная необходимость изучения иностранного языка может пропасть в процессе его изучения из-за изменения мотивации.

Необходимость затрат неприемлемого ресурса, т.е. ресурса, которого нет в распоряжении данной системы. Например, овладение искусством музыкальной композиции наталкивается на от-

сутствие соответствующих способностей.

Характерной особенностью когнитивных систем является то обстоятельство, что процессы управления протекают в таких системах оптимальным в некотором смысле образом. Для моделирования такого оптимального управления необходимо ввести в рассмотрение показатель качества управления и критерий (правило) в соответствии с которым выбирается наилучшее управление.

Будем полагать, что показателем качества управления является функция (функционал)

$$I = I(x, u, t).$$

Оптимальным будем называть такой процесс управления  $u^*(t) = k^*[t, x(t)]$ , который доставляет указанному функционалу экстремум. Примерами показателей оптимального управления могут быть минимальное время управления, минимальные затраты некоторого ресурса и т.п.

### 3. Структурная интерпретация управления в когнитивной системе

Сформулированные выше определения когнитивной системы, управления в когнитивной системе и оптимального управления позволяют представить структурную схему, представленную на рис. 1, иллюстрирующую эти определения.

Очевидно, что управляющие воздействия  $u(t)$  первоначально возникают при взаимодействии когнитивной системы с внешним миром с помощью органов чувств. Возникающее при этом управляющее воздействие переводит подсознание из первоначального (промежуточного) состояния  $z(t_0)$  в текущее  $z(t)$ . В терминах модели это означает формирование состояния когнитивной системы.

Следующий этап — формирование оценки текущего состояния когнитивной

системы в сознании. В переходной функции оценок  $x(t) = g[t, t_0, z(t), u]$  выделено управляющее воздействие  $u$ , очевидно, совпадающее с управляющим воздействием, действующим на подсознание. Это обстоятельство отражает возможность воздействия органов чувств на сознание непосредственно, если обработка сигналов внешнего мира подсознанием не требуется.

Функция оценок  $x(t)$  используется когнитивной системой для общения с внешним миром через преобразование  $y(t) = \gamma[t, x(t)]$ , а также формирования оптимальных управляющих воздействий с целью достижения заданной области  $X_1$ .

По-видимому, управляющее воздействие разделяется в когнитивной системе на две составляющих — управление органами чувств и управление сознанием. При этом управление органами чувств понимается в широком смысле и включает разработку таких технических устройств, которые расширяют возможности общения с внешним миром. Специально формируемые управляющие воздействия  $u_1^*(t)$  действуют в следующих направлениях.

Расширение диапазонов величин, непосредственно воспринимаемых органами чувств человека. Действительно, в области электромагнитных излучений человек непосредственно воспринимает чрезвычайно узкий диапазон видимого света. Понадобилось привлечение приборов для возможности регистрации электромагнитного излучения от сверхдлинных волн до гамма излучения. Это позволило создать радиосвязь, телевидение, навигацию, томографию, рентгенографию и т.п. Аналогичное расширение происходит и с помощью других систем, например, развитие сети Интернет.

Создание приборов, позволяющих регистрировать физические явления, непо-

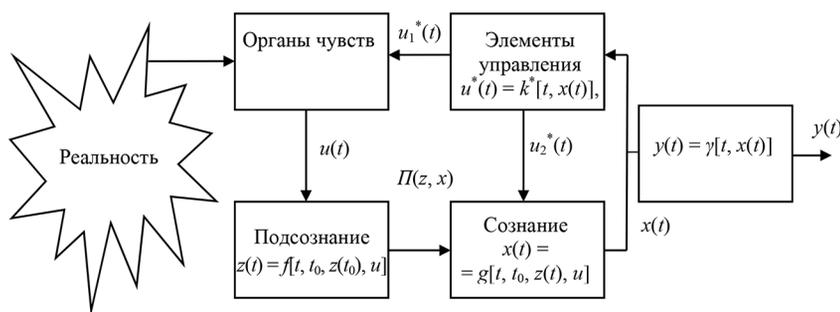


Рис. 1. Структурная интерпретация управления в когнитивной системе

средственно человеком не воспринимаемые, например, сильные и слабые взаимодействия. Строительство Большого адронного коллайдера, например, является проявлением этой тенденции.

Еще раз подчеркнем, что управление  $u^*(t) = k^*[t, x(t)]$  является функцией оценок состояния когнитивной системы.

Из приведенной структурной схемы следует, что подсознание является наиболее изолированной частью когнитивной системы в том смысле, что не подвергается никаким управляющим воздействиям, кроме естественных. Это согласуется с мнением психологов об автономном функционировании подсознания по крайней мере у рядовых личностей.

Разработанная модель и соответствующая структурная схема могут быть использованы для моделирования когнитивных процессов в реальных технических устройствах и конструирования таких устройств. Ниже приводится пример конструирования элемента управления для формирования

#### 4. Архитектура интеллектуальной системы с использованием когнитивного механизма для формирования управляющих воздействий и планов адаптации целенаправленного поведения

С учетом разработанной модели и соответствующей структурной схемы когнитив-

ной системы создана интеллектуальная система (ИС), формирующая управляющие воздействия для целенаправленного поведения на основе чувственных образов.

В качестве примера рассматривается ИС, содержащая когнитивный механизм, реализующий планирование и описанный Аристотелем в книге Никомахова этика (том III, 1112b), где также предложен алгоритм. Алгоритм Аристотеля был реализован более чем через 2300 лет Ньюэллом и Саймоном в одной из первых программ по ИИ – программе GPS. В настоящее время то, что создано на его базе, называют регрессивной системой планирования [12,13,14].

Для построения ИС будет использоваться агентно-ориентированный подход [15]. В составе ИС при организации целенаправленного поведения должны использоваться следующие компоненты:

- многоагентная система (МАС) восприятия действительности;
- МАС ввода и хранения описания требуемого состояния;
- МАС формирования управляющих воздействий (УпрВ);
- МАС реализации УпрВ;
- МАС базы знаний (БЗ).

Структура данной ИС представлена на рис. 2.

МАС восприятия действительности в технических системах выполняет функции сбора информации от датчиков по заранее заданному алгоритму или по запросу о выдаче текущего значения в описание текущего состояния (Стек) одного или нескольких, заранее заданных параметров. Аналогом такой МАС является телеметрическая система (ТМС). В контексте данной статьи МАС восприятия действительности играет роль органов чувств в общей модели когнитивной системы (рис. 1).

МАС ввода и хранения описания требуемого состояния является интерфейсом для получения описания требуемого состояния Стр и передачи его в МАС формирования УпрВ. Стр может поступать от пользователя ИС в голосовом, текстовом, видео-формате, от МАС или агентов других ИС.

МАС формирования управляющих воздействий (УпрВ) выполняет операции, связан-

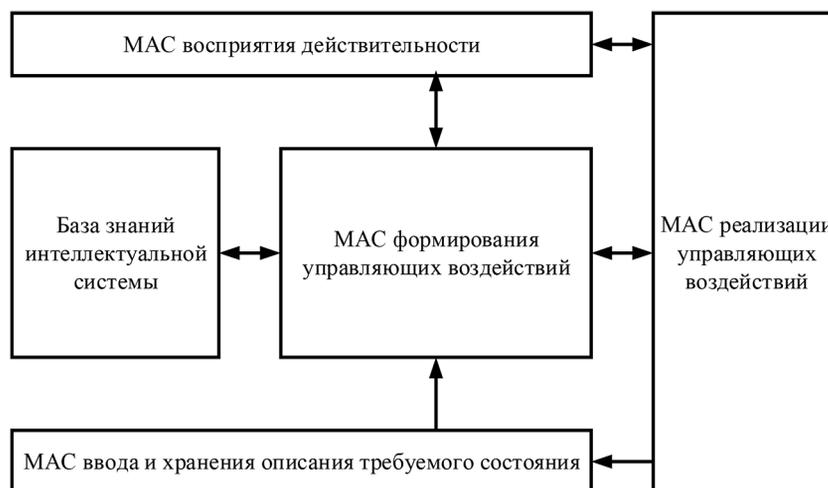


Рис. 2. Структура интеллектуальной системы

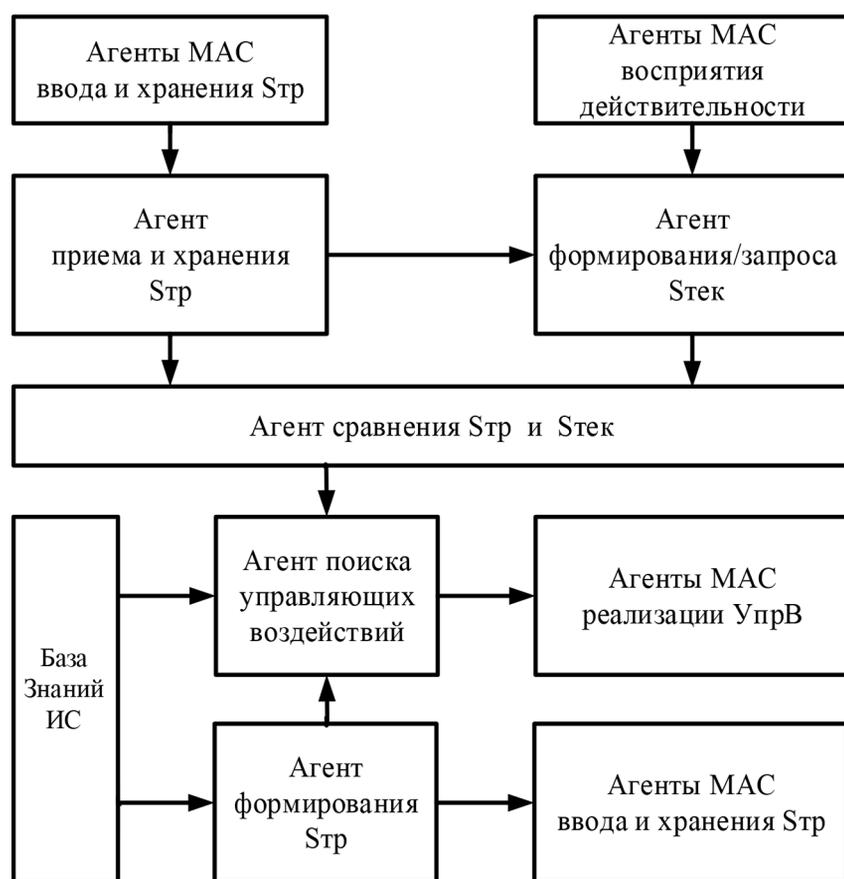


Рис. 3. Архитектура MAC формирования управляющих воздействий

ные с планированием УпрВ и использует для этого следующие агенты:

- агент приема и хранения Str;
- агент формирования/запроса стек;
- агент сравнения Str и стек;
- агент поиска УпрВ с именем параметра и его значением в ПстУ, соответствующим имени параметра и его значению в описании Str;
- агент формирования Str для следующего шага планирования.

Оптимальность управляющего воздействия обеспечивается выбором соответствующего критерия работы агента сравнения Str и стек. В простейшей ситуации таким критерием может быть полное совпадение параметров Str и стек.

MAC реализации УпрВ организует хранение сформированных УпрВ и их реализацию (выдачу в исполнительные органы, контроль выдачи и ис-

полнения, а также обнаружение для компенсации влияния внешних возмущений). Для решения указанных задач используются следующие агенты:

- агент получения и хранения УпрВ для текущего шага реализации;
- агент выдачи УпрВ с текущего шага реализации (связь агента с объектом управления не показана и может быть различной природы);
- агент контроля выдачи УпрВ с текущего шага реализации;
- агент контроля исполнения УпрВ с текущего шага реализации;
- агент обнаружения внешних воздействий на текущем шаге реализации.

MAC БЗ. Обеспечивает запись, хранение и использование знаний ИС для решения задач целенаправленного поведения.

При решении задач целенаправленного поведения ИС начинает работу с поступления

состояния, которое необходимо достичь (от блока «Сознания», или блока «Подсознания», или от блока датчиков – чувственных органов). По именам признаков, описывающих требуемое состояние, формируются их текущие значения от органов чувств (датчиков).

Далее происходит сравнение значений признаков требуемого состояния со значениями этих же признаков, но из текущего состояния. Выявляются параметры, у которых значения требуемого состояния и текущего не совпадают.

Когда такие параметры определены, необходимо найти управляющие воздействия, которые могут их изменить в требуемом направлении. С этой целью рассматриваются управляющие воздействия, после выполнения, которых произойдут необходимые изменения.

Выбранные таким образом управляющие воздействия сохраняются, для выдачи на исполнительные органы, на одном, первом шаге.

После этого происходит проверка на предмет возможности выполнения, выдачи, записанных на первом шаге управляющих воздействий. Если окажется, что выдача управляющих воздействий с первого шага планирования возможна, то управляющие воздействия выдаются, и требуемое состояние будет достигнуто.

Если же не все управляющие воздействия могут выдаваться, то из признаков условий выполнения (предусловий) формируется состояние, которое необходимо достичь, но уже для нового шага планирования.

На новом шаге планирования выполняются те же операции, что и на первом шаге планирования и так до тех пор, пока не будут спланированы управляющие воздействия, которые возможны для выполнения.

Если начать выдачу управляющих воздействий начиная с последнего шага планирования, то после выдачи управ-

ляющих воздействий, спланированных на первом шаге, то требуемое состояние будет достигнуто.

При реализации спланированных управляющих воздействий достижение требуемого состояния возможно при безошибочной отработке управляющих воздействий и отсутствии внешних возмущений [16].

Для компенсации допущенных ошибок в реализации управляющих воздействий или при наличии внешних возмущений необходима адаптация ИС [17] к таким ситуациям. Адаптация может выполняться с помощью операций планирования и включает определенные шаги. Для описания алгоритма адаптации целенаправленного поведения используются следующие обозначения:

$S_{ц_0}$  — описание целевого состояния целенаправленного поведения ИС;

$S_{ц_i}$  — описание целевого состояния для  $i$ -го шага формирования плана;

$S_{пер_i}$  — описание различий между целевым состоянием и текущим (модели перевода) для  $i$ -го шага формирования плана;

$S_{тек_i}$  — описание текущего состояния для текущего,  $i$ -го шага формирования плана;

$i$  — номер шага формирования плана;

$Tr3$  — требуемые значения признаков.

С использованием введенных сокращений алгоритм адаптации целенаправленного поведения интеллектуальной системы будет содержать следующие шаги:

1. После исполнения команд (управляющих воздействий) текущего шага реализации необходимо зафиксировать  $S_{ц_i}$  в качестве исходного требуемого состояния ( $i$  отражает шаг планирования команд, которые были исполнены), т. е.  $S_{ц_0} = S_{ц_i}$ . Установить первый шаг формирования плана адаптации:  $j = 1$ . Зафиксировать целевое состояние для первого шага формирования плана адаптации  $S_{ц_j} = S_{ц_0}$ .

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<AIBase>
...
<concept name="Шагать" comments="Шагнуть">
  <PRDU>
    <element name="FB" value="нет"/>
    <element name="ON" value="нет"/>
    <element name="FR" value="нет"/>
    <element name="FO" value="да"/>
  </PRDU>
  <PSTU>
    <element name="ON" value="да"/>
  </PSTU>
</concept>
...
<concept name="Поворот к музею(право)" comments="Повернуться направо">
  <PRDU>
    <element name="FO" value="нет"/>
    <element name="RO" value="да"/>
    <element name="RB" value="нет"/>
  </PRDU>
  <PSTU>
    <element name="FO" value="да"/>
  </PSTU>
</concept>
...
<concept name="Начать обход препятствия справа" comments="Повернуться направо">
  <PRDU>
    <element name="FB" value="да"/>
    <element name="FO" value="да"/>
    <element name="RB" value="нет"/>
    <element name="LO" value="нет"/>
  </PRDU>
  <PSTU>
    <element name="FB" value="нет"/>
  </PSTU>
</concept>
...

```

Рис. 4. Фрагмент базы знаний для целенаправленного поведения

2. Формирование текущего состояния для  $j$ -го шага планирования. По именам параметров из  $S_{ц_j}$  запрашиваются их текущие значения, т.е. формируется  $S_{тек_j}$ .

3. Сравнение  $S_{ц_j}$  и  $S_{тек_j}$ . Формирование  $S_{пер_j}$  из параметров, текущие значения которых не совпали с  $Tr3$ .

4. Если  $S_{пер_j} = \emptyset$ , то перейти к шагу 8.

5. Выбор операций содержащих в предусловиях такие параметры с  $Tr3$ , как в  $S_{пер_j}$ .

6. Из предусловий (условий возможности выполнения) выбранных операций, формируется образ требуемого состояния для следующего шага формирования плана адаптации  $S_{ц_{j+1}}$ .

7. Установить следующий шаг планирования  $j := j + 1$ . Перейти к п.2.

8. Конец формирования плана адаптации.

При наличии внешних возмущений может потребоваться не один, а несколько шагов планирования. Реализация спланированных управляющих воздействий позволит выйти на требуемую траекторию управления [16].

На рис. 4 представлен фрагмент базы знаний ИС для реализации алгоритма адаптации целенаправленного поведения.

### Заключение

Разработанная модель когнитивной системы в пространстве состояний стала методической основой формулировки задач оптимального функционирования человекоподобных алгоритмов. Особенностью модели является возможность составления математических алгоритмов и соответствующих структурных схем технических устройств.

Применимость модели подтверждена разработкой архитектуры интеллектуальной системы для формирования управляющих воздействий и планов адаптации целенаправленного поведения, а также соответствующего алгоритма.

Дальнейшими направлениями исследований могут стать детализация модели и ее более подробное математическое описание с целью расширения возможностей инженерных решений [18, 19, 20].

## Литература

1. Сушин М.А. Байесовский разум: новая перспектива в когнитивной науке // Вопросы философии. 2017. № 3. С. 74–87.
2. Грицанов А.А. Новейший философский словарь. Минск: Книжный Дом, 1999.
3. Савельев А.В. Аспекты возможности сознательного моделирования бессознательного в искусственных социумах // Искусственные общества. 2009. Т. 4. С. 1–4.
4. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М.: Мир, 1971. 399 с.
5. Новиков О.Ю. Компоненты понятия Industry 4. 0 [Электрон. ресурс] // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. №1 (1). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/komponenty-ponyatiya-industry-4-0>. (Дата обращения: 29.09.2019).
6. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global\\_industry-2016\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf)
7. Giusto D. Iera A., Morabito G., L. Atzori (Eds.). The Internet of Things. New York: Springer-Verlag New York, 2010. 442 p.
8. Саламатов И.А. Локализация данных за счет использования облачно-туманных технологий [Электрон. ресурс] // Вестник ВУиТ. 2015. №1 (23). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/lokalizatsiya-dannyh-za-schet-ispolzovaniya-oblachno-tumannyh-tehnologiy>. (Дата обращения: 28.06.2019).
9. Саттон Р.С. Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. пер. с англ. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2011. 399 с.
10. Справочник по теории автоматического управления. Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. 712 с.
11. Солодов А.А. Байесовская адаптация в пуассоновских когнитивных системах // Открытое образование. 2019. № 23(4). С. 23–31.

## References

1. Sushchin M.A. Bayesian mind: a new perspective in cognitive science. *Voprosy filosofii = Philosophy Issues*. 2017; 3: 74-87. (In Russ.)
2. Gritsanov A.A. *Noveyshiyy filosofskiy slovar'* = The latest philosophical dictionary. Minsk: Book House; 1999. (In Russ.)
3. Savel'yev A.V. Aspects of the possibility of conscious modeling of the unconscious in artificial societies. *Iskusstvennyye obshchestva = Artificial Societies*. 2009; 4 : 1-4. (In Russ.)
4. R. Kalman, P. Falb, M. Arbib. *Ocherki po matematicheskoy teorii system = Arbib. Essays on the mathematical theory of systems*. Moscow: Mir; 1971. 399 p. (In Russ.)

12. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 1408 с.
13. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 4. С. 32–42
14. Трембач В.М. Модульная архитектура интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей // Открытое образование. 2019. № 23(4). С. 32–43. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2019-4-32-43>
15. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 352 с.
16. Трембач В.М. Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний: монография. М.: МЭСИ, 2010. 236 с.
17. Растрингин Л.А. Адаптация сложных систем. Рига: Зинатне, 1981. 375 с.
18. Карпов В.Э., Карпова И.П., Кулинич А.А. Социальные сообщества роботов: эмоции и темперамент роботов; общение роботов; модели контактного, подражательного и агрессивного поведения роботов; командное поведение роботов и образование коалиций; пространственная память анимата. М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2019. 349 с. (Сер. «Науки об искусственном», № 19)
19. Telnov Y. Enterprise product and service process design with the use of intelligent technologies [Электрон. ресурс] // Selected Papers of the XXII International Conference «Enterprise Engineering and Knowledge Management (EEKM 2019)». (Moscow, Russia, April 24–26, 2019). Moscow: CEUR Workshop Proceedings, 2019. P. 152–160. Режим доступа: <http://ceur-ws.org/Vol-2413/>
20. Lakoff J. *Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

5. Novikov O.YU. Components of the concept Industry 4. 0 [Internet]. ITNOU: informatsionnyye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii = ITNOU: information technologies in science, education and management. 2017; 1 (1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/komponenty-ponyatiya-industry-4-0>. (cited: 29.09.2019). (In Russ.)
6. «Industriya 4.0»: sozdaniye tsifrovogo predpriyatiya = Industry 4.0»: the creation of a digital enterprise [Internet]. Available from: [https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global\\_industry-2016\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf). (In Russ.)
7. Giusto D. Iera A., Morabito G., L. Atzori (Eds.). The Internet of Things. New York: Springer-Verlag New York; 2010. 442 p.

8. Salamatov I.A. Data localization through the use of cloud-fog technology [Internet]. Vestnik VUiT = Bulletin of VUiT. 2015; 1 (23). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/lokalizatsiya-dannyh-za-schet-ispolzovaniya-oblachno-tumannyyh-tehnologiy>. (cited: 28.06.2019). (In Russ.)
9. Satton R.S. Barto E.G. Obuchenije s podkrepleniem. per. s angl = Reinforced training. Tr. from Eng. Moscow: BINOM Laboratory of Knowledge; 2011. 399 p. (In Russ.)
10. Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya. Pod red. A.A. Krasovskogo = Reference on the theory of automatic control. Ed. A.A. Krasovskiy. Moscow: Nauka; 1987. 712 p. (In Russ.)
11. Solodov A.A. Bayesian adaptation in Poisson cognitive systems. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2019; 23(4): 23-31. (In Russ.)
12. Russel S., Norvig P. Iskusstvennyy intellekt: sovremennyy podkhod, 2-ye izd.: Per. s angl = Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2 edition. Tr. from Eng. Moscow: Williams Publishing House; 2007. 1408 p. (In Russ.)
13. Kuznetsov O.P. Cognitive semantics and artificial intelligence. Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy = Artificial intelligence and decision making. 2012; 4: 32-42. (In Russ.)
14. Trembach V.M. The modular architecture of an intelligent system for solving the problems of the Internet of things. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2019; 23(4): 32-43. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2019-4-32-43>. (In Russ.)
15. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektual'nyim organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika = From multi-agent systems to intelligent organizations: philosophy, psychology, computer science. Moscow: Editorial URSS; 2002. 352 p. (In Russ.)
16. Trembach V.M. Resheniye zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s ispol'zovaniyem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya = Solving management problems in organizational and technical systems using evolving knowledge: a monograph. Moscow: MESI; 2010. 236 p. (In Russ.)
17. Rastrigin L. A. Adaptatsiya slozhnykh sistem = Adaptation of complex systems. Riga: Zinatne, 1981. 375 p.
18. Karpov V.E., Karpova I.P., Kulinich A.A. Sotsial'nyye soobshchestva robotov: emotsii i temperament robotov; obshcheniye robotov; modeli kontagioznogo, podrazhatel'nogo i agresivnogo povedeniya robotov; komandnoye povedeniye robotov i obrazovaniye koalitsiy; prostranstvennaya pamyat' animate = Social communities of robots: emotions and temperament of robots; communication robots; models of contagious, imitative and aggressive behavior of robots; team behavior of robots and the formation of coalitions; spatial memory of animat. Moscow: URSS: LENAND; 2019. 349 p. (Ser. «The Sciences of the Artificial» № 19). (In Russ.)
19. Telnov Y. Enterprise product and service process design with the use of intelligent technologies [Internet]. Selected Papers of the XXII International Conference «Enterprise Engineering and Knowledge Management (EEKM 2019)». (Moscow, Russia, April 24–26, 2019). Moscow: CEUR Workshop Proceedings, 2019: 152-160. Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-2413/>
20. Lakoff J. Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago: University of Chicago Press; 1987.

#### Сведения об авторах

##### **Александр Александрович Солодов**

*д.т.н., профессор, профессор кафедры Прикладной математики и программирования Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия*  
 Эл. почта: [aasol@rambler.ru](mailto:aasol@rambler.ru)

##### **Василий Михайлович Трембач**

*к.т.н., доцент, доцент кафедры 304 Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия*  
 Эл. почта: [trembach@yandex.ru](mailto:trembach@yandex.ru)

#### Information about the authors

##### **Aleksander A. Solodovnikov**

*Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics and Programming Kosygin Russian State University, Moscow, Russia.*  
 E-mail: [aasol@rambler.ru](mailto:aasol@rambler.ru)

##### **Vasiliy M. Trembach**

*Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department 304 Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*  
 E-mail: [trembach@yandex.ru](mailto:trembach@yandex.ru)