

Научно-практический
рецензируемый журнал

СТАТИСТИКА И ЭКОНОМИКА
Том 22. № 5. 2025

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 № 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 «Урал-Пресс»: 80246

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2025

Подписано в печать 21.10.25.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 9,75. Тираж 1500 экз.
Заказ

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СЧЕТА И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА	
<i>Н.С. Айюбова</i> Анализ динамики платежного баланса Азербайджана с использованием модели коррекции ошибок	4
ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА	
<i>М.В. Бикеева, Е.А. Сысоева</i> Младенческая смертность в России: статистический анализ и прогнозирование основных тенденций	19
СОЦИАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА	
<i>И.А. Киришин, А.И. Касимова</i> Кластеризация субъектов Российской Федерации по ресурсной обеспеченности населения в сфере здравоохранения и использованию коечного фонда	30
<i>Д.В. Дианов, Е.И. Кузнецова</i> Статистическое исследование показателей и факторов развития страхования в России.....	41
<i>И.П. Курочкина, Л.А. Маматова, Н.Ю. Ширина, Е.Б. Шувалова</i> К вопросу использования дисперсионного анализа для формирования объективной информации при оказании услуг в агентствах недвижимости	52
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТАТИСТИКЕ	
<i>В.В. Ворожжихин, В.П. Заварухин</i> Наука для управления: к формированию научно- обоснованных целей стратегического развития	63

Scientific and practical reviewed
journal

STATISTICS AND ECONOMICS
Vol. 22. № 5. 2025

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:
ΦC77-65889 or 27.05.16.
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 «Ural-Press»: 80246

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2023

Signed to print 21.10.25.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 9.75. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

NATIONAL ACCOUNTS AND MACROECONOMIC STATISTICS

- Natavan S. Ayyubova*
Analysis of the Dynamics of Azerbaijan's Balance of Payments
Using Error Correction Model 4

DEMOGRAPHIC STATISTICS

- Marina V. Bikeeva, Evgeniya A. Sysoeva*
Infant Mortality in Russia: Statistical Analysis and Forecasting
of Main Trends..... 19

SOCIAL STATISTICS

- Igor A. Kirshin, Alice I. Kasimova*
Clustering of the Russian Federation Regions by Resource
Provision of the Population in the Sphere of Healthcare and
Use of Hospital Stock 30

- Dmitry V. Dianov, Elena I. Kuznetsova*
Statistical Study of Indexes and Factors of Insurance
Development in Russia..... 41

- Irina. P. Kurochkina, Lyudmila A. Mamatova,
Nataliya Yu. Shirina, Elena B. Shuvalova*
On the Issue of Using Analysis of Variance to form Objective
Information when Providing Services in Real Estate Agencies.. 52

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN STATISTICS

- Vladimir V. Vorozhikhin, Vladimir P. Zavarukhin*
On the Issue of Using Analysis of Variance to form Objective
Information when Providing Services in Real Estate Agencies.. 63

Редакционная коллегия

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 цифровых технологий, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

ДИАНОВ Дмитрий Владимирович, д.э.н., профессор, профессор кафедры экономической безопасности, финансов и экономического анализа, Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва, Россия

ЕГОРОВА Елена Алексеевна, к.э.н., доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Количественные методы исследования регионального развития», Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

ЕЛИСЕЕВА Ирина Ильинична, д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель кафедры статистики и эконометрики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

ЗАРОВА Елена Викторовна, д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель начальника управления стратегического анализа, Аналитический центр Москвы; профессор кафедры статистики (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова), Москва, Россия; избранный член Международного статистического института (ООН)

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

КУЧМАЕВА Оксана Викторовна, д.э.н., профессор, профессор кафедры народонаселения, экономический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

ЛАЙКАМ Константин Эмилевич, д.э.н., председатель Межгосударственного статистического комитета Содружества Независимых Государств, член Совета руководителей статистических служб государств-участников Содружества Независимых Государств, Москва, Россия

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

МИНАШКИН Виталий Григорьевич, д.э.н., профессор, проректор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

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

САЛИН Виктор Николаевич, к.э.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры бизнес-аналитики департамента налогов, аудита и бизнес-анализа, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

СМЕЛОВ Павел Александрович, к.э.н., доцент, генеральный директор фонда «Центр стратегических разработок», Москва, Россия

СЫСОЕВА Евгения Александровна, д.э.н., доцент, заведующий кафедрой статистики и информационных технологий в экономике и управлении, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва, Саранск, Россия

ТАКМАКОВА Елена Валерьевна, д.э.н., доцент, почетный работник науки и высоких технологий РФ, профессор кафедры инноватики и прикладной экономики, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орёл, Россия

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

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

Editorial Board

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

Lyudmila P. BAKUMENKO, D.Sc. (Economics), Professor, Head of Applied Statistics and Digital Technologies Department, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

Dmitry V. DIANOV, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Economic Security, Finance and Economic Analysis, Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russia

Elena A. EGOROVA, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Head of the Research Laboratory “Quantitative research methods of regional development”, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Irina I. ELISEEVA, D.Sc. (Economics), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of the Russian Federation, Faculty Advisor of Statistics and Econometrics Department, Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia

Elena V. ZAROVA, D.Sc. (Economics), Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Deputy Head of the Department of Strategic Analysis, Moscow Analytical Centre; Professor of Statistics Department (Plekhanov Russian University of Economics), Moscow, Russia; Elected Member of the International Statistical Institute (United Nations)

Mikhail V. KARMANOV, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of Statistics Department, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Oksana V. KUCHMAEVA, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Population, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Konstantin E. LAYKAM, D.Sc. (Economics), Chairman of the Interstate Statistical Committee of the Commonwealth of the Independent States, Member of the Council of Heads of Statistical Services of the Commonwealth of Independent States, Moscow, Russia

Pawel LULA, Professor, Dr. hab., Full Professor, Head of the Department of Computational Systems, Krakow University of Economics, Krakow, Poland

Vitaly G. MINASHKIN, D.Sc. (Economics), Professor, Vice-rector, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Natalia A. SADOVNIKOVA, D.Sc. (Economics), Professor, Head of Statistics Department, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Victor N. SALIN, Cand. Sci. (Economics), Professor, Honoured Worker of Higher Education of the Russian Federation, Professor of the Department of Business Analytics, Division of Taxes, Audit and Business Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Pavel A. SMELOV, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, General Director of the Centre for Strategic Research Foundation, Moscow, Russia

Evgeniya A. SYSOEVA, D.Sc. (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Statistics and IT in Economics and Management, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

Elena V. TAKMAKOVA, D.Sc. (Economics), Associate Professor, Honorary Worker of Science and High Technologies of the Russian Federation, Professor of Department of Innovation and Applied Economics, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

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

Elena B. SHUVALOVA, D.Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Certification and Training of Scientific Personnel, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia



Анализ динамики платежного баланса Азербайджана с использованием модели коррекции ошибок

Цель исследования. Анализ изменений динамики и структуры платежного баланса для разработки превентивных антикризисных мер является одной из важных и сложнейших задач регулирования экономики на государственном уровне. Растущее число научных работ, посвященных моделированию динамики, изучению взаимосвязи платежного баланса с различными эндогенными и экзогенными факторами, свидетельствует о важности и растущем интересе к этой теме.

Материалы и методы. Исходные временные ряды являются нестационарными. При переходе к временным рядам с разностями в этих рядах сохраняется информация, соответствующая только краткосрочным изменениям. А вся остальная информация, охватывающая долгосрочные изменения динамики, теряется при переходе к разностям. Возникшая ситуация требует правильного подхода к процессу моделирования рассматриваемых временных рядов. Период наблюдения исследования охватывает годовые данные с 1995 по 2023 год. Для решения поставленной задачи и характерного описания динамики развития платежного баланса в работе впервые проведен экономический анализ динамики платежного баланса по отдельным его статьям, с 2012 по 2021 год, в частности за 2020-2021 годы. Последующие шаги по расширенному эконометрическому анализу временных рядов были посвящены определению стационарности, переходу к разностям и построению векторных

моделей коррекции ошибок. При выполнении коинтеграционного теста было выявлено его сочетание с тестом на стационарность. Были выполнены и проанализированы все необходимые тесты. Получены и проанализированы критические значения для этих статистик.

Результаты. В данной статье разрабатывается векторная модель коррекции ошибок, которая позволяет проводить анализ и моделирование более двух временных статистических рядов в указанном временном периоде. Векторная модель коррекции ошибок ограничивает динамику эндогенных факторов и направляет их на коинтеграционную связь. В статье рассматривается взаимосвязь между текущим счетом платежного баланса Азербайджана и мировыми ценами на нефть марок West Texas Intermediate и Brent.

Заключение. С помощью построенной векторной модели коррекции ошибок можно измерить отклонения от равновесия и скорость его восстановления. Очень медленное восстановление после срыва от шоковых реакций изменения мировых цен на нефть позволяет сделать вывод о наличии устойчивой, долгосрочной, равновесной взаимосвязи между изучаемыми временными рядами.

Ключевые слова: эконометрическое моделирование; платежный баланс; цены на нефть; стационарность; коинтеграция; модель коррекции ошибок.

Natavan S. Ayyubova

Baku State University, Baku, Azerbaijan

Analysis of the Dynamics of Azerbaijan's Balance of Payments Using Error Correction Model

Purpose of the study. Analysis of changes in the dynamics and structure of the balance of payments to develop preventive anti-crisis measures is one of the important and most difficult tasks of regulating the economy at the state level. The growing number of scientific papers devoted to modeling dynamics, studying the relationship of the balance of payments with various endogenous and exogenous factors indicates the importance and growing interest in this topic.

Materials and methods. The original time series are non-stationary. When moving to time series with differences, information corresponding only to short-term changes is stored in these series. And all other information covering long-term changes in dynamics is lost when moving to differences. The situation that has arisen requires a correct approach to the process of modeling the time series under consideration. The observation period of the study covers annual data from 1995 to 2023. To solve the problem and to provide a characteristic description of the dynamics of the development of the balance of payments, the paper first carried out an economic analysis of the dynamics of the balance of payments for its individual articles, from 2012 to 2021, in particular for 2020-2021. Subsequent steps for advanced econometric analysis of time series were devoted to

the determination of stationarity, the transition to differences, and the construction of vector error correction models. When performing the cointegration test, its combination with the stationarity test was revealed. All necessary tests were performed and analyzed. Critical values for these statistics were obtained and analyzed.

Results. This article develops a vector error correction model that allows the analysis and modeling of more than two - time statistical series in a specified time period. VECM limits the dynamics of endogenous factors and directs them to a cointegration relationship. The paper examines the relationship between the current account of the balance of payments of Azerbaijan and world prices for West Texas Intermediate and Brent oil.

Conclusion. Using the constructed VECM, it is possible to measure deviations from equilibrium and the rate of its restoration. The very slow recovery after the disruption from the shock reactions of changes in world oil prices allows us to conclude that there is a stable, long-term, equilibrium relationship between the time series under study.

Keywords: econometric modeling; payment balance; oil prices; stationarity; cointegration; error correction model.

Introduction. Statistical analysis of the dynamics of the current account and the factors influencing them is explained by the position Azerbaijan occupies as an exporter and importer of energy carriers and the impact of this phenomenon on the economy and, accordingly, on the welfare of the country.

Under the influence of instability in international financial relations, the Central Bank of Azerbaijan decided to devalue the Azerbaijani manat, which was devalued twice in February and December 2015, and this impact on the key macroeconomic indicators of the country required a revision of the principles of the infrastructure, the economic strategy of the state, systemic risk management skills and management principles of the relevant competent authorities.

The fall in energy prices can lead not only to a violation of the macroeconomic stability achieved in the country but also to a complex increase and aggravation of problems in Azerbaijan's relations with other countries, which can slow down and even stop the country's economic growth.

Review of literature. In foreign and domestic scientific literature, researchers have presented a sufficient number of works that are devoted to problems related to balance of payments. In these works, researchers analyze problems in identifying the instability of balances of payments, problems in achieving stability and constant dynamics of development of balances of payments with a positive balance [1–7]. The balance of payments is a dynamic economic system that is sensitive to all socio-economic processes, both within the country and outside [8–10]. Many problems still remain unresolved and require an ongoing, well-founded scientific approach.

In the post-Soviet countries, balance of payments problems can be explained by the variability of the regime of devaluation

expectations. These expectations, having their own specificity, make work in this area important, as well as research of an economic and statistical nature. The processes of transformation of the national economies of the post-Soviet space, their regional characteristics, integration processes between countries, between macro indicators within the country, as well as between the main macroeconomic indicators and endogenous factors, such as world energy prices, are specific characteristics of research in this direction [11–15].

The article [16] analyzes the relationships between Russia's balance of payments. The author uses data covering an 11-year period and identifies the main factors influencing the balance of payments using econometric "tools". The authors of the article [17] consider and identify the impact of extreme oil shocks and changes in the dynamics of oil price uncertainty. This is an important point when modeling processes that are affected by oil prices. Output growth has been found to respond symmetrically or asymmetrically to positive and negative shocks during periods when oil price uncertainty is lower or higher and more or less stable before or after mid-1985. The findings highlight the importance of accounting for emissions and volatility in oil prices and production growth, and the need to better understand the response of economic activity to oil shocks in the face of oil price uncertainty. A group of researchers in [18] present the results of econometric modeling of the Belarusian economy and describe the method of constructing a macromodel used for analysis and short-term forecasting of significant economic indicators. The resulting ability of the model to reflect the impact of rising prices for imports of natural energy resources on macroeconomic indicators was tested and scenario forecasts were proposed. In this paper [19], the most suitable model of the ex-

change rate dynamics was established. The approximation and standard deviation indices with the Fourier series approach were used. Dynamic forecasting of exchange rates was made based on harmonic oscillatory models with linear trends. The study [20] identifies economic indicators that influence the state of important factors of economic relations, such as accounts receivable and accounts payable. These factors are taken into account when forecasting the calculations of budget mechanisms. A methodology for budgeting the occurrence and repayment of receivables and payables based on an approximated linear relationship is proposed. The main task in the work [21] is the formation of a unified system for forecasting the balance of payments of Kazakhstan. The expected results will provide an assessment of the sustainability of the external economic processes of the economy. The authors presented an analysis of international capital flows, as well as capital flows in Kazakhstan, reviewed the experience of forecasting the financial account on a global scale, and revealed a system for forecasting the financial account of the balance of payments. An analysis [22] of the main trends in the development of international oil trade has been carried out, the main determinants of the world oil market at the present stage of development have been identified, the economic situation in the oil industry in Russia has been analyzed, a comparative analysis of financial and economic indicators has been carried out, ways to increase gross income and gross profitability. The authors concluded that the Russian oil industry depends on economic and political factors, which requires periodic analysis of the activities of subjects in this industry.

Analysis of the state of the current account of the balance of payments of azerbaijan and world oil prices. Analyzing the data proposed by the Central Bank of

Azerbaijan, one can determine the positive dynamics in the balance of payments, particularly in the current account of operations. In the first half of 2021, Azerbaijan's balance of payments showed a positive balance of \$1.3 billion. However, for the same period in 2020, there was a deficit of \$956.4 million. In the period under review, the growth and influence of prices can explain this on world commodity markets and the expansion of non-commodity exports [23].

The current account surplus amounted to \$1.9 billion, the deficit in capital and financial flows was \$0.6 billion, and reserve assets increased by \$1.3 billion. During this period, the average price of crude oil was \$58 per barrel, and non-oil exports increased by 20%. There is also a positive trend in the foreign trade balance, in the balance of services (the deficit has decreased) and secondary income. The deficit increased in the balance of primary income (see Figure 1).

In the period under review, there is a surplus in the current account of the balance of payments. The current account surplus for the first half of 2021 amounted to \$1.9 billion, or 8% of GDP (\$598.2 million for the first half of 2020). The current account surplus in the oil and gas sector increased by 40.7% year-on-year to \$4.6 billion, while the current account deficit in the non-oil sector increased by 1.8% to \$2.7 billion.

And compared to the same period, within current operations, 68% of the country's total revenue, or \$14.6 billion, was received from the oil and gas sector, and 32%, or \$6.8 billion, from the non-oil sector. During the first half of 2018, 71.1% of the country's revenue was formed from the export of goods, 18.8% from the export of services, and only 10.1% from the primary and secondary income. At the same time, 48.2% of payments to non-residents were related to the import of goods and 32.2% to ser-

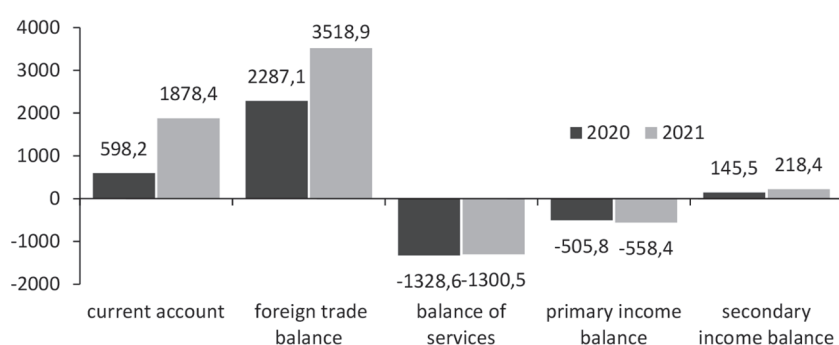


Рис. 1. Состояние текущего счета платежного баланса за 6 месяцев 2020 и 2021 годов (профицит, дефицит) (Источники данных: Маржа – агентство деловых и финансовых новостей, 2022 г.) [23].

Источник: Подготовлено автором в программе Excel.

Fig. 1. State of the current account of the balance of payments for 6 months of 2020 and 2021 (surplus, deficit) (Data sources: Marja is a business and financial news agency, 2022) [23].

Source: Prepared by the author in the Excel program.

vices. The remaining 19.6% were related to transfers to non-residents on primary and secondary income [24].

According to the foreign trade balance, the turnover for the first half of 2021 amounted to 13.2 billion US dollars, a positive balance of 6.4 billion US dollars in the oil and gas sector, closing the deficit of 2.9 billion US dollars in the non-oil sector, resulting in a positive balance of 3.5 billion US dollars was formed in the foreign trade balance. During the period under review, Azerbaijan had trade relations with 172 countries. 13.6% of foreign trade falls on the

Commonwealth of Independent States countries and 86.4% on other far-abroad countries.

The total volume of services for the economic relations of Azerbaijan with foreign countries for six months of 2021 amounted to 4.4 billion dollars. Of these, 2.9 billion dollars are services provided by non-residents to residents of Azerbaijan, and 1.5 billion dollars are services provided by residents of Azerbaijan to residents of foreign countries. The deficit in the balance of services decreased by 2.1% to \$1.3 billion. The balance of services in the oil and gas sector (mainly construction and

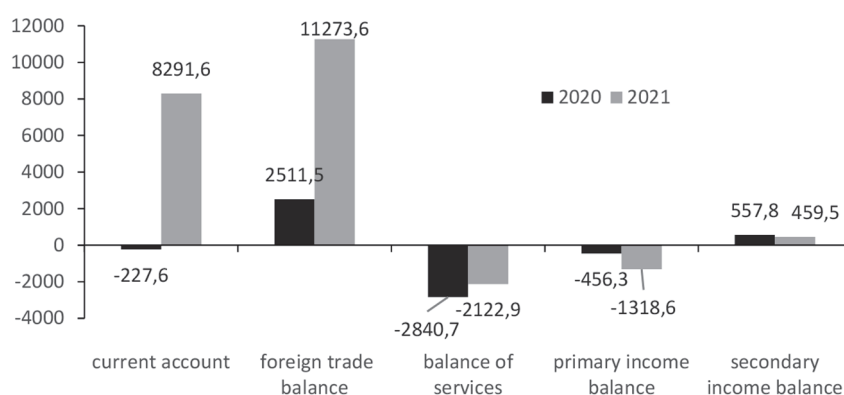
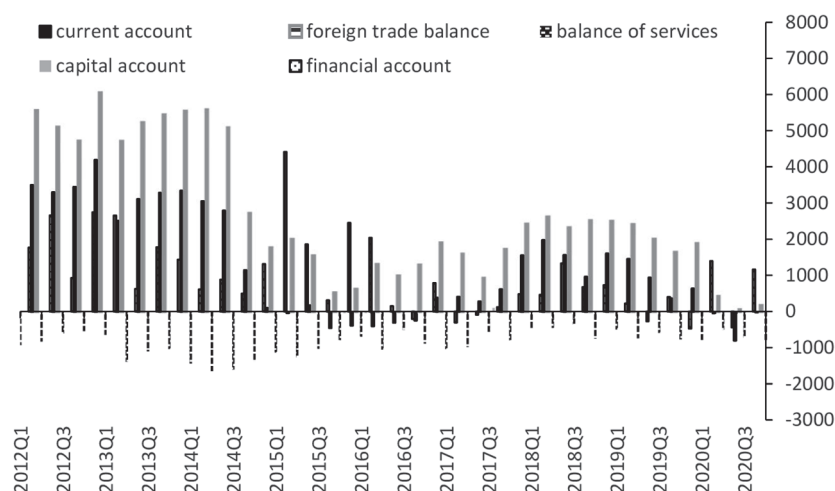


Рис. 2. Состояние текущего счета платежного баланса на конец года 2020 и 2021 (профицит, дефицит) (Источник данных: Центральный банк Азербайджана, 2022 г.) [25].

Источник: Подготовлено автором в программе Excel.

Fig. 2. State of the current account of the balance of payments at the end of the year 2020 and 2021 (surplus, deficit) (Data source: Central Bank of Azerbaijan, 2022) [25].

Source: Prepared by the author in the Excel program.

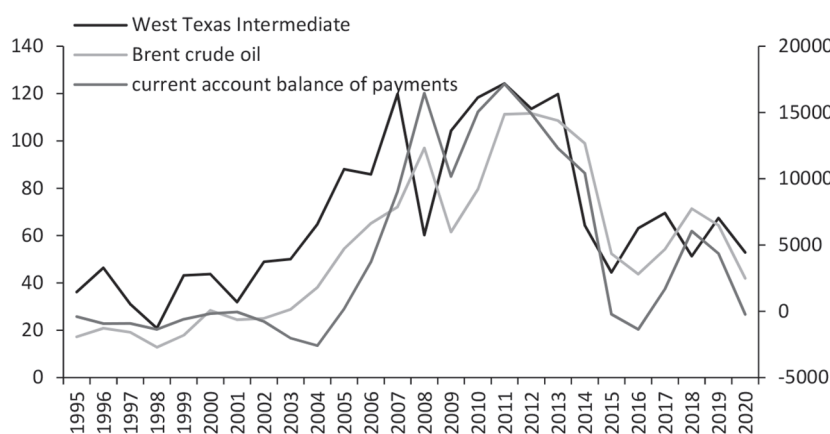


**Рис. 3. Динамика основных показателей платежного баланса
Азербайджана в 2012–2020 гг. (по кварталам) (млн. долларов США)
(Источники данных: Центральный банк Азербайджана, 2022 г.) [25].**

Источник: Подготовлено автором в программе Excel.

**Fig. 3. Dynamics of the main indicators of Azerbaijan's balance of payments
in 2012–2020 (by quarters) (million US dollars) (Data sources: Central
Bank of Azerbaijan, 2022) [25].**

Source: Prepared by the author in the Excel program.



**Рис. 4. Динамика временных рядов текущего платежного баланса
Азербайджана, цен на нефть марок Brent и West Texas Intermediate в
1995–2023 гг. (млн. долларов США) [25 - 27]**

Источник: Подготовлено автором в программе Excel.

**Fig. 4. Time series dynamics of Azerbaijan's current account balance of
payments, Brent and West Texas Intermediate oil prices in 1995–2023
(Million US Dollars) [25–27]**

Source: Prepared by the author in the Excel program.

other business services) amounted to 976.9 million US dollars (a decrease of 20.1%). The balance of services in the non-oil sector amounted to 323.6 million dollars (an increase of 3.1 times).

By the end of 2021, compared to the same period in 2020, the positive dynamics of the current account of the balance of payments continued. As noted above, the balance of revenues in 2021

was mainly affected by the price recovery on world commodity markets and a significant increase in non-commodity exports. The current account surplus amounted to \$8.3 billion, capital and financial flows made a deficit of \$5.1 billion, and reserve assets increased by \$3.1 billion. The average price of crude oil during this period was \$67 per barrel, while non-oil exports increased by 44% to \$2.6 billion.

The current account of the balance of payments consists of 4 elements: foreign trade, services, the proportion of primary income, and secondary income. In the histogram in Figure 2, one can consider the dynamics of the current account of the balance of payments, the foreign trade balance, the balance of services, and the balances of primary and secondary income [25]. As can be seen from Figure 2, the overall dynamics of the development of the central element of the balance of payments for six months of 2020 and 2021 did not change at the end of the year 2020 and 2021; that is, the trend continues. The data in Figure 3 cover a more extended period from 2012 to 2020, with quarterly values of the leading indicators of Azerbaijan's balance of payments and provide a «clear picture» of the state of the current account of Azerbaijan's proportion of revenues for the period under review.

The oil prices shown in 4 have been adjusted for inflation using the general CPI. Prices were applied in average annual format. The combined graph serves to implement a comparative analysis and visualization of patterns in time series. The graph includes polygons that describe the dynamics of the current account of the balance of payments of Azerbaijan and characterize changes in prices for West and Brent oil brands for the period 1995–2023. Analyzing the graphics in Figure 4 we can conclude that there is a close, similar relationship in dynamics between the current account of the balance of payments of Azerbaijan and the prices for West and Brent oil.

Empirical tests and results.

The study of time series of the current account of the balance of payments – BPCA, prices of oil brands Brent – BR and West – WT began with descriptive statistics. Observations covered the period from 1995 to 2023, with annual data. According to the test

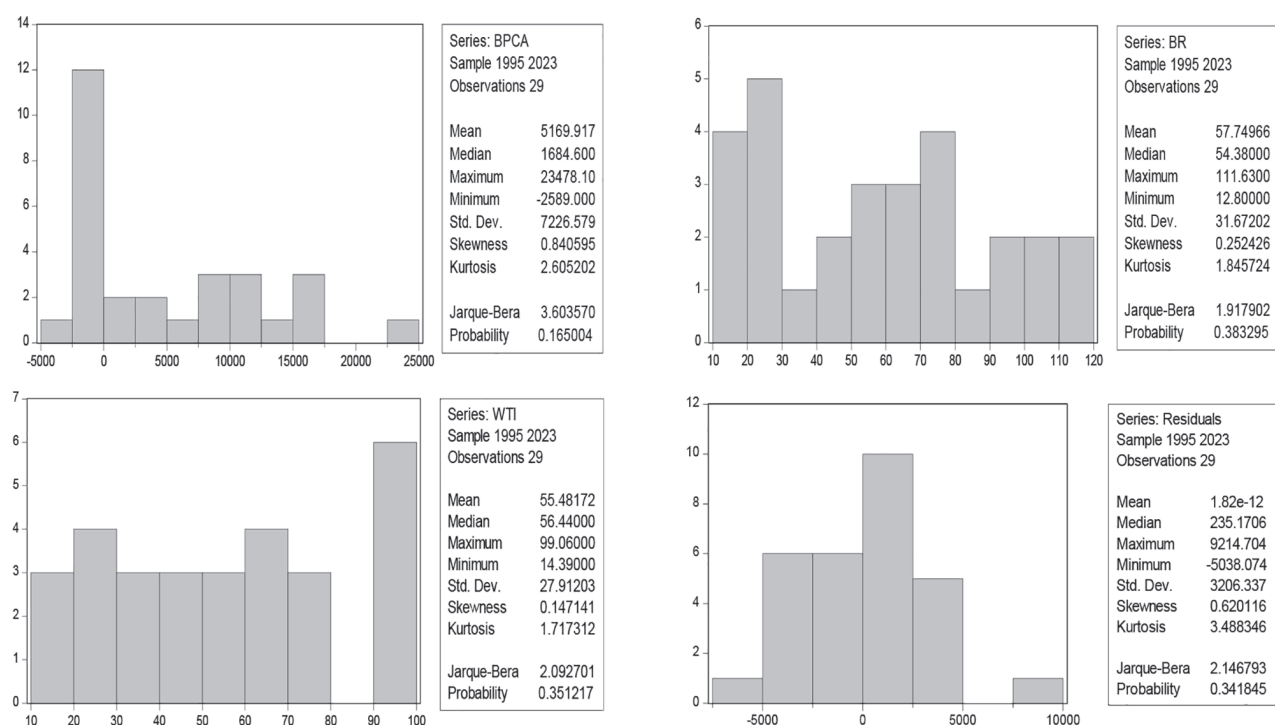


Рис. 5. Гистограмма стандартного распределения остатков для временных рядов текущего счета платежного баланса (BPCA), марок Brent, WTI и MRES.

Источник: График создан автором в программе EViews.

Fig. 5. Histogram of the standard distribution of residuals for the BPCA, BR, WTI and MRES time series.

Source: The graph was created by the author in the EViews software

results, a normal distribution was revealed in the row levels. The Jarque – Bera criterion obtained a value for the current account of the balance of payments equal to 3.6, with a probability of 0.17, for Brent oil prices of 1.92, with a probability of 0.38, and for West oil prices of 2.09, with a probability of 0.35, for resids 2.15, with 0.34. In all cases, the probabilities exceed the significance level of 0.05, which confirms the normality of the distribution. Note that the resids reflect the values of the model residuals. Studying the residuals along with the main factors of the model is important in econometric analysis.

The test for the normal distribution of levels of the BPCA, BR and WTI series gave the following results: $JB_{BPCA} = 3.60357$, with prob. = $0.165004 > 0.05$, $JB_{BR} = 1.917902$, with prob. = $0.383295 > 0.05$ and $JB_{WTI} = 2.092701$, with prob. = $0.351217 > 0.05$ and $JB_{residuals} = 2.146793$, with prob. = $0.341845 > 0.05$, which confirms

the normality of the distribution in the series (see Fig. 5). Although, the constructed histograms of standard distributions of residuals for the BPCA, BR, WTI and MRES time series do not visually confirm this. Deviations from the trend are observed in several areas of the BPCA, BR, WTI and MRES series.

In a comprehensive econometric analysis, multiple regression models often resort to methods that reveal the direction and closeness of relationships between the resulting and explanatory factors and between independent factors. Close relationships between independent factors give rise to multicollinearity, the consequences of which are undesirable for a multiple regression model. In the presence of multicollinearity, the regression coefficients change significantly in the process of adding or removing new factors to the model to improve the quality of the model, which serves for

a prospective assessment of the object under study, or the F-stat. shows the significance of the determination coefficient. Still, the regression coefficients do not have a statistical sense. Also, with an increase or decrease in the sample size, the values of the coefficients change significantly, the standard errors increase, the variances of the parameter estimates increase, the t-statistics of the coefficients decrease, etc. As a result, the parameter values and the model become unreliable for analysis or forecasting. A value close to zero of the matrix determinant ($X^T X$) may indicate the presence of multicollinearity. If the determinant of the inter-factorial correlation matrix is close to unity, then there is no multicollinearity.

The values of the paired coefficients in the correlation matrix also provide information in this direction. Consider paired correlation coefficients between factors in the correlation matrix for the analyzed model (see Table1).

Корреляционная матрица по модели множественной регрессии
Correlation matrix according to the multiple regression model

	BPCA	BR	WTI	MRES
BPCA	1	0.8914444725059371	0.8958660295249612	0.4436866754316293
BR	0.8914444725059371	1	0.9916365179847354	-8.956025622713171e-17
WTI	0.8958660295249612	0.9916365179847354	1	-3.382653182947344e-15
MRES	0.4436866754316293	-8.956025622713171e-17	-3.382653182947344e-15	1

As can be seen from the results in Table 1, most paired correlation coefficients between the factors of the model have high values. The values fall within the interval (0.7; 0.9). And this indicates a close relationship between them. The correlation coefficient between BR and WTI is very high, which characterizes a close relationship between them. This is also noticeable in the dynamics of these series in Figure 4. Multicollinearity between the explanatory factors distorts the results.

If there is a correlation between the levels of series in an autoregressive model, that is, in the presence of autocorrelation, the series may be subject to periodic fluctuations. This characterizes the insignificance and ineffectiveness of forecasts based on the autoregressive model. Cyclical fluctuations may not be random. Figure 6 shows the autocorrelation and partial autocorrelation functions of the

time series under consideration.

Analyzing the results presented in Figure 6, we come to the conclusion that AC for the series BPCA under consideration decreases, and PAC has the highest value of the first-order autocorrelation coefficient. For other orders there are no significant autocorrelation coefficients. A similar picture was revealed for the remaining time series. This means that the original time series are not stationary and represent a first-order autoregressive model – AR(1). Model can be represented in the following generalized form:

$$y_t = c + y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

So, analysis of the dynamics of the series under consideration confirms their nonstationarity. There is an increasing linear trend.

The results of multiple regression analysis can also be considered not entirely satisfactory: R-squared 1; Adjusted R-squared 1; F-stat. = 6.50E+28

(prob 0.0000); Durbin-Watson stat. 0.931926; t-stat. for BR = 1.05E+13 (prob. 0.0000), for WTI=4.06E+13 (prob.0.0000), MRES= 1.96E+14 (prob.0.0000). The Durbin-Watson stat value demonstrates the presence of positive autocorrelation.

The results obtained cannot be read as completely satisfactory. The original time series are nonstationary, and positive autocorrelation is observed. And positive regression results are false.

The following equation is a formal regression equation and is insignificant according to some criteria, that is, it does not satisfy the adequacy conditions:

$$\begin{aligned} BPCA = & 42.06684 * BR + \\ & + 184.6102 * WTI + MRES - \\ & - 7501.923 \end{aligned} \quad (2)$$

Consideration of the results of the above tests requires revision and replacement of the original data with differences of the first or second order. In the work [28], which was devoted to the study of the relationship between the current account of the balance of payments of Azerbaijan and the prices of Brent and West Texas Intermediate oil, the stationarity of the series by both the first and second differences was revealed. In such cases, it is not necessary to conduct a study of the series by the second differences. It is more appropriate to use the series by the first differences, demonstrating stationarity.

Augmented Dickey–Fuller (ADF) test is an extended form of the Dickey-Fuller test, based on which the method of differences is applied to series data. If there is autocorrelation in time series, this method can eliminate it and

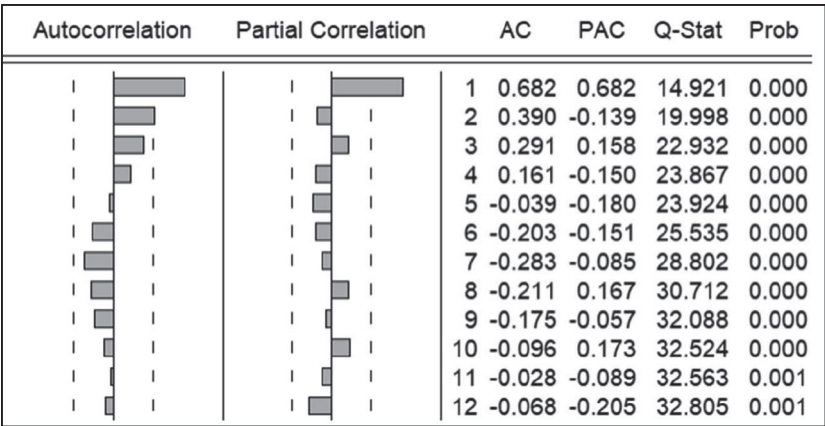


Рис. 6. Автокорреляция и частичная автокорреляция текущего счета платёжного баланса временных рядов

Источник: График создан автором в программе EViews

Fig. 6. AC and PAC of BPCA of time series

Source: The graph was created by the author in the EViews software

check the series for stationarity. The unit root ADF test calculates the value for the t test, suggesting critical values for the t test with 1%, 5% and 10% probabilities. Hypothesis H_0 defines a unit root, and its alternative hypothesis defines stationarity [29–31]. The Augmented Dickey – Fuller test can be represented based on the following equation:

$$y_t = \lambda y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

where y_t is the time series under study at moment t ; λ – coefficient determining the unit root; u_t is white noise, which is a random process, a special case of stationary series.

If the condition $\lambda = 1$ for the coefficient is satisfied, then the time series has a unit root, is not stationary and is an integrated time series of the first order $I(1)$. If $\lambda < 1$, then the time series is stationary and $I(0)$.

The ADF test carried out for the original series and for series with first differences with input parameters constant, maximum

Результаты теста Дики-Фуллера
Results of the Dickey-Fuller test

Variables	BPCA	BR	WTI	MRES
According to original rows				
1%	-3,69	-3,69	-3,69	-3,69
5%	-2,97	-2,97	-2,97	-2,97
10%	-2,63	-2,63	-2,63	-2,63
t – stat.	-2,23	-1,74	-1,83	-2,97
Prob.	0,201	0,402	0,3588	0,0498
By rows with first differences				
1%	-3,70	-3,70	-3,70	-3,70
5%	-2,98	-2,98	-2,98	-2,98
10%	-2,63	-2,63	-2,63	-2,63
t – stat.	-4,94	-4,8	-5,34	-5,008
Prob.	0,0005	0,0007	0,0002	0,0004

lag = 5, lag length = 0 gave the following results (see table 2).

The t-test values at the 1%, 5% and 10% critical values produced unsatisfactory results, with significance levels exceeding 0.05 for the original series. this confirms the nonstationarity of all time series with the original data. The same cannot be said about series with first differences. Quite high t-tests with high

probabilities. So, the results of the ADF test showed that all time series with first-order difference operators are stationary.

Now let's build a correlogram for time series based on first differences. The results are presented in Figure 7.

Figure 7 demonstrates the absence of autocorrelation at all levels according to the AC and the PAC. This is justified by the

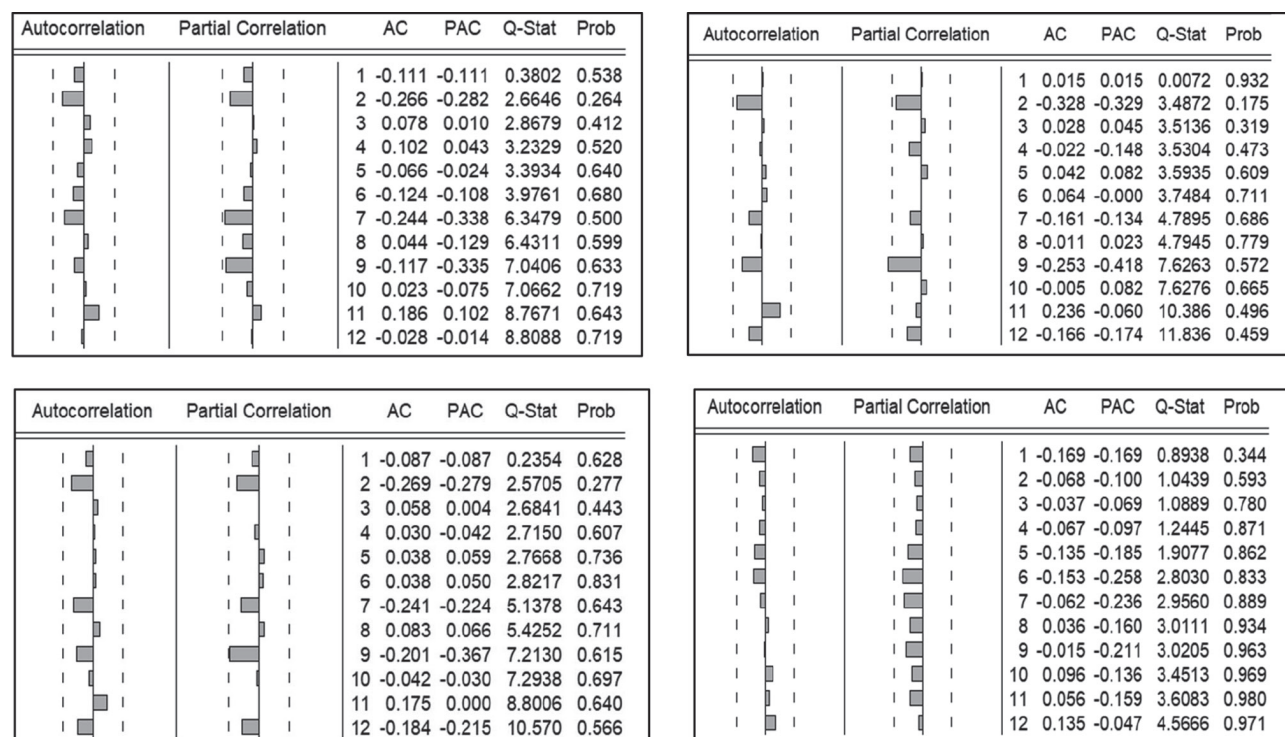


Рис. 7. Автокорреляция и частичная автокорреляция первых разностей временных рядов текущего счета платёжного баланса марок BR, WTI, MRES.

Источник: График создан автором в программе EViews

Fig. 7. AC and PAC of the first differences of time series BPCA, BR, WTI, MRES.

Source: The graph was created by the author in the EViews software

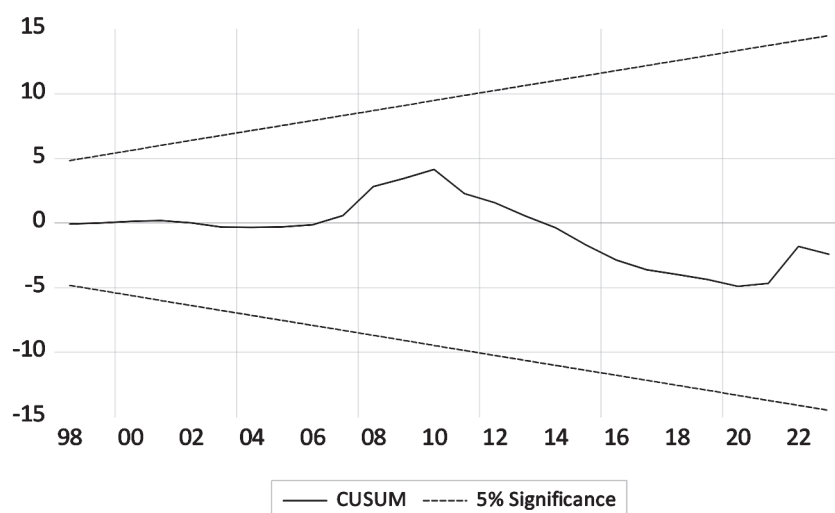


Рисунок 8. Тест контрольной карты кумулятивных сумм для проверки стабильности параметров модели.

Источник: График создан автором в программе EViews

Figure 8. CUSUM test to check the stability of model parameters.

Source: The graph was created by the author in the EViews software

probability shares for all series that received values greater than $\text{prob.} = 0.05$. The results allow us to accept the hypothesis of stationarity in the residuals of autoregressive first difference models for the time series.

Based on the results of the CUSUM test, which serves to test the stability of the model parameters, the null hypothesis about the stability of the parameters is accepted and the alternative hypothesis about the instability of the model parameters is rejected. At the 0.05 significance level, the residuals of the recursive estimates are within the confidence interval for both the CUSUM procedures (see Fig. 8). This confirms the high quality and stability of the parameters in the developed model for analyzing the dynamics and forecasting the balance of payments.

To test the cause-and-effect relationship between variables, the Granger Test is performed. When the test is applied, the values are respected with a delay. Increasing the indicators slows down the size of the series limitation, and their maximum volume depends on the length of the time series. To implement the test, quarterly data was used that covered the period from 2000 to 2021, the number of stud-

ies was 88, the values lagged from 2 to 11. From the test results, values were selected that confirmed two-way cause-and-effect relationships. $F_{\text{stat.}} = 2.24732(\text{prob.} = 0.0246)$; $F_{\text{stat.}} = 2.21965(\text{prob.} = 0.0265)$ is the result confirming the presence of a two-way causal relationship between BPCA and BR, with $\text{laqs} = 9$. $F_{\text{stat.}} = 2.24375(\text{prob.} = 0.0249)$; $F_{\text{stat.}} = 2.03296(\text{prob.} = 0.0427)$ is the result confirming the presence of a two-way causal relationship between BPCA and WT, with $\text{laqs} = 11$.

The following technique makes it possible to determine the presence of cointegration in a multiple model with several time series. If there are many series, then there will be a number of cointegration equations. A criterion is proposed for selecting and evaluating the best cointegration equation. Within the framework of the Johansen test, the H_0 hypothesis is tested, confirming the maximum r of cointegration vectors and alternative hypotheses that there are more than 1 and more than 2, etc. If the value of the calculated tests turns out to be significant, then H_0 is rejected. The found maximum value for r is the cointegration rank.

For single equations, the essence of the test for integration

can be explained by the definition of equality. This equality indicates the presence of unit roots in the autoregression [32, 33]. So, cointegration testing is mathematically expressed as a vector autoregressive model:

$$y_t = \sum_{i=1}^n C_i y_{t-i} + Dx_t + \varepsilon_t;$$

$$\varepsilon_t = \sum_{i=1}^m c_i y_{it}, \quad (4)$$

C_i this is a matrix of cointegration vectors.

As a vector model, it looks like this:

$$\Delta y_t = Zy_{t-1} + \sum_{j=1}^p P_j \Delta y_{t-j} + Dx_t + \varepsilon_t, \quad (5)$$

In the vector error correction model, hypothesis testing starts from rank 0 to rank $(n - 1)$. If the hypothesis is accepted for rank 0, then such rank is considered zero and all variables have integration $I(1)$, that is, no cointegration. And thus, the testing of hypotheses continues until $r = n$. If the conditions are met, an alternative hypothesis is accepted about the stationarity of the original series, where the variables have an order of integration $I(0)$.

The results of the Engle-Granger and Johansen test for cointegration of time series with a lag interval from 1 to 2 showed that the best values according to the Akaike and Schwartz information criteria were determined to be 34.29106 and 35.84984* (see Table 3). Trace and Maximum Eigenvalue tests were carried out with first differences of time series variables and lag intervals from 1 to 2, where the null and alternative hypotheses were tested. Tests were tested at a significance level of 0.05. According to these tests, when testing hypotheses in cases where the calculated values of statistics exceeded critical values, alternative hypotheses about the presence of one linear and two quadratic cointegration equations with a trend were accepted (see Table 4). The test results indicate the long-term relationship and the authenticity of the correlation between the time series of variables.

Результаты теста Энга-Грейнджера и Йохансена на коинтеграцию временных рядов
Results of the Engle-Granger and Johansen test for time series cointegration

Information Criteria					
Trend	There are no deterministic trends in the data	There are no deterministic trends in the data	Presence of a deterministic linear trend in the data	Presence of a deterministic linear trend in the data	Presence of a deterministic quadratic trend in the data
Test	No Intercept No trend	Intercept No trend	Intercept No trend	Intercept Trend	Intercept Trend
	1 1	0 0	1 0	0 1	1 1
	Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns)				
0	-411.7211	-411.7211	-411.2010	-411.2010	-409.8651
1	-401.2079	-401.2039	-400.9455	-396.2383	-396.0555
2	-398.2806	-397.8337	-397.6131	-392.8128	-392.6389
3	-398.2692	-395.6398	-395.6398	-390.3537	-390.3537
Akaike criteria by rank and model					
0	33.05547	33.05547	33.24623	33.24623	33.37424
1	32.70830	32.78492	32.91888	32.63372*	32.77350
2	32.94466	33.06413	33.12408	32.90868	32.97223
3	33.40532	33.43383	33.43383	33.25797	33.25797
Schwartz criteria by rank and model					
0	33.92646	33.92646	34.26238	34.26238	34.53556
1	33.86962*	33.99462	34.22537	33.98859	34.22515
2	34.39631	34.61256	34.72090	34.60227	34.71421
3	35.14730	35.32098	35.32098	35.29028	35.29028

Since the calculated values exceed the critical values, the null hypothesis $H_0:r = 0$ about the absence of cointegrating vectors is rejected and the alternative hypothesis $H_A:r > 0$ about the presence of one vector according to the Trace criterion is accepted ($26.90372 > 24.27596$; prob. = 0.0228) and by the maximum eigenvalue test ($21.02627 > 17.79730$; prob. = 0.0158) for the case of no trend and no intersection. The null hypothesis about the existence of one vector is accepted, since in this case the calculated values are less than critical for the Trace test ($5.877456 < 12.32090$; prob. = 0.4511) and for the Maximum Eigenvalue test ($5.854674 < 11.22480$; prob. = 0.3665). When testing hypotheses, significance levels below 0.05 are taken into account, which allows decisions to be made (see Table 4).

For a quadratic trend the situation is similar. The null hypothesis about the absence of cointegration vectors is rejected, the alternative one is accepted about the presence of quadrat-

ic trend vectors according to the Trace and Maximum Eigenvalue tests ($39.02284 > 35.01090$; prob. = 0.0176; $27.61917 > 24.25202$; prob. = 0.0173). It is accepted that $H_0:r = 1$ indicates the presence of one quadratic trend vector according to the Trace and Maximum Eigenvalue tests ($11.40367 < 18.39771$; prob. = 0.3554; $6.833133 < 17.14769$; prob. = 0.7310). The alternative hypothesis $H_A:r > 1$, which confirms the presence of more than one cointegration vectors, is rejected.

The results of the Granger test for two-way causal relationships between variables allow us to construct a cointegration equation and vector error correction model for the studied series BPCA, BR, WTI. Using the results of the Engle-Granger, Johansen, Trace Maximum and Eigenvalue tests, we could choose two options for constructing models: with and without a deterministic trend in the data (Table 3 and Table 4). A deterministic quadratic trend in the data was chosen.

Таблица 4 / Table 4

Результаты теста на максимум следа и собственных значений (интервал задержки от 1 до 2, первые разности)
Trace Maximum and Eigenvalue test results (lag interval from 1 to 2, first differences)

Hypothesis	Alternative hypothesis	Trace	Crit.5%	Prob.	Maximum Eigenvalue	Crit. 5%	Prob.
no trend no intersept							
$H_0:r = 0^*$	$H_A:r > 0$	26.90372	24.27596	0.0228	21.02627	17.79730	0.0158
$H_0:r = 1$	$H_A:r > 1$	5.877456	12.32090	0.4511	5.854674	11.22480	0.3665
$H_0:r = 2$	$H_A:r > 2$	0.022782	4.129906	0.9017	0.022782	4.129906	0.9017
quadratic deterministic trend							
$H_0:r = 0^*$	$H_A:r > 0$	39.02284	35.01090	0.0176	27.61917	24.25202	0.0173
$H_0:r = 1^*$	$H_A:r > 1$	11.40367	18.39771	0.3554	6.833133	17.14769	0.7310
$H_0:r = 2$	$H_A:r > 2$	4.570536	3.841466	0.0325	4.570536	3.841466	0.0325

Thus, the VECM was constructed with the following specifications of the deterministic trend: quadratic trend in the data with first-order differences, Intercept and Trend; linear trend in VAR, the number of lags is 1–2. The cointegration relationship (6) and the VEC model (7), (8), (9) are presented below.

$$\begin{aligned} \text{BPCA}(-1) = & -1438.686\text{BR}(-1) + \\ & + 1332.13\text{WTI}(-1) + \\ & + 344.3805\text{TREND}(1) - \\ & - 1215.014 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Delta(\text{BPCA}) = & 0.429569(\text{BPCA}(-1) - \\ & - 1438.686\text{BR}(-1) + \\ & + 1332.130\text{WTI}(-1) + \\ & 344.3885\text{TREND}(1) - \\ & - 1215.014) - \\ & - 0.52498\Delta(\text{BPCA}(-1)) - \\ & - 1.095624\Delta(\text{BPCA}(-2)) + \\ & + 550.0173\Delta(\text{BR}(-1)) + \\ & + 239.3219\Delta(\text{BR}(-2)) - \\ & - 509.1630\Delta(\text{WTI}(-1)) + \\ & + 159.3341\Delta(\text{WTI}(-2)) + \\ & + 248.3869 + \\ & + 3267125\text{TREND}(1) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta(\text{BR}) = & 0.002306(\text{BPCA}(-1) - \\ & - 1438.686\Delta\text{BR}(-1) + \\ & + 1332.130\text{WTI}(-1) + \\ & + 344.3885\text{TREND}(1) - \\ & - 1215.014) - \\ & - 0.00097\Delta(\text{BPCA}(-1)) - \\ & - 0.005452\Delta(\text{BPCA}(-2)) + \\ & + 3.2445\Delta(\text{BR}(-1)) + \\ & + 2.201300\Delta(\text{BR}(-2)) - \\ & - 3.423312\Delta(\text{WTI}(-1)) - \\ & - 1.726768\Delta(\text{WTI}(-2)) + \\ & + 3.076096 + \\ & + 0.027652\text{TREND}(1) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Delta(\text{WTI}) = & 0.001595(\text{BPCA}(-1) - \\ & - 1438.686\Delta\text{BR}(-1) + \\ & + 1332.130\text{WTI}(-1) + \\ & + 344.3885\text{TREND}(1) - \\ & - 1215.014) - \\ & - 0.000293\Delta(\text{BPCA}(-1)) - \\ & - 0.00468\Delta(\text{BPCA}(-2)) + \\ & + 2.483572\Delta(\text{BR}(-1)) + \\ & + 1.975283\Delta(\text{BR}(-2)) - \\ & - 2.800675\Delta(\text{WTI}(-1)) - \\ & - 1.505538\Delta(\text{WTI}(-2)) + \\ & + 3.400712 - \\ & - 0.025050\text{TREND}(1) \end{aligned} \quad (9)$$

The VEC model (7), (8), (9) with a quadratic trend in the first-order differenced data, with Intercept and Trend, with a linear

trend in VAR and with lags of 1-2 cannot be considered reliable. Since the coefficient in the error correction model for BPCA is positive. This creates problems for the long-run equilibrium relationship between the variables.

Considering the current situation, the study was continued to obtain an effective VECM. Lags with a number of lags of 2-2 were used in the formation of the model. An effective result was obtained for three tests. The option with a quadratic trend in the data with first-order differences, with Intercept and Trend, with a linear trend in VAR, with a number of lags of 2-2 was selected. The

cointegration relationship (10) and the VEC model (11), (12), (13) were constructed.

$$\begin{aligned} \text{BPCA}(-1) = & -368.6261\text{BR}(-1) + \\ & + 257.4524\text{WTI}(-1) - \\ & - 68.80278\text{TREND}(1) + \\ & + 2843.146 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \Delta(\text{BPCA}) = & -0.494192(\text{BPCA}(-1) - \\ & - 368.6261\text{BR}(-1) + \\ & + 257.4524\text{WTI}(-1) - \\ & - 68.80278\text{TREND}(1) + \\ & + 2843.146) + \\ & + 0.493162\Delta(\text{BPCA}(-2)) - \\ & - 56.81141\Delta(\text{BR}(-2)) - \\ & - 160.9999\Delta(\text{WTI}(-2)) + \\ & + 1736.942 - \\ & - 72.33535\text{TREND}(1) \end{aligned} \quad (11)$$

Таблица 5 / Table 5

**Значения отклика функций импульсного отклика переменных
Ответы текущего счета платёжного баланса**

Response values of impulse response functions of variables Responses BPCA

Periods	BPCA	BR	WT
1	6353.949	0.000000	0.000000
2	5679.541	-48.37274	117.9162
3	1987.681	241.3305	843.4566
4	4642.943	-521.4458	1405.738
5	7776.777	-616.8837	1216.715
6	6297.330	-158.0370	819.3697
7	3578.800	161.4309	656.7991
8	4159.383	-24.77987	714.4713
9	5619.335	-209.4476	764.9523
10	5287.876	-153.0836	843.2350
Responses BR			
Periods	BPCA	BR	WT
1	15.19348	9.309039	0.000000
2	17.21756	5.371575	-0.656346
3	-0.487407	9.252754	2.508565
4	13.66947	3.671204	6.936185
5	27.13823	3.112381	7.481646
6	26.29380	4.272357	6.390863
7	14.70347	6.176081	4.785495
8	13.52981	6.327378	4.214790
9	17.63514	5.660524	4.089323
10	17.22386	5.678370	4.604947
Responses WTI			
Periods	BPCA	BR	WT
1	15.29735	9.268103	1.869359
2	16.10241	4.761774	0.605674
3	0.099894	9.766527	2.646872
4	12.46727	4.441343	5.845548
5	21.12688	4.673826	6.250250
6	21.35343	5.026913	5.879994
7	13.04420	6.402203	4.811609
8	12.91919	6.487100	4.415177
9	15.55136	6.099825	4.137926
10	14.64100	6.261503	4.416202

$$\begin{aligned} \Delta(BR) = & -0.000509(BPCA(-1) - \\ & - 368.6261BR(-1) + \\ & + 257.4524WTI(-1) - \\ & - 68.80278@TREND(1) + \\ & + 2843.146) + \\ & + 0.001435\Delta(BPCA(-2)) + \\ & + 0.443833\Delta(BR(-2)) - \\ & - 1.222149\Delta(WTI(-2)) + \\ & + 8.063234 - \\ & - 0.302212@TREND(1) \quad (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta(WTI) = & -0.000944(BPCA(-1) - \\ & - 368.6261BR(-1) + \\ & + 257.4524WTI(-1) - \\ & - 68.80278@TREND(1) + \\ & + 2843.146) + \\ & + 0.001228\Delta(BPCA(-2)) + \\ & + 0.611658\Delta(BR(-2)) - \\ & - 1.181820\Delta(WTI(-2)) + \\ & + 3.400712 - \\ & - 0.025050@TREND(1) \quad (13) \end{aligned}$$

The VEC models (11), (12), (13) express the long-run relationship between the time series of the variables under study in equilibrium form. These models can also measure deviations from equilibrium and the rate at which it is very slowly restored, providing a long-run relationship.

The impulse response function makes it possible to trace the influence of surprises, some external shocks on the prospective value of variables over a certain period of time. Using this function, we characterize the process of returning an endogenous variable to equilibrium after a single shock to an exogenous variable. After constructing and evaluating the VECM, tabulated values of the impulse response function were obtained. Table values are obtained for a 10 year time period. The values in the Table 5 demonstrate the responses of the impulse functions of the variables to structural shocks that cover 2 years of the 10 year period. Then there is a gradual, slow transition to a stable period.

The forecast error variance decomposition method provides information about the relative importance of random deviations in endogenous variables [34]. It separates fluctuations in the endogenous variable into its

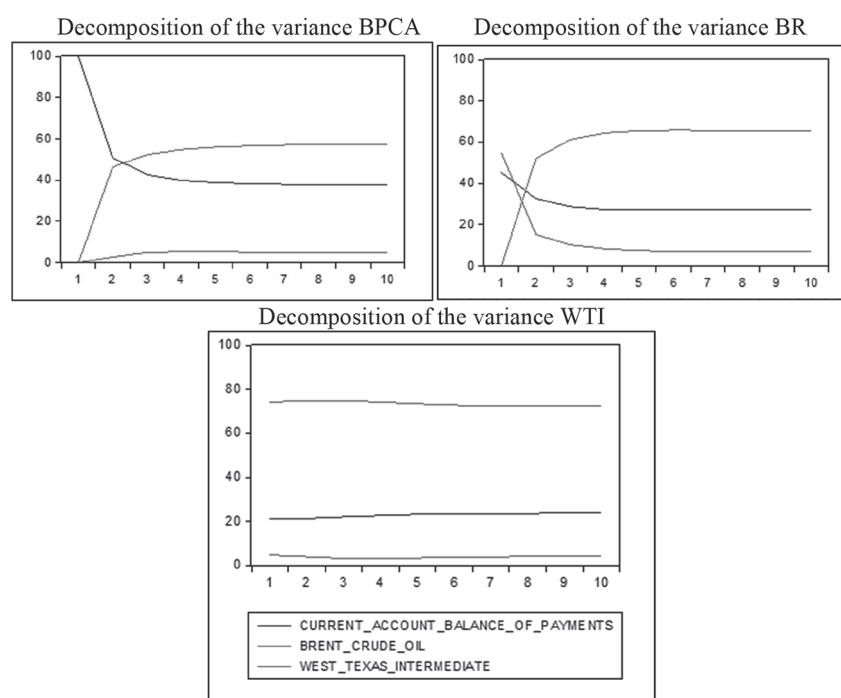


Рисунок 9. Декомпозиция отклонений

Источник: График создан автором в программе EViews

Figure 9. Decompositions of variances

Source: The graph was created by the author in the EViews software

effect components in the model. The results of the forecast error variance decomposition method are presented in Figure 9.

To check the quality of the VECM, tests were also carried out that analyze the residuals of these models. The number of observations for next tests is 26, lags are selected from 1 to 2. First

of all, VAR Residual Normality Tests were carried out on the normal distribution of residuals, the results of which are presented in Table 6. As can be seen from the results, the asymmetry in the distribution of residuals is close to zero, minimal, that is, insignificant. The kurtosis does not reach a value of 3. Only

Таблица 6 / Table 6

Тесты на нормальность остатков в моделях векторной авторегрессии VAR Residual Normality Tests

Component	Asymmetry	Chi-square	d.f.	Probability
1	0.365470	0.578797	1	0.4468
2	-0.082824	0.029726	1	0.8631
3	-0.319045	0.441088	1	0.5066
Joint		1.049611	3	0.7892
Component	Excess	Chi-square	d.f.	Probability
1	3.404978	0.177674	1	0.6734
2	2.245362	0.616934	1	0.4322
3	2.627796	0.150081	1	0.6985
Joint		0.944689	3	0.8146
Component	Jarque-Bera	d.f.	Probability	
1	0.756471	2	0.6851	
2	0.646660	2	0.7237	
3	0.591169	2	0.7441	
Joint	1.994301	6	0.9202	

for the first component there is a slight excess of value 3. That is, there is no peak distribution. For both characteristics, the distribution can be considered normal. The Jarque-Bera test for the alternative hypothesis also confirms the normality of the distribution over the three components. In all cases, the probability values exceed the 0.05 significance level and the hypothesis about the normal distribution of model residuals is confirmed.

VAR Residual Serial Correlation LM tests analyzes relationships in residuals.

LM test results on VAR residual serial correlation, the null hypothesis of which is no serial correlation with lag delay. When testing for all lags, the probability is greater than 0.05, therefore, the H_0 hypothesis is accepted and there is no serial correlation when lags 1, 2, 3 are delayed.

Using VAR Residual Heteroskedasticity Tests to test for heteroscedasticity in the residuals, the probability of no heteroscedasticity is 7%. This justifies the decision to accept the H_0 and the absence of heteroscedasticity in the

residuals. The following results were obtained from the test: Chi-square 116.6772; d.f. = 96; prob. = 0.0743; for all dependent variables prob. > 0.05. So, according to the Gauss–Markov conditions, the variance in the residuals is constant, and the mathematical expectation is «0», which confirms the normal distribution.

The obtained test results confirm the adequacy of the constructed VECM (11), (12), (13).

Conclusions. The study presents a vector error correction model that allows the analysis and modeling of three statistical series. Error correction models (11), (12) and (13) can be considered adequate and statistically significant. This conclusion is drawn from the results of the tests carried out and analyzed in the work. Econometric tests were carried out to check the normality of distribution, correlation relationships, the presence of autocorrelation, and regression analysis. After taking the first differences from the levels of the original time series, which were initially non-stationary, positive results were obtained, allowing

the acceptance of the hypothesis about the stationarity of the studied time series BPCA, BR and WTI. Also, additional tests were carried out on cause-and-effect relationships in the series, on the presence of cointegration relationships, on the stability of parameters, on the presence of heteroskedasticity of residuals, estimates of impulse response functions were obtained, and the decomposition method was applied, which made it possible to construct and justify the adequacy of VECM.

The constructed VEC model can be useful in assessing the quantitative characteristics of the variables under study and the relationships between them, in forecasting the current account of the balance of payments of Azerbaijan in the short and long term. VECM limits the dynamics of endogenous variables in the identified 2-year time period and returns them to cointegration relationships very slowly.

The result of the study shows that the factors under consideration are significant determinants of the current account of the balance of payments of Azerbaijan in the long term.

Литература

1. Aghevli B. B. The Balance of Payments and Money Supply Under the Gold Standard Regime: U.S. 1879-1914 [Электрон. ресурс]. The American Economic Review. 1975. № 65(1). С. 40–58. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/1806395>.
2. Alexander S. S. Effects of a Devaluation on a Trade Balance [Электрон. ресурс]. IMF Staff Papers. 1952. № 2(2). С. 263–278. Режим доступа: <https://econpapers.repec.org/RePEc:pal:imfstp:v:2:y:1952:i:2:p:263-278>.
3. Blecker R. A., & Ibarra C. A. Trade liberalization and the balance of payments constraint with intermediate imports: The case of Mexico revisited. Structural Change and Economic Dynamics. 2013. № 25. С. 33–47. DOI: 10.1016/j.strueco.2013.02.001/.
4. Eita J. H., & Gaomab M. H. Macroeconomic Determinants of Balance of Payments in Namibia // International Journal of Business and Management. 2012. № 7(3). DOI: 10.5539/ijbm.v7n3p173.
5. Ozdamar G. Factors Affecting Current Account Balance of Turkey: A Survey with The Cointegrating

Regression Analysis // Journal of Business, Economics and Finance. 2015. № 4(4). С. 633–658. DOI: 10.17261/Pressacademia.2015414533.

6. Abdul Hadi Sultani & Faisal U. The Impact of Macroeconomic Indicators on the Balance of Payments: Empirical Evidence from Afghanistan // Annals of Financial Economics. 2023. Т. 18. № 02. DOI: 10.1142/S2010495222500324.

7. Céspedes L., Chang R. Velasco A. Balance Sheets, Exchange Rate Regimes, and Credible Monetary Policy [Электрон. ресурс]. Harvard University and NBER. 2001. Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.203.1042&rep=rep1&type=pdf>.

8. Полбин А.В. Оценка влияния шоков нефтяных цен на российскую экономику в векторной модели коррекции ошибок // Вопросы экономики. 2017. № 10. С. 27–49. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-10-27-49.

9. Мельников Р. М. Влияние динамики цен на нефть на макроэкономические показатели российской экономики // Прикладная эконометрика. 2010. № 1(17). 10. Михайлов А.Ю.,

Бураков Д.В., Диденко В.Ю. Взаимосвязь цен на нефть и макроэкономических показателей в России // *Финансы: теория и практика*. 2019. № 23(2). С. 105–116. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-2-105-116.

11. Оруджев Э.К., Айюбова Н.С. Эмпирический анализ факторов влияния на платежный баланс в Азербайджане // *Actual Problems in Economics*. 2016. № 181. С. 400–411. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/empirical-analysis-factors-affecting-balance/docview/1812274952/se-2>.

12. Айюбова Н.С. Эконометрический анализ и моделирование динамики платежного баланса в Азербайджане // *Статистика и Экономика*. 2022. № 19(2). С. 14–22. DOI: 10.21686/2500-3925-2022-2-14-22.

13. Айюбова Н.С. Об измерении коинтеграционных соотношений между показателями временных рядов текущего счета платежного баланса и ВВП (на примере Азербайджанской Республики) // *Вопросы статистики*. 2022. № 29(5). С. 35–45. DOI: 10.34023/2313-6383-2022-29-5-35-45.

14. Айюбова Н.С. Анализ влияния мировых цен на нефть на ВВП (на примере Азербайджанской республики) // *Статистика и Экономика*. 2023. № 20(2). С. 22–41. DOI: 10.21686/2500-3925-2023-2-21-40.

15. Айюбова Н.С. Векторная модель коррекций ошибок для оценки влияния мировых цен нефти на ВВП Азербайджанской Республики // «Известия Санкт-Петербургского Государственного Экономического Университета», Периодический научный журнал, Санкт-Петербург. 2023. № 1(139). С. 25–31.

16. Баранов А.О. Оценка факторов, определяющих динамику платежного баланса России [Электрон. ресурс] // *Мир экономики и управления*. 2011. № 11(4). С. 5–23. Режим доступа: <https://woeam.elpub.ru/jour/article/view/564>.

17. Charles A., Chua C.L., Darné O. et al. On the pernicious effects of oil price uncertainty on US real economic activities. 2020. С. 2689–2715. DOI: 10.1007/s00181-019-01801-6.

18. Кравцов М.К., Бурдыко Н.М., Гаспадарец О.И. и др. Эконометрическая макро модель для анализа и прогнозирования важнейших показателей белорусской экономики // *Прикладная эконометрика*. 2008. № 2. С. 21–43.

19. Orudzhev E., Mammadova L. Prediction of EUR/AZN exchange rate dynamics on the basis of spectral characteristics // *Journal of International Studies*. 2020. № 13(2). С. 242–258. DOI: 10.14254/2071–8330.2020/13–2/17.

20. Карпова Т.П., Карпова В.В. Принципы построения и прогнозные возможности расчетно-платежного баланса // *Финансы: теория и практика*. 2015. № 1. С. 37–53. DOI: 10.26794/2587-5671-2015-0-1-37-53.

21. Ospanov N., Almagambetova M. et al. Analysis of the capital account flows by the economy sectors // *Working Papers. National Bank of Kazakhstan*. 2021. № 6.

22. Чалдаева Л.А., Чинаева Т.И., Богопольский А.С. Анализ финансово-экономических показателей, характеризующих деятельность организаций нефтегазовой отрасли // *Статистика и Экономика*. 2020. № 17(1). С. 69–78. DOI: 10.21686/2500-3925-2020-1-69-78.

23. The balance of payments of Azerbaijan was announced [Электрон. ресурс] // Marja is a business and financial news agency. Режим доступа: <https://marja.az/76138/azerbaycanin-tediyee-balansi-aciqlandi>.

24. What is happening in Azerbaijan's balance of payments? // Banker news agency [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://banker.az/az%C9%99rbycanin-t%C9%99diyy%C9%99-balansinda-n%C9%99-bas-verir/>.

25. Macroeconomic statistics // Central Bank of Azerbaijan [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.cbar.az/page-41/macroeconomic-indicators>.

26. Average annual West Texas Intermediate (WTI) crude oil price from 1976 to 2024 // Empowering people with data [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/266659/west-texas-intermediate-oil-prices/>.

27. Average annual Brent crude oil price from 1976 to 2024 // Empowering people with data. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/262860/uk-brent-crude-oil-price-changes-since-1976/>.

28. Айюбова Н.С. Анализ коинтеграционных связей между платежным балансом Азербайджана и мировыми ценами на нефть // *Финансы: теория и практика*. 2025. № 29(1). С. 68–79. DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-1-68-79.

29. Конторович Г.Г. Лекции: Анализ временных рядов [Электрон. ресурс] // *Экономический журнал Высшей школы экономики, НИУ ВШЭ*. 2003. Т. 7. № 1. С. 79–103. Режим доступа: <https://ej.hse.ru/en/2003-7-1/26547295.html>.

30. Dickey D.A., Fuller W.A. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root // *Journal of the American Statistical Association*. 1979. № 74. С. 427–431. DOI: 10.2307/2286348.

31. Beck N., Katz J. N. What to do (and not to do) with Time-Series Cross Section Data // *The American Political Science Review*. 1995. № 89(3). С. 634–647. DOI: 10.2307/2082979.

32. Johansen S. Statistical Analysis of Cointegration Vector // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 1988. № 12. С. 231–254. DOI: 10.1016/0165-1889(88)90041-3.

33. Banerjee Anindya, Dolado Juan J., Galbraith John W., & Hendry David. Co-

Integration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data // The Economic Journal. 1993. № 106(439). DOI: 10.1093/0198288107.003.0001.

References

1. Aghevli B. B. The Balance of Payments and Money Supply Under the Gold Standard Regime: U.S. 1879-1914 [Internet]. The American Economic Review. 1975; 65(1): 40–58. Available from: <http://www.jstor.org/stable/1806395>.
2. Alexander S. S. Effects of a Devaluation on a Trade Balance [Internet]. IMF Staff Papers. 1952; 2(2): 263–278. Available from: <https://econpapers.repec.org/RePEc:pal:imfstp:v:2:y:1952:i:2:p:263-278>.
3. Blecker R. A., & Ibarra C. A. Trade liberalization and the balance of payments constraint with intermediate imports: The case of Mexico revisited. Structural Change and Economic Dynamics. 2013; 25: 33–47. DOI: 10.1016/j.strueco.2013.02.001/.
4. Eita J. H., & Gaomab M. H. Macroeconomic Determinants of Balance of Payments in Namibia. International Journal of Business and Management. 2012; 7(3). DOI: 10.5539/ijbm.v7n3p173.
5. Ozdamar G. Factors Affecting Current Account Balance of Turkey: A Survey with The Cointegrating Regression Analysis. Journal of Business, Economics and Finance. 2015; 4(4): 633–658. DOI: 10.17261/Pressacademia.2015414533.
6. Abdul Hadi Sultani & Faisal U. The Impact of Macroeconomic Indicators on the Balance of Payments: Empirical Evidence from Afghanistan. Annals of Financial Economics. 2023; 18: 02. DOI: 10.1142/S2010495222500324.
7. Céspedes L., Chang R. Velasco A. Balance Sheets, Exchange Rate Regimes, and Credible Monetary Policy [Internet]. Harvard University and NBER. 2001. Available from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.203.1042&rep=rep1&type=pdf>.
8. Polbin A.V. Assessing the Impact of Oil Price Shocks on the Russian Economy in a Vector Error Correction Model. Voprosy ekonomiki = Voprosy Ekonomiki. 2017; 10: 27–49. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-10-27-49. (In Russ.)
9. Mel'nikov R.M. The Impact of Oil Price Dynamics on Macroeconomic Indicators of the Russian Economy. Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics. 2010; 1(17). (In Russ.)
10. Mikhaylov A.Yu., Burakov D.V., Didenko V.Yu. The Relationship Between Oil Prices and Macroeconomic Indicators in Russia. Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice. 2019; 23(2): 105–116. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-2-105-116. (In Russ.)
11. Orudzhev E.K., Ayyubova N.S. Empirical analysis of factors affecting the balance of payments in Azerbaijan. Actual Problems in Economics. 2016; 181: 400–411. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/empirical-analysis-factors-affecting-balance/docview/1812274952/se-2>.
12. Ayyubova N.S. Econometric analysis and modeling of the balance of payments dynamics in Azerbaijan. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2022; 19(2): 14–22. DOI: 10.21686/2500-3925-2022-2-14-22. (In Russ.)
13. Ayyubova N.S. On Measuring Cointegration Relationships between Time Series Indicators of the Current Account, Balance of Payments, and GDP (on the Example of the Republic of Azerbaijan). Voprosy statistiki = Bulletin of Statistics. 2022; 29(5): 35–45. DOI: 10.34023/2313-6383-2022-29-5-35-45. (In Russ.)
14. Ayyubova N.S. Analysis of the impact of world oil prices on GDP (using the Azerbaijan Republic as an example). Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2023; 20(2): 22–41. DOI: 10.21686/2500-3925-2023-2-21-40. (In Russ.)
15. Ayyubova N.S. Vector Model of Error Corrections for Assessing the Impact of World Oil Prices on the GDP of the Republic of Azerbaijan. «Izvestiya Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta», Periodicheskiy nauchnyy zhurnal, Sankt-Peterburg = Bulletin of the St. Petersburg State University of Economics, Periodical Scientific Journal, St. Petersburg. 2023; 1(139): 25–31. (In Russ.)
16. Baranov A.O. Assessing Factors Determining the Dynamics of Russia's Balance of Payments [Internet]. Mir ekonomiki i upravleniya = World of Economics and Management. 2011; 11(4): 5–23. Available from: <https://woeam.elpub.ru/jour/article/view/564>. (In Russ.)
17. Charles A., Chua C.L., Darné O. et al. On the pernicious effects of oil price uncertainty on US real economic activities. 2020. S. 2689–2715. DOI: 10.1007/s00181-019-01801-6.
18. Kravtsov M.K., Burdyko N.M., Gaspardarets O.I. et al. Econometric Macromodel for Analysis and Forecasting of the Most Important Indicators of the Belarusian Economy. Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics. 2008; 2: 21–43. (In Russ.)
19. Orudzhev E., Mammadova L. Prediction of EUR/AZN exchange rate dynamics on the basis of spectral characteristics. Journal of International Studies. 2020; 13(2): 242–258. DOI: 10.14254/2071–8330.2020/13–2/17.
20. Karpova T.P., Karpova V.V. Principles of construction and forecasting capabilities of the balance of payments. Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice. 2015; 1: 37–53. DOI: 10.26794/2587-5671-2015-0-1-37-53. (In Russ.)

21. Ospanov N., Almagambetova M. et al. Analysis of the capital account flows by the economy sectors. Working Papers. National Bank of Kazakhstan. 2021: 6.
22. Chaldayeva L.A., Chinayeva T.I., Bogopol'skiy A.S. Analysis of financial and economic indicators characterizing the activities of organizations in the oil and gas industry. *Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics*. 2020; 17(1): 69-78. DOI: 10.21686/2500-3925-2020-1-69-78. (In Russ.)
23. The balance of payments of Azerbaijan was announced [Internet]. Marja is a business and financial news agency. Available from: <https://marja.az/76138/azerbaycanin-tedyye-balansi-aciqlandi>.
24. What is happening in Azerbaijan's balance of payments? Banker news agency [Internet]. Available from: <https://banker.az/az%C9%99baycanin-t%C9%99diyy%C9%99-balansinda-n%C9%99-bas-verir/>.
25. Macroeconomic statistics. Central Bank of Azerbaijan [Internet]. Available from: <https://www.cbar.az/page-41/macroeconomic-indicators>.
26. Average annual West Texas Intermediate (WTI) crude oil price from 1976 to 2024. Empowering people with data [Internet]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/266659/west-texas-intermediate-oil-prices/>.
27. Average annual Brent crude oil price from 1976 to 2024. Empowering people with data. [Internet]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/262860/uk-brent-crude-oil-price-changes-since-1976/>.
28. Ayyubova N.S. Analysis of cointegration relationships between the balance of payments of Azerbaijan and world oil prices. *Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice*. 2025; 29(1): 68-79. DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-1-68-79. (In Russ.)
29. Kontorovich G.G. Lectures: Time Series Analysis [Internet]. *Ekonomicheskiy zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki, NIU VSHE = Economic Journal of the Higher School of Economics, National Research University Higher School of Economics*. 2003; 7; 1: 79-103. Available from: <https://ej.hse.ru/en/2003-7-1/26547295.html>. (In Russ.)
30. Dickey D.A., Fuller W.A. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979; 74: 427-431. DOI: 10.2307/2286348.
31. Beck N., Katz J. N. What to do (and not to do) with Time-Series Cross Section Data. *The American Political Science Review*. 1995; 89(3): 634-647. DOI: 10.2307/2082979.
32. Johansen S. Statistical Analysis of Cointegration Vector. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 1988; 12: 231-254. DOI: 10.1016/0165-1889(88)90041-3.
33. Banerjee Anindya, Dolado Juan J., Galbraith John W., & Hendry David. Co-Integration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data. *The Economic Journal*. 1993; 106(439). DOI: 10.1093/0198288107.003.0001.
34. Ariza J., Montes-Rojas G. Decomposition methods for analyzing inequality changes in Latin America 2002-2014. 2019: 2043-2078. DOI: 10.1007/s00181-018-1518-4.

Сведения об авторе

Натаван Солтан Айюбова

К.э.н., доцент кафедры Математической экономики
Бакинский Государственный Университет,
Баку, Азербайджан
Эл. почта: neyyubova@mail.ru

Information about the author

Natavan S. Ayyubova

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the
Department of Mathematical Economics,
Baku State University,
Baku, Azerbaijan
E-mail: neyyubova@mail.ru



УДК 311:616-036.88-053.2(470+571)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2025-5-19-29>

М.В. Бикеева, Е.А. Сысоева

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

Младенческая смертность в России: статистический анализ и прогнозирование основных тенденций

Цель исследования. Младенческая смертность включена в перечень показателей оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Ее сокращение выступает в качестве целевых индикаторов реализации национальных проектов «Здравоохранение» и «Семья». В статье представлены результаты статистического анализа и прогнозирования основных тенденций уровня младенческой смертности на территории Российской Федерации для оценки возможности достижения запланированных значений целевых показателей реализации национальных проектов.

Материалы и методы. Теоретической основой исследования послужили работы зарубежных и отечественных авторов, посвященные вопросам изучения младенческой смертности и факторам ее снижения. В качестве методологической основы исследования использованы методы дескриптивной статистики, группировок, метод прогнозирования на основе ARIMA-модели. Информационная база исследования — данные Федеральной службы государственной статистики.

Результаты исследования позволили выявить динамику и структуру младенческой смертности за рассматриваемый период. Анализ динамики значений коэффициента младенческой смертности на территории России демонстрирует его сокращение с 8,6 в 2012 году до 4,2 на 1000 родившихся живыми в 2023 году. Младенческая смертность среди мальчиков превышает смертность среди девочек. Уровень младенческой смертности в сельской местности выше, чем в городской: в среднем в городе младенческая смертность составляет 5,5‰, в сельской местности — 6,9‰.

Наличие территориальной дифференциации в уровне младенческой смертности по субъектам Российской Федерации. Результаты группировки субъектов Российской Федерации позволили выделить регионы с низкими, средними, высокими и очень высокими характеристиками младенческой смертности. Для подавляющего большинства российских регионов характерен средний уровень младенческой смертности. К регионам с низким

уровнем младенческой смертности относятся регионы Крайнего Севера (Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ), центральной части России (Калужская область) и южных территорий (г. Севастополь). Среди субъектов с высоким уровнем младенческой смертности — республики Северо-Кавказского федерального округа (Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика, Республика Дагестан), Сибири, Дальнего Востока (Красноярский, Приморский, Камчатский, Забайкальский края). Четвертая группа с очень высоким уровнем младенческой смертности включает только Чукотский автономный округ, где значение показателя достигает аномального значения в 19,1‰.

Прогнозирование младенческой смертности на основе ARIMA-модели дало возможность оценить вероятность достижения целевых показателей по ее сокращению, установленных национальным проектом «Здравоохранение» и федеральным проектом «Охрана материнства и детства». Согласно прогнозу целевой показатель младенческой смертности к 2027 году будет достигнут. С вероятностью 95% младенческая смертность составит 3,9 случаев на 1000 родившихся живыми.

Выводы. Проведенный анализ показывает, что достижение целевых показателей по сокращению младенческой смертности является реалистичным при сохранении текущих тенденций. Для достижения поставленных целей необходимо продолжение реализации государственных и региональных программ и национальных проектов, направленных на повышение рождаемости, охрану материнства и детства, доступности и качества медицинской помощи детям, развитие детского здравоохранения и стабилизацию демографического положения в стране.

Ключевые слова: младенческая смертность, целевой индикатор национального проекта, коэффициент младенческой смертности, смертность детей до года, младенческая смертность среди мальчиков и девочек, городская и сельская местность, территориальная дифференциация.

Marina V. Bikeeva, Evgeniya A. Sysoeva

National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

Infant Mortality in Russia: Statistical Analysis and Forecasting of Main Trends

Purpose of the study. Infant mortality is included in the list of indexes for assessing the performance of executive authorities of the regions of the Russian Federation. Its reduction serves as target indicators for the implementation of the national projects “Healthcare” and “Family”. The article presents the results of statistical analysis and forecasting of the main trends in the infant mortality rate in the Russian Federation to assess the possibility of achieving the planned values of the target indexes for the implementation of national projects.

Materials and methods. The theoretical basis of the study was the works of foreign and domestic authors devoted to the study of infant mortality and factors for its reduction. Methods of descriptive statistics, groupings, and the forecasting method based on the ARIMA model were used as the methodological basis of the study. The information base of the study is data from the Federal State Statistics Service.

The results of the study allowed us to identify the dynamics and structure of infant mortality for the period under review. An analysis of the dynamics of the infant mortality rate in Russia shows a decrease from 8.6 in 2012 to 4.2 per 1000 live births in 2023. Infant mortality among boys exceeds that among girls. The infant mortality rate in rural areas is higher than in urban areas: on average, infant mortality in the city is 5.5‰, in rural areas - 6.9‰.

The presence of territorial differentiation in the level of infant mortality by regions of the Russian Federation. The results of grouping the regions of the Russian Federation made it possible to identify regions with low, medium, high and very high characteristics of infant mortality. The vast majority of Russian regions are characterized by an average infant mortality rate. Regions with low infant mortality rates include regions of the Far North (Nenets

autonomous area, Khanty-Mansi autonomous area), central Russia (Kaluga district) and southern territories (Sevastopol city). Subjects with high infant mortality rates include the republics of the North Caucasus federal district (Karachay-Cherkess Republic, Chechen Republic, Republic of Dagestan), Siberia, and the Far East (Krasnoyarsk, Primorsky, Kamchatka and Zabaykalsky territories). The fourth group with very high infant mortality rates includes only the Chukotka autonomous area, where the index reaches an abnormal value of 19.1%.

Forecasting infant mortality rates based on the ARIMA model made it possible to assess the probability of achieving the target indexes for its reduction set by the national project "Healthcare" and the federal project "Maternity and Childhood Protection". According to the forecast, the infant mortality target index will be reached by

2027. With a probability of 95%, the infant mortality will be 3.9 cases per 1000 live births.

Conclusions. The analysis shows that achieving the target indexes for reducing infant mortality is realistic if current trends are maintained. To achieve the set goals, it is necessary to continue implementing state and regional programs and national projects aimed at increasing the birth rate, protecting motherhood and childhood, the availability and quality of medical care for children, developing children's health care and stabilizing the demographic situation in the country.

Keywords: infant mortality, target indicator of the national project, infant mortality rate, mortality of children under one-year, infant mortality among boys and girls, urban and rural areas, territorial differentiation.

Введение

Здоровье — один из основополагающих приоритетов благополучного развития общества. Формирование здорового поколения является важнейшим условием развития демографического процесса, общественного и социально-экономического благополучия страны и ее регионов. В связи с этим необходимо детальное изучение не только стандартных показателей естественного движения населения, но и основных тенденций младенческой смертности как индикатора здоровья нации и эффективности системы здравоохранения.

Под младенческой смертностью понимается смертность детей на первом году жизни. К показателям, характеризующим младенческую смертность, относится коэффициент младенческой смертности, определяющий число детей, умерших до года, в расчете на 1000 человек родившихся. Данный показатель является общепризнанным критерием оценки эффективности репродуктивно-демографического развития страны.

Снижение младенческой смертности относится к спектру вопросов государственной политики Российской Федерации [1]. Среди основных задач Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года — сокращение уровня младенческой смертности [2].

На снижение смертности детей первого года жизни направлены главные усилия системы здравоохранения РФ. Так, например, Указом Президента Российской Федерации «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения» от 7 мая 2012 года № 598 уровень младенческой смертности включен в перечень показателей оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ. Поставлена задача его снижения до 7,5 на 1000 родившихся живыми, в первую очередь за счет снижения в регионах с высоким уровнем данного показателя [3]. Среди целевых показателей национального проекта «Здравоохранение» — коэффициент младенческой смертности. Один из федеральных проектов «Охрана материнства и детства» в рамках национального проекта «Семья», стартовавшего с 2025 года, направлен на развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи детям. Согласно этим национальным проектам, предусмотрено снижение младенческой смертности к концу 2024 года до 4,5 случаев на 1000 родившихся детей, к 2030 году — до 3,9 случаев на 1000 родившихся детей [4; 5]. Таким образом, сокращение смертности детей первого года жизни является вопросом государственной важности, на который направлены главные

усилия системы здравоохранения РФ.

Научное сообщество, в свою очередь, также не оставляет без внимания проблемы младенческой смертности. В литературе представлен широкий спектр работ зарубежных и отечественных исследователей, посвященных вопросам изучения младенческой смертности и факторам ее снижения.

Ретроспективный анализ уровня младенческой смертности в слаборазвитых странах за период после Второй мировой войны и вплоть до начала 1970-х годов проведен в статье Flegg A.T. «On the determinants of infant mortality in underdeveloped countries». Автор делает вывод о важности изучения факторов, определяющих младенческую смертность [6]. Межстрановые сравнения уровня младенческой смертности представлены в исследовании Ram Rati. Выявленные им различия в уровне младенческой смертности между группами стран с высокими доходами населения и развивающимися странами определяются более значимым государственным вмешательством в сектор здравоохранения в странах с высокими доходами населения [7].

Ряд публикаций посвящены оценке влияния различных факторов на уровень младенческой смертности. Так, например, в исследовании Rewilak Johan анализируется влияние уровня жизни населения на уровень младенческой

и детской смертности [8]. Целью исследования, проведенного Naz, Lubna Patel и Kamallesh Kumar, являлось изучение биологических, материнских и социально-экономических детерминант и их влияние на младенческую смертность [9]. Коллективом авторов Holmes Jr Laurens, Enguancho Elias Malachi и Hinson Rakinya Williams в качестве основных переменных, влияющих на уровень младенческой смертности, рассмотрены расовая принадлежность, социально-демографические переменные (пол и возраст) и социальные детерминанты здоровья (семейное положение и образование матери) [10]. Основная цель исследования, проведенного Iram Uzma Butt и Muhammad S., — выявление и количественная оценка важности различных социально-экономических факторов и методов ухода за матерями в определении младенческой и детской смертности в разных возрастных группах в Пакистане [11]. Результаты исследования, проведенные Nyamuranga Chamunorwa и Shin Jaeun, показали статистически значимое влияние на снижение младенческой смертности государственных расходов на здравоохранение. При этом иммунизация и женская грамотность также внесли значительный вклад в предотвращение смертности младенцев и детей в возрасте до пяти лет в развивающихся странах [12]. Важность охраны здоровья новорожденных освещается в статье Haider Muhiuddin и Mukherjee Avinandan «Analysis of neonatal health in South Asia». В работе показано, что на момент проведения исследований большинству стран Южной Азии не хватало средств, необходимых для оказания медицинских услуг, и другой профилактической помощи своему населению. По мнению авторов, без глобального внимания, вмешательства и ресурсов в область охраны

здоровья новорожденных, решение проблем младенческой смертности будет по-прежнему затруднено [13].

Младенческая смертность также является объектом подробного изучения и со стороны отечественных ученых. Комплексный статистический анализ младенческой смертности в масштабах России представлен в работах В.Ю. Альбицкого, Р.Н. Терлецкой [14], Ю.А. Ильиной [15], П.А. Булиной, М.А. Федоровой [16], Л.Р. Фаизовой, С.Н. Морозовой [17], Е.С. Сахибовой, Е.А. Кривых [18] и других. Среди отечественных авторов, затрагивающих особенности тенденций младенческой смертности в различных субъектах Российской Федерации, можно назвать следующих: В.Ф. Капитонов [19], В.С. Ступак, В.Н. Плющенко [20], Х.Ю. Угурчиева [21], С.А. Ананьин, С.С. Карпова [22], А.А. Селина, И.П. Романова [23], Т.В. Натхов, Н.А. Василенок [24], Р.Р. Хисамутдинова, Н.В. Хомякова [25], А.А. Хакимова [26], Э.Н. Мингазова, М.М. Гасайниев [27] и многие другие.

Целью исследования является оценка возможности достижения целевых показателей реализации национального проекта «Здравоохранение» и

федерального проекта «Охрана материнства и детства» по сокращению младенческой смертности на территории Российской Федерации.

В качестве методологической основы исследования использованы методы дескриптивной статистики, группировок, метод прогнозирования на основе ARIMA-модели. Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики [28; 29].

Результаты исследования

Результаты исследования свидетельствуют об исключительно позитивной динамике уровня младенческой смертности в Российской Федерации. Анализ динамики значений коэффициента младенческой смертности на территории России демонстрирует его сокращение с 8,6 в 2012 году до 4,2 на 1000 родившихся живыми в 2023 году (рис. 1).

По данным 2020 года фактическое значение показателя достигло целевого, заложенного в паспорте национального проекта «Здравоохранение»: коэффициент младенческой смертности снизился до 4,5‰, что свидетельствует об эффективности проводимых в стране мероприятий по снижению

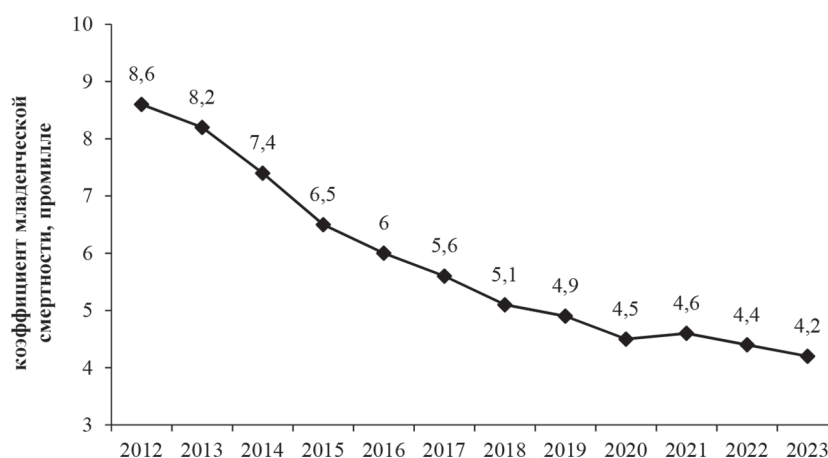


Рис. 1. Динамика значений коэффициента младенческой смертности в Российской Федерации за 2012–2023 гг., ‰

Fig. 1. Dynamics of infant mortality rates in the Russian Federation for 2012–2023, ‰

младенческой смертности. Судя по динамике значения коэффициента, начиная с 2021 года показатель продолжает сокращаться, достигая в 2023 году значения 4,2‰. Следовательно, можно говорить о высокой вероятности достижения значения коэффициента младенческой смертности к 2030 году до 3,9 случаев на 1000 родившихся детей.

На следующем этапе исследования осуществлена сравнительная характеристика младенческой смертности по полу, местности (городская, сельская) и субъектам Российской Федерации.

На рис 2 представлена динамика младенческой смертности среди мальчиков и девочек в Российской Федерации за 2012–2023 годы.

Представленные данные позволяют констатировать, что на протяжении всего анализируемого периода младенческая смертность среди мальчиков превышает смертность среди девочек. Это объясняется половыми различиями в генетическом и биологическом составе, при этом мальчики биологически слабее и более восприимчивы к болезням и преждевременной смерти.

Далее рассмотрим особенности младенческой смертности с точки зрения места проживания (рис. 3).

Как показывают исследования, уровень младенческой смертности в сельской местности выше, чем в городской. Максимальное значение показателя за весь рассматриваемый период по городскому населению составило 8,1‰, сельскому — 10,1‰, оба максимума пришлись на 2012 год. Минимальное значение коэффициента младенческой смертности составило 4,2‰ для городского населения и 5,0‰ — для сельского в 2023 году. В среднем в городе младенческая смертность составляет 5,5‰, в сельской местности — 6,9‰. Выявленные

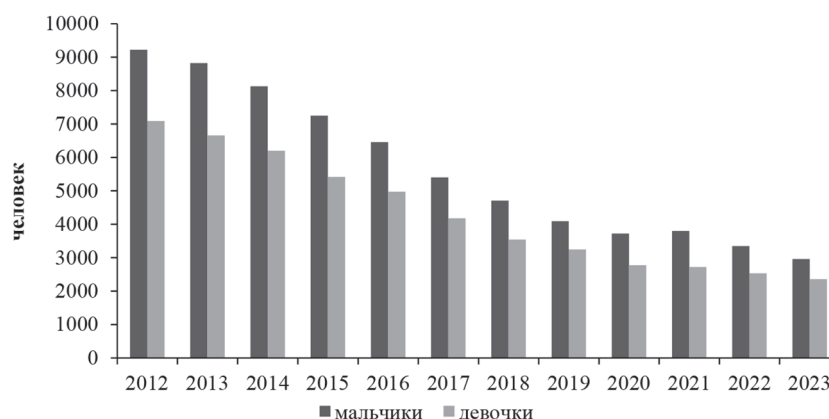


Рис. 2. Динамика младенческой смертности среди мальчиков и девочек в Российской Федерации за 2012–2023 гг., человек

Fig. 2. Infant mortality dynamics among boys and girls in the Russian Federation for 2012–2023, people

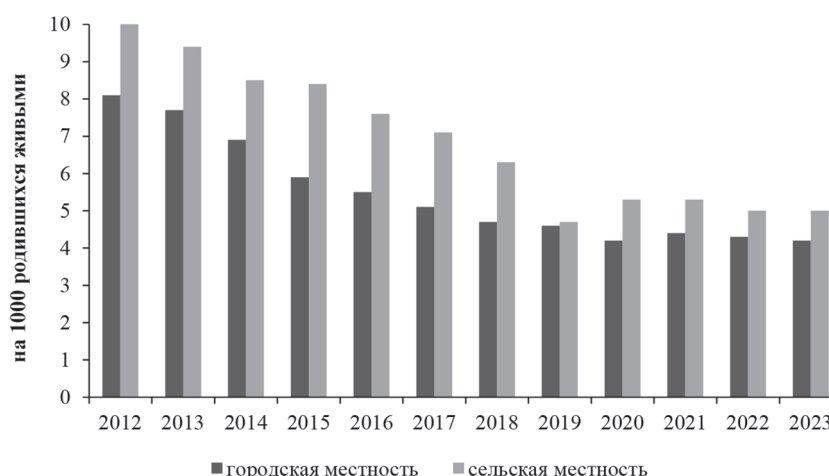


Рис. 3. Динамика коэффициента младенческой смертности по месту проживания в Российской Федерации за 2012–2023 гг., на 1000 родившихся живыми

Fig. 3. Dynamics of the infant mortality rate by place of residence in the Russian Federation for 2012–2023, per 1000 live births

различия в значениях показателей младенческой смертности городской и сельской местности обусловлены, в первую очередь, дефицитом высококвалифицированного медицинского персонала, а также отсутствием возможности оказания своевременной помощи и эффективного лечения в отдаленных территориях. Отсутствие в большинстве сельских территорий специалистов, современного медицинского оборудования, транспорта для оказания скорой медицинской помощи, становятся основной причиной младенческой смертности.

В рамках представленного исследования осуществлена

группировка субъектов Российской Федерации по уровню младенческой смертности за 2023 год с использованием шкалы А.М. Меркова и Л.М. Сухаребского (табл. 1).

Данная шкала ориентирована на перевод количественных значений различных демографических показателей, в том числе коэффициентов младенческой смертности, в качественные характеристики, оценивая их как «низкие», «средние», «высокие» или «очень высокие». Данный инструмент используется для стандартизированной оценки и территориального (временного) сравнения демографической ситуации.

Таблица 1 / Table 1

Шкала характеристики уровней показателей естественного движения населения А.М. Меркова и Л.М. Сухаребского
Scale of characteristics of levels of indexes of natural population movement by A. Merkov and L. Sukharebsky

Оценка показателей	Рождаемость на 1000 чел. населения	Смертность на 1000 чел. населения	Младенческая смертность на 1000 родившихся живыми
Очень высокие	выше 40	выше 20	выше 7,5
Высокие	26–40	13–20	5,0–7,4
Средние	16–25	9–12	3,1–4,9
Низкие	10–15	7–8	2,0–3,0

Таблица 2 / Table 2

Группировка субъектов РФ по уровню младенческой смертности в 2023 году, ‰
Grouping of regions of the Russian Federation by the level of infant mortality in 2023, ‰

Младенческая смертность на 1000 родившихся живыми	Число субъектов РФ, ед.	Субъекты РФ
Низкий уровень (2,0–3,0)	6	Ненецкий автономный округ, Чувашская Республика, Удмуртская Республика, г. Севастополь, Калужская область, Ханты-Мансийский автономный округ
Средний уровень (3,1–4,9)	58	Республика Карелия, Архангельская область, Новгородская область, Республика Адыгея, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия), Белгородская область, Липецкая область, Курская область, Калининградская область, Республика Северная Осетия – Алания, Саратовская область, Московская область, г. Москва, Тюменская область, Кабардино-Балкарская Республика, Ленинградская область, Республика Марий Эл, Хабаровский край, Сахалинская область, Ивановская область, Кировская область, Амурская область, Тамбовская область, Краснодарский край, Республика Башкортостан, Нижегородская область, Алтайский край, г. Санкт-Петербург, Ростовская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Новосибирская область, Воронежская область, Оренбургская область, Свердловская область, Орловская область, Волгоградская область, Ставропольский край, Республика Хакасия, Омская область, Астраханская область, Кемеровская область, Республика Бурятия, Рязанская область, Смоленская область, Пермский край, Челябинская область, Магаданская область, Псковская область, Республика Калмыкия, Республика Мордовия, Курганская область, Мурманская область, Томская область, Республика Ингушетия, Ульяновская область, Иркутская область, Республика Коми
Высокий уровень (5,0–7,4)	20	Карачаево-Черкесская Республика, Красноярский край, Приморский край, Ярославская область, Пензенская область, Самарская область, Камчатский край, Чеченская Республика, Республика Крым, Владимирская область, Брянская область, Республика Дагестан, Тверская область, Вологодская область, Республика Тыва, Костромская область, Тульская область, Республика Алтай, Забайкальский край, Еврейская автономная область
Очень высокий уровень (выше 7,5)	1	Чукотский автономный округ
Итого	85	

Результаты группировки субъектов Российской Федерации по уровню младенческой смертности представлены в табл. 2, данные которой свидетельствуют о наличии территориальной дифференциации младенческой смертности.

По итогам группировки можно сделать вывод, что в большинстве регионов уровень младенческой смертности изменяется в интервале 3,1–4,9‰. Подавляющее большинство российских регионов, включая крупные экономические и культурные центры, такие как г. Москва и г. Санкт-Петербург, а также многие республики и области из различных федеральных округов, сконцентрированы в данной группе (58 регионов). Эта обширная группа отражает «основную массу» страны, где показатели младенческой смертности находятся на среднем уровне.

Низкий уровень младенческой смертности демонстрирует небольшая, но географически разнообразная группа субъектов. Сюда входят регионы как Крайнего Севера (Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ), так и центральной части России (Калужская область) и южных территорий (г. Севастополь). Это свидетельствует о возможности достижения низких показателей младенческой смертности при определенных условиях, независимо от географического положения или климата.

Вызывает особую тревогу ситуация в субъектах третьей и четвертой группы. Третья группа характеризуется высоким уровнем младенческой смертности. Среди субъектов этой группы встречаются республики Северо-Кавказского федерального округа (Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика, Республика Дагестан), а также территории Сибири, Дальнего Востока (Красноярский, При-

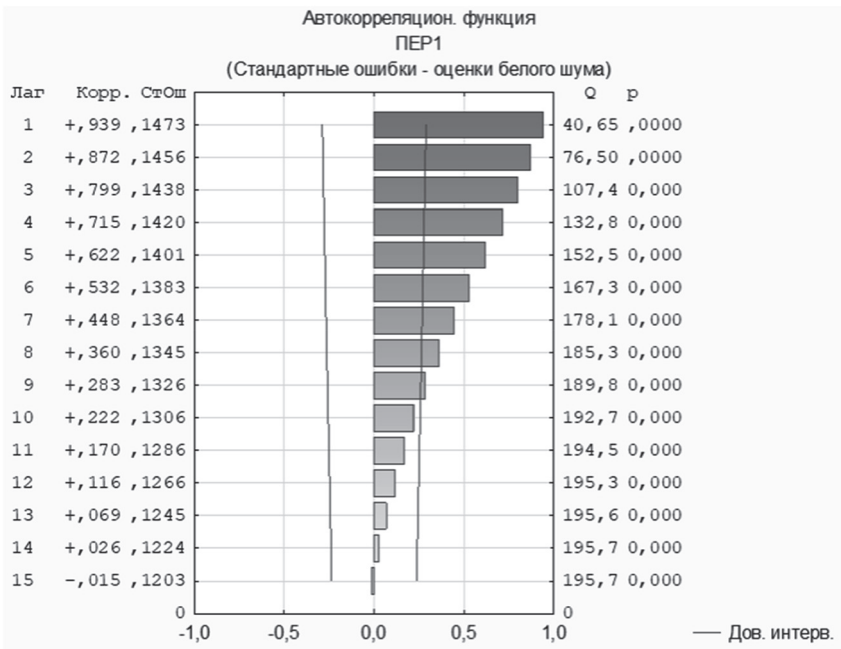


Рис. 4. Коррелограмма ряда младенческой смертности в Российской Федерации за 1980–2023 гг.
Fig. 4. Correlogram of infant mortality series in the Russian Federation for 1980–2023

морский, Камчатский, Забайкальский края) и некоторые области Центральной России. Четвертая группа с очень высоким уровнем младенческой смертности включает только Чукотский автономный округ, где значение показателя достигает аномального значения в 19,1‰. Этот показатель является резким выбросом и не отражает общую тенденцию по стране. Он указывает на существование крайне серьезных проблем в данном регионе, которые существенно искажают общую статистику по России.

Для прогнозирования младенческой смертности на территории Российской Федерации использованы данные о динамике абсолютной численности младенческой смертности в Российской Федерации с 1980 по 2023 годы. График автокорреляционной функции подтверждает наличие в анализируемом временном ряду основной тенденции (рис 4).

При наличии отчетливого тренда автокорреляционная функция приобретает характерный вид очень медленно спадающей кривой. На рис. 4

видно, что коэффициент автокорреляции на первом лаге является значимым, $r = 0,939$, что свидетельствует о наличии основной тенденции. Таким образом, временной ряд младенческой смертности можно представить как функцию двух компонент: трендовой (F_t) и случайной (E_t). Исследуемый временной ряд не содержит сезонной составляющей, так как анализируются годовые данные. Для этих целей использованы такие модели прогнозирования как аналитическое выравнивание, основанное на выборе типа кривой, а также ARIMA-модель.

Для применения отобранной модели для последующего прогнозирования, необходимо

проверить следующие гипотезы:

- а) правильно ли подобрано уравнение тренда;
- б) независимы ли отклонения от тренда;
- в) подчиняются ли отклонения от тренда закону нормального распределения.

Осуществим моделирование основной тенденции данного временного ряда с помощью моделей «кривых роста», предназначенных для аналитического выравнивания временного ряда, не противоречащие характеру его развития в периоде наблюдения и в периоде упреждения прогноза. Выбор наилучшей кривой роста произведено путем перебора основных форм тренда и расчета по каждому уравнению коэффициента детерминации R^2 , а также ошибки аппроксимации (табл. 3).

На основе представленных расчетов получено, что наилучшим образом основную тенденцию младенческой смертности в Российской Федерации описывает параболический тренд, т.к. ему соответствует максимальное значение коэффициента детерминации и самая низкая ошибка аппроксимации. Однако проверка случайности остатков с использованием критерия «восходящих» и «нисходящих» серий позволила установить, что гипотеза о случайности остатков не принимается. Они полностью не соответствуют требованиям адекватности и параболическую кривую нельзя использовать для прогнозирования.

Таблица 3 / Table 3

Основные характеристики формы кривых роста
Main characteristics of growth curves shapes

Вид зависимости	Аналитическое выравнивание зависимости	Коэффициент детерминации	Ошибка аппроксимации
Линейный	$y = -1087,5t + 48170$	0,89	22,41
Полиномиальный	$y = 25,205t^2 - 2196,5t + 56488$	0,95	12,19
Экспоненциальный	$y = 58758e^{-0,048t}$	0,95	22,24

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования численности младенческой смертности проинтегрированной модели авторегрессии и скользящего среднего (ARIMA-модели), исходя из того, что в исследуемом временном ряду присутствует тренд и отсутствуют сезонные колебания. В результате перебора различных порядков p и q получена ARIMA-модель порядка $(1, 1, 0)$, оценка параметра авторегрессии $a_1 = 0,635878$. Прежде чем осуществлять прогнозирование численности младенческой смертности по ARIMA-модели, необходимо проверить остатки на адекватность. Рассчитав для исследуемого ряда критерий Дарбина-Уотсона, получили значение $d_1 = 1,91$. Табличные значения d_1 и d_2 соответственно равны 1,38 и 1,67. Поскольку $d_1 = 1,91 > d_2 = 1,67$, то при 5%-м уровне значимости гипотеза о независимости случайных отклонений принимается. Случайность остатков данной модели проверяется с помощью автокорреляционной функции остатков ARIMA-модели (рис. 5).

Поскольку значение автокорреляционной функции остатков на пятом лаге незначительно выходит за доверительные границы, то с вероятностью 95% можно утверждать, что остатки данной модели являются случайными. Соответственно, по результатам сделанных выводов можно считать, что найденная модель пригодна для прогнозирования. Для выбора наилучшей модели прогнозирования традиционного применяется средняя ошибка аппроксимации. Сравнение рассматриваемых моделей относительно данного критерия представлено в табл. 4. В соответствии с табл. 4, наилучшей для прогнозирования является ARIMA-модель, имеющая наименьшую среднюю ошибку аппроксимации. Результаты прогноза числен-

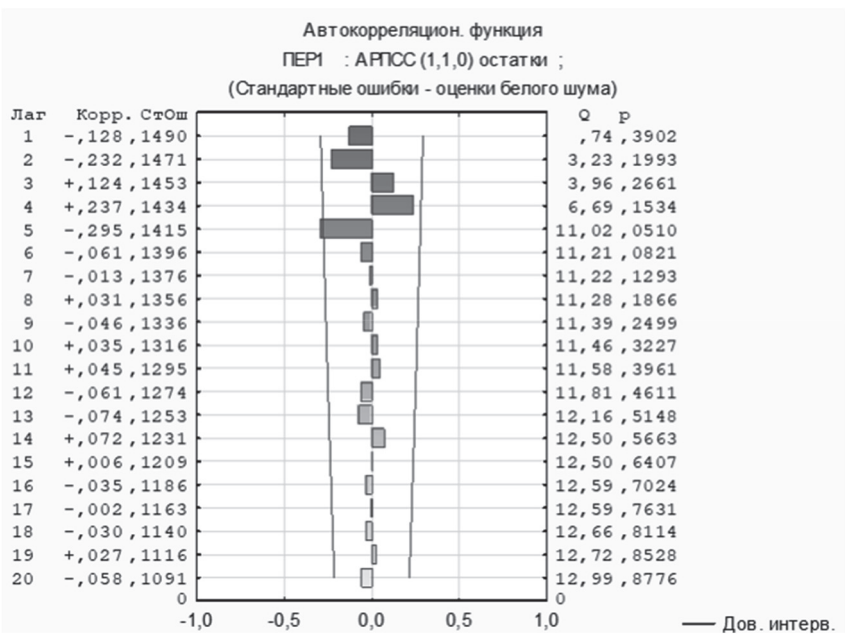


Рис. 5. Автокорреляционная функция остатков ARIMA-модели
Fig. 5. Autocorrelation function of ARIMA model residuals

Таблица 4 / Table 4

Модели для прогнозирования численности младенческой смертности в Российской Федерации
Models for predicting infant mortality rates in the Russian Federation

Модель прогноза	Средняя ошибка аппроксимации
Параболический тренд	12,2%
ARIMA-модель	4,4%

Таблица 5 / Table 5

Прогноз численности младенческой смертности в Российской Федерации на 2024–2027 гг. на основе ARIMA-модели, человек
Forecast of infant mortality in the Russian Federation for 2024–2027 based on ARIMA model, people

Год	Прогноз	Нижняя граница	Верхняя граница
2024	5210,259	-258,6	10679,14
2025	5045,708	-2940,2	13031,61
2026	4941,073	-5389,2	15271,33
2027	4874,538	-7614,8	17363,85

ности младенческой смертности в РФ на 2024–2027 гг. на основе ARIMA-модели приведены в табл. 5. Таким образом, согласно полученному прогнозу, можно утверждать, что с 95% вероятностью количество смертей детей до года в период 2024–2027 гг. медленными темпами будет снижаться. В относительном выражении данное сокращение составит от 4,1‰ в 2024 году до 3,9‰ в 2027 году. Следовательно, существует большая вероятность достижения запланированных нацио-

нальными проектами «Здравоохранение» и «Семья» целевых показателей снижения младенческой смертности в стране.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить позитивные тенденции, связанные с сокращением младенческой смертности на территории Российской Федерации. При этом выявлена дифференциация в уровне младенческой смертности в сельской и городской местности, по половому при-

знаку. Результаты группировки позволили констатировать в большинстве российских регионов средний уровень младенческой смертности. Согласно прогнозным значениям будет наблюдаться дальнейшее снижение младенческой смертности. Проведенный анализ показывает, что достижение целевых индикаторов

по сокращению младенческой смертности является реалистичным при сохранении текущих тенденций. Несмотря на это, не стоит оставлять данный процесс без внимания. В связи с этим реализация мероприятий по дальнейшему сокращению уровня младенческой смертности включена в список приоритетных направлений

деятельности государства, что находит подтверждение в программах и национальных проектах, направленных на повышение рождаемости, охрану материнства и детства, доступности и качества медицинской помощи детям, развитию детского здравоохранения и стабилизацию демографического положения в стране.

Литература

1. Указ Президента РФ от 28.06.2007 № 825 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25729>.
2. Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» (в редакции Указа Президента РФ от 01.07.2014 №483) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299/page/2>.
3. Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/35262>.
4. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72085920/>.
5. Паспорт Федерального проекта «Охрана материнства и детства» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/nacproekt_semya.
6. Flegg A. T. On the determinants of infant mortality in underdeveloped countries // International journal of social economics. 1983. Т. 10. № 5. С. 38 – 51. DOI: 10.1108/eb013943.
7. Ram Rati Relation between levels of infant-, child- and maternal-mortality and their rates of decline: Evidence from a large cross-country data set // International journal of social economics. 2010. Т. 37. № 5. С. 374–383. DOI: 10.1108/03068291011038954.
8. Rewilak Johan Should we increase average income, or the poor's income to reduce infant and child mortality? // Journal of economic studies. 2021. С. 392–412. DOI: 10.1108/JES-03-2020-0107.
9. Naz Lubna Patel, Kamalesh Kumar Determinants of infant mortality in Sierra Leone: applying Cox proportional hazards model //

International journal of social economics. 2020. С. 71–726. DOI: 10.1108/IJSE-08-2019-0478.

10. Holmes Jr Laurens, Enguancho Elias Malachi, Hinson Rakinya, Williams Racial differentials in American Indian - White American Postneonatal Mortality in the United States: evidence from cohort linked birth/infant death records // International Journal of Human Rights in Healthcare (IJHRH). 2022. DOI: 10.1108/IJHRH-03-2022-0017.

11. Iram Uzma, Butt Muhammad S. Socioeconomic determinants of child mortality in Pakistan: Evidence from sequential probit model // International journal of social economics. 2008. Т. 35. № 1/2. С. 63 – 76. DOI: 10.1108/03068290810843846.

12. Nyamuranga Chamunorwa, Shin Jaeun Public health expenditure and child mortality in Southern Africa // International journal of social economics. 2019. Т. 46. № 9. С. 1137 – 1154. DOI: 10.1108/IJSE-12-2018-0643.

13. Haider Muhiuddin, Mukherjee Avinandan Analysis of neonatal health in South Asia // International journal of pharmaceutical and healthcare marketing. 2010. Т. 4. № 1. С. 40–59. DOI: 10.1108/17506121011036024.

14. Альбицкий В.Ю., Терлецкая Р.Н. Младенческая смертность в Российской Федерации в условиях новых требований к регистрации рождения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2016. Т. 24. № 6. С. 340–345. DOI: 10.18821/0869-866-2016-24-6-340-345.

15. Ильина Ю.А. Статистический анализ младенческой смертности // Материалы студенческой научной конференции по итогам НИР за 2020 год «Студенчество – Инновации – Экономика современной России». Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2021. С. 59–62.

16. Булина П.А., Федорова М.А. Структура и динамика младенческой смертности на территории РФ за 2000–2020 годы // Материалы V международной научно-практической конференции «Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения». Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 41–43.

17. Фаизова Л.Р., Морозова С.Н. Прикладной статистический анализ младенческой смертности как важнейшего фактора уровня жизни населения // Материалы международной конференции (конгресса) «Статистическое образование в России: интеллектуальный анализ данных». Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 331–341.

18. Сахибова Е.С., Кривых Е.А. Младенческая смертность как медико-социальная и демографическая проблема // Научный медицинский вестник Югры. 2021. Т. 1. № 5. С. 173–175.

19. Капитонов В.Ф., Сенченко А.Ю. Динамика заболеваемости детского населения Красноярского края за 2011–2020 гг. // Здоровоохранение Российской Федерации. 2023. № 67(1). С. 49–55. DOI: 10.47470/0044-197X-2023-67-1-49-55.

20. Ступак В.С., Плющенко В.Н. Младенческая смертность на территории Хабаровского края: исторический минимум, динамика и прогноз до 2020 года // Здоровоохранение Дальнего Востока. 2016. № 1(67). С. 12–17.

21. Угурчиева Х.Ю. Современная проблема младенческой смертности в Российской Федерации, комплексный подход к снижению на примере Республики Ингушетия // Менеджер здравоохранения. 2020. № 10. С. 44–48. DOI: 10.37690/1811-0185-2020-10-44-48.

22. Ананьин С.А., Карпова С.С. Сравнительный анализ младенческой смертности в Российской Федерации и Приволжском федеральном округе за 1999–2018 гг. // Здоровоохранение Российской Федерации. 2022. Т. 66. № 2. С. 131–137. DOI: 10.47470/0044-197X-2022-66-2-131-137.

23. Селина А.А., Романова И.П. Младенческая смертность как интегральный показатель

благополучия населения на территории Республики Хакасия // Материалы XXII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». Абакан: Хакассский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2018. Т. 2. С. 139–140.

24. Натхов Т.В., Василенок Н.А. Младенческая смертность в пореформенной России: динамика, региональные различия и роль традиционных норм // Историческая информатика. 2020. № 3(33). С. 71–88. DOI: 10.7256/2585-7797.2020.3.33356.

25. Хисамутдинова Р.Р., Хомякова Н.В. Младенческая смертность на Урале в послевоенные годы // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2021. № 2(38). С. 147–157. DOI: 10.32516/2303-9922.2021.38.11.

26. Хакимова А.А. Младенческая смертность как угроза демографической безопасности Республики Башкортостан // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2021. № 7(59). С. 60–64.

27. Мингазова Э.Н., Гасайниева М.М. Особенности демографических тенденций и младенческая смертность в Республике Дагестан // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020. Т. 28. № 5. С. 791–794. DOI: 10.32687/0869-866X-2020-28-s1-791-794.

28. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электрон. ресурс]. М.: Росстат, 2024. 1081 с. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf.

29. Российский статистический ежегодник [Электрон. ресурс]. М.: Росстат, 2024. 630 с. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2024.pdf.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of June 28, 2007, No. 825, “On Assessing the Performance of Executive Bodies of the Constituent Entities of the Russian Federation” [Internet]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25729>. (In Russ.)

2. Decree of the President of the Russian Federation of October 9, 2007, No. 1351, “On Approval of the Concept of Demographic Policy of the Russian Federation through 2025” (as amended by Decree of the President of the Russian Federation of July 1, 2014, No. 483) [Internet]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299/page/2>. (In Russ.)

3. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2012, No. 598, “On Improving State Policy in the Sphere of Healthcare” [Internet]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/35262>. (In Russ.)

4. Passport of the national project “Healthcare” (approved by the Presidium of the Presidential Council of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects, minutes of December 24, 2018, No. 16) [Internet]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72085920/>. (In Russ.)

5. Passport of the Federal Project “Maternity and Childhood Protection” [Internet]. Available from: https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/nacproekt_semya. (In Russ.)

6. Flegg A. T. On the determinants of infant mortality in underdeveloped countries. International journal of social economics. 1983; 10; 5: 38–51. DOI: 10.1108/eb013943.

7. Ram Rati Relation between levels of infant-, child- and maternal-mortality and their rates of decline: Evidence from a large cross-country data set. International journal of social economics. 2010; 37; 5: 374–383. DOI: 10.1108/03068291011038954.

8. Rewilak Johan Should we increase average income, or the poor's income to reduce infant and child mortality? *Journal of economic studies*. 2021: 392–412. DOI: 10.1108/JES-03-2020-0107.
9. Naz Lubna Patel, Kamalesh Kumar Determinants of infant mortality in Sierra Leone: applying Cox proportional hazards model. *International journal of social economics*. 2020: 711–726. DOI: 10.1108/IJSE-08-2019-0478.
10. Holmes Jr Laurens, Enguancho Elias Malachi, Hinson Rakinya, Williams Racial differentials in American Indian- White American Postneonatal Mortality in the United States: evidence from cohort linked birth/infant death records. *International Journal of Human Rights in Healthcare (IJHRH)*. 2022. DOI: 10.1108/IJHRH-03-2022-0017.
11. Iram Uzma, Butt Muhammad S. Socioeconomic determinants of child mortality in Pakistan: Evidence from sequential probit model. *International journal of social economics*. 2008; 35; 1/2: 63–76. DOI: 10.1108/03068290810843846.
12. Nyamuranga Chamunorwa, Shin Jaeun Public health expenditure and child mortality in Southern Africa. *International journal of social economics*. 2019; 46; 9: 1137–1154. DOI: 10.1108/IJSE-12-2018-0643.
13. Haider Muhiuddin, Mukherjee Avinandan Analysis of neonatal health in South Asia. *International journal of pharmaceutical and healthcare marketing*. 2010; 4; 1: 40–59. DOI: 10.1108/17506121011036024.
14. Al'bitskiy V.YU., Terletskaya R.N. Infant Mortality in the Russian Federation under New Birth Registration Requirements. *Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny* = Problems of Social Hygiene, Healthcare, and History of Medicine. 2016; 24; 6: 340–345. DOI: 10.18821/0869-866-2016-24-6-340-345. (In Russ.)
15. Il'ina Yu.A. Statistical analysis of infant mortality. *Materialy studencheskoy nauchnoy konferentsii po itogam NIR za 2020 god «Studenchestvo - Innovatsii - Ekonomika sovremennoy Rossii»* = Proceedings of the student scientific conference on the results of research for 2020 “Students - Innovations - Economy of modern Russia”. Yoshkar-Ola: Mari State University; 2021: 59–62. (In Russ.)
16. Bulina P.A., Fedorova M.A. Structure and dynamics of infant mortality in the Russian Federation for 2000–2020. *Materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Rossiya i mirovoye soobshchestvo: problemy demografii, ekologii i zdorov'ya naseleniya»* = Proceedings of the V international scientific and practical conference “Russia and the world community: problems of demography, ecology and public health”. Penza: Penza State Agrarian University; 2022: 41–43. (In Russ.)
17. Faizova L.R., Morozova S.N. Applied statistical analysis of infant mortality as the most important factor in the standard of living of the population. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii (kongressa) «Statisticheskoye obrazovaniye v Rossii: intellektual'nyy analiz dannykh»* = Proceedings of the international conference (congress) “Statistical education in Russia: data mining”. Orenburg: Orenburg State University; 2023: 331–341. (In Russ.)
18. Sakhibova Ye.S., Krivykh Ye.A. Infant mortality as a medical, social and demographic problem. *Nauchnyy meditsinskiy vestnik Yugry* = Scientific Medical Bulletin of Yugra. 2021; 1; S: 173–175. (In Russ.)
19. Kapitonov V.F., Senchenko A.YU. Dynamics of morbidity among the child population of Krasnoyarsk Krai for 2011–2020. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* = Healthcare of the Russian Federation. 2023; 67(1): 49–55. DOI: 10.47470/0044-197X-2023-67-1-49-55. (In Russ.)
20. Stupak V.S., Plyushchenko V.N. Infant mortality in Khabarovsk Krai: historical minimum, dynamics and forecast up to 2020. *Zdravookhraneniye Dal'nego Vostoka* = Healthcare of the Far East. 2016; 1(67): 12–17. (In Russ.)
21. Ugurchiyeva Kh.Yu. The Current Problem of Infant Mortality in the Russian Federation, an Integrated Approach to Reduction Using the Example of the Republic of Ingushetia. *Menedzher zdravookhraneniya* = Healthcare Manager. 2020; 10: 44–48. DOI: 10.37690/1811-0185-2020-10-44-48. (In Russ.)
22. Anan'in S.A., Karpova S.S. Comparative Analysis of Infant Mortality in the Russian Federation and the Volga Federal District for 1999–2018. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* = Healthcare of the Russian Federation. 2022; 66; 2: 131–137. DOI: 10.47470/0044-197X-2022-66-2-131-137. (In Russ.)
23. Selina A.A., Romanova I.P. Infant mortality as an integral indicator of well-being of the population in the Republic of Khakassia. *Materialy XXII Mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly-konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Ekologiya Yuzhnoy Sibiri i sopredel'nykh territoriy»* = Proceedings of the XXII International Scientific School-Conference of Students and Young Scientists “Ecology of Southern Siberia and Adjacent Territories”. Abakan: Khakass State University named after N.F. Katanov; 2018; 2: 139–140. (In Russ.)
24. Natkhov T.V., Vasilenok N.A. Infant mortality in post-reform Russia: dynamics, regional differences, and the role of traditional norms. *Istoricheskaya informatika* = Historical informatics. 2020; 3(33): 71–88. DOI: 10.7256/2585-7797.2020.3.33356. (In Russ.)
25. Khisamutdinova R.R., Khomyakova N.V. Infant Mortality in the Urals in the Post-War Years. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyy nauchnyy zhurnal* = Bulletin of the Orenburg

State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal. 2021; 2(38): 147-157. DOI: 10.32516/2303-9922.2021.38.11. (In Russ.)

26. Khakimova A.A. Infant Mortality as a Threat to the Demographic Security of the Republic of Bashkortostan. Skif. Voprosy studencheskoy nauki = Skif. Issues of Student Science. 2021; 7(59): 60-64. (In Russ.)

27. Mingazova E.N., Gasayniyeva M.M. Features of Demographic Trends and Infant Mortality in the Republic of Dagestan. Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny = Problems of Social Hygiene,

Healthcare and History of Medicine. 2020; 28; S: 791-794. DOI: 10.32687/0869-866X-2020-28-s1-791-794. (In Russ.)

28. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli = Regions of Russia. Socio-economic indicators [Internet]. Moscow: Rosstat; 2024. 1081 p. Available from: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf. (In Russ.)

29. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik = Russian statistical yearbook [Internet]. Moscow: Rosstat; 2024. 630 p. Available from: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovodnik_2024.pdf. (In Russ.)

Сведения об авторах

Марина Викторовна Бикеева

К.э.н., доцент кафедры статистики и информационных технологий в экономике и управлении
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Россия
Эл. почта: mbikeeva@yandex.ru

Евгения Александровна Сысоева

Д.э.н., заведующий кафедрой статистики и информационных технологий в экономике и управлении
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Россия
Эл. почта: sysoewa@mail.ru

Information about the authors

Marina V. Bikeeva

Cand. Sci. (Economics), Assistant professor of the Department of Statistics and Information Technologies in Economics and Management National Research Mordovia State University, Saransk, Russia
E-mail: mbikeeva@yandex.ru

Evgeniya A. Sysoeva

Dr. Sci. (Economics), Head of Department of Statistics and Information Technologies in Economics and Management National Research Mordovia State University, Saransk, Russia
E-mail: sysoewa@mail.ru

Кластеризация субъектов Российской Федерации по ресурсной обеспеченности населения в сфере здравоохранения и использованию коечного фонда

Цель исследования заключается в анализе и выявлении структуры параметров ресурсной обеспеченности населения в сфере здравоохранения и эффективности использования коечного фонда в субъектах Российской Федерации. Такое структурирование позволит классифицировать как субъекты Российской Федерации, так и выявить среди анализируемых параметров факторы, в большей степени определяющие региональные различия и межрегиональные диспропорции с целью приоритетного учета этих факторов при разработке основных направлений государственного регулирования межрегиональных различий субъектов Российской Федерации в сфере здравоохранения.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели на основе данных Единой межведомственной информационно-статистической системы был проведен кластерный анализ субъектов Российской Федерации на основе итеративного метода *k*-средних, реализованного в программном пакете Statistica.

Результаты. В результате кластерного анализа субъектов Российской Федерации по шести признакам были выделены девять кластеров и определены их профильные характеристики. Основные результаты проведенного многомерного статистического анализа включают: параметры дисперсионного анализа; величины суммарных внутрикластерных дисперсий; значения межкластерных сумм квадратов расстояний; график средних значений по шести признакам для каждого из девяти кластеров, а также описательные статистики для каждого объекта в пределах выделенных кластеров. По результатам дисперсионного анализа для всех вариантов кластеризации, по величине (и уровню значимости) *F*-значений и величине эмпирического коэффициента детерминации выявлена боль-

шая значимость для распределения объектов по кластерам следующих признаков: обеспеченность больничными койками на 10 тыс. населения; обеспеченность населения средними медицинскими работниками, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения) и обеспеченность населения врачами, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения).

Заключение. Описательные статистики для каждого российского региона в рамках выделенных девяти кластеров показали, что внутри кластеров наблюдается относительно низкая вариабельность значений признаков. Это свидетельствует о высокой степени однородности и компактности построенных кластеров. Полученные результаты кластеризации позволяют определить ресурсные профили российских регионов и сформировать основные приоритеты политики развития регионального здравоохранения России, нацеленные на повышение степени однородности регионов страны по качеству и доступности медицинской помощи. Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты позволят более эффективно разрабатывать региональную политику и проводить государственное регулирование сферы здравоохранения Российской Федерации, а также определять меры для поддержки отрасли в регионах с низкими показателями эффективности использования коечного фонда.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, кластерный анализ, дисперсионный анализ, программный пакет Statistica, метод *k*-средних, метод Elbow

Igor A. Kirshin, Alice I. Kasimova

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Clustering of the Russian Federation Regions by Resource Provision of the Population in the Sphere of Healthcare and Use of Hospital Stock

The purpose of the study is to analyze and identify the structure of the parameters of resource provision of the population in the field of healthcare and the efficiency of using hospital stock in the regions of the Russian Federation. Such structuring will allow classifying both the regions of the Russian Federation and identifying among the analyzed parameters the factors that largely determine regional differences and interregional disparities in order to prioritize these factors when developing the main directions of state regulation of interregional differences in the regions of the Russian Federation in the field of healthcare.

Materials and methods. To achieve this purpose, a cluster analysis of the regions of the Russian Federation was carried out on the basis of data from the Unified Interdepartmental Information and

Statistical System using the iterative *k*-means method implemented in the Statistica software package.

Results. As a result of the cluster analysis of the regions of the Russian Federation by six features, nine clusters were identified and their profile characteristics were determined. The main results of the multivariate statistical analysis include: analysis of variance parameters; values of total intra-cluster variances; values of inter-cluster sums of squared distances; a graph of average values for six features for each of the nine clusters, as well as descriptive statistics for each object within the selected clusters. Based on the results of the variance analysis for all clustering options, the magnitude (and significance level) of the *F*-values and the magnitude of the empirical coefficient of determination revealed a high significance

for the distribution of objects into clusters of the following features: provision of hospital beds per 10 thousand population; provision of the population with mid-level medical workers working in state and municipal medical organizations (people per 10 thousand population) and provision of the population with doctors working in state and municipal medical organizations (people per 10 thousand population).

Conclusion. Descriptive statistics for each Russian region within the nine selected clusters showed that there is a relatively low variability of feature values within the clusters. This indicates a high degree of homogeneity and compactness of the constructed clusters. The obtained clustering results allow us to determine the resource profiles

of Russian regions and formulate the main priorities of the regional healthcare development policy in Russia, aimed at increasing the degree of homogeneity of the country's regions in terms of quality and accessibility of medical care. The practical significance of the study is that its results will allow us to more effectively develop regional policies and carry out state regulation of the healthcare sector in the Russian Federation, as well as to determine measures to support the industry in regions with low indexes of hospital stock efficiency.

Keywords: data mining, cluster analysis, analysis of variance, Statistica software package, k-means method, Elbow method.

Введение

Выявление структуры связей и спецификация зависимостей в социально-экономических процессах и явлениях всегда непростая задача уже потому, что выбор метода решения зависит от большого числа факторов разной природы. Решения в таких ситуациях, как правило, принимаются на основании анализа ограниченного статистического материала с использованием методов многомерного статистического анализа. К таким методам относятся многомерные статистические методы классификации, предназначенные для разделения наблюдаемой совокупности объектов, признаков или явлений на гомогенные в определенном смысле группы. Такая классификация производится посредством машинного обучения без учителя (Unsupervised Learning) методами кластерного (естественной классификации) и дискриминантного анализа. Большинство алгоритмов обучения без учителя используются для выявления скрытых структур данных. По сути, происходит решение задачи классификации данных на основе выявления неявной структуры данных. Если рассматривать отдельно классификацию объектов и классификацию признаков, то классификация признаков (группировка столбцов матрицы данных) происходит посредством факторного анализа, когда выявляются обобщенные факторы. Анализ структуры множества объектов (группировка строк матрицы

данных) осуществляется в кластерном анализе. В последние годы в научной литературе наблюдается повышенный интерес к вопросам кластеризации регионов по различным признакам [1, 2, 3, 4].

Говоря формальным языком, задача кластерного анализа состоит в разделении множества объектов X на k (k – целое) кластеров (подмножеств) $Q_1, Q_2, \dots, Q_k$, так, чтобы каждый объект X_j принадлежал одному и только одному подмножеству. Объекты, составляющие каждый отдельный кластер, должны быть схожими или однородными, в то время как объекты, формирующие разные кластеры, разнородными [5]. Для определения количественной степени сходства или близости классифицируемых объектов в кластерном анализе применяются меры близости (подобия), оценивающие метрическое расстояние между ними.

Каждый объект может быть описан несколькими, на-

пример, m признаками, графически представляющими его «точкой» m -мерного пространства, в котором степень его сходства (однородности) с другими объектами будет определяться как расстояние между ними. Важным шагом кластеризации является определение мощности множества кластеров или их числа. Количество кластеров в зависимости от целей и методов решения задачи кластеризации, может быть либо определено заранее, либо априори неизвестно. Традиционно выделяют следующие методы кластеризации (рис. 1) [6].

Кластерный анализ производит кластеризацию объектов практически любой природы. Однако, предварительно данные, как правило, масштабируют одним из методов нормализации данных. В результате кластерного анализа происходит сокращение изначально большого объема информации, сжатие массивов больших данных и выявление их структуры.



Рис. 1. Методы кластеризации

Fig.1. Clustering methods

Материалы и методы

Классификация неравенства регионального развития является важным фактором в стратегии социально-экономического развития любой страны. Однако при группировке данных часто не учитываются скрытые информационные паттерны данных, поэтому такие группировки не способны обеспечить достижения целевых результатов. Социально-экономическое развитие российской региональной экономики, в том числе сферы здравоохранения, традиционно характеризуется неоднородностью и межрегиональными дисбалансами [7]. Исследователи регионального развития нашей страны доказывают, что спецификация «межрегиональных различий субъектов Российской Федерации посредством кластеризации позволит определить их профили и сформировать основные приоритеты стратегии развития здравоохранения РФ, нацеленные на повышение степени однородности регионов России по качеству и доступности медицинской помощи» [8]. В качестве основных инструментов анализа эффективности деятельности сферы здравоохранения применяют способы группировки (деление изучаемой совокупности объектов на количественно-однородные группы по соответствующим признакам) для выявления особенных и типичных взаимодействий процессов, отсеивающих случайные отклонения [9].

Исходя из тезиса, что одной из основных причин неравенства является неравномерное распределение ресурсов между регионами [10], проведем кластеризацию российских регионов (субъектов РФ) на основе показателей обеспеченности базовыми ресурсами здравоохранения и эффективности использования коечного фонда за 2024 г. [11]. Целью анализа является

определение кластеров субъектов РФ со схожими характеристиками и приоритизация значимости выбранных признаков для кластеризации объектов.

В качестве признаков, характеризующих ресурсное обеспечение субъектов РФ в сфере здравоохранения, были выбраны 4 показателя из базы данных Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). Это параметры, определяющие потенциал системы здравоохранения по обеспечению релевантного объема медицинской помощи:

- обеспеченность населения врачами, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения) (D);
- мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. населения (P);
- обеспеченность населения средними медицинскими работниками, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения) (M);
- обеспеченность больничными койками на 10 тыс. населения (B).

В качестве метрик, характеризующих эффективность использования коечного фонда, отобраны следующие показатели из базы данных ЕМИСС:

- средняя занятость койки в году в днях (O);
- средняя длительность пребывания больного на койке в днях (T).

Такой набор характеристик регионов обеспечивает аналитикам и практикам возможность оценки рационального использования внутренних ресурсов для повышения медицинской, социальной и экономической эффективности объектов сферы здравоохранения регионов РФ. Задача эффективного использования коечного фонда является од-

ной из приоритетных при организации медицинской помощи надлежащего качества в условиях ограниченного финансирования сферы общественного здравоохранения.

Для обеспечения сбалансированности выборки данных из анализа были исключены субъекты Южного федерального округа и Северо-Кавказского федерального округа, т.к. по ним отсутствуют данные по показателям эффективности использования коечного фонда за анализируемый период.

Анализ был проведен с использованием программного математического пакета Statistica. Предварительно средствами пакета Statistica было проведено нормирование данных методом нормализации средним (Z -нормализацией) по формуле:

$$x'_i = (x_i - \bar{x}) / \sigma_x$$

В модуле кластерного анализа данного пакета заложены три метода: иерархическая кластеризация (объединение, древовидная кластеризация (joining/tree clustering)), кластеризация методом k -средних (k -means clustering) и двухходовая кластеризация (two-way joining).

Наиболее распространенным среди неиерархических является метод k -средних, предполагающий априорное знание конечного числа кластеров k и минимизирующий сумму квадратов внутрикластерных расстояний до центра кластера (Within-cluster sum of squares, WCSS) или, другими словами, величину суммарной внутрикластерной дисперсии (функции потерь). В результате исходное множество разбивается на k максимально удаленных друг от друга кластеров [12, 13].

Выбор числа кластеров при использовании данного метода эксперт задает самостоятельно. Для более обоснованного выбора можно воспользоваться критерием расстояния между

объектами. Этот приём рекомендуется использовать при первоначальной оценке данных, когда отсутствует представление о структуре исходного датасета. Наиболее часто применяемыми методами определения мощности множества кластеров выступают метод локтя (Elbow method) и экспертный метод. В методе локтя график зависимости суммы квадратов внутрикластерных расстояний от числа кластеров позволяет определить точку, в которой добавление новых кластеров не приводит к значительному уменьшению WCSS. Координата этой точки и определяет оптимальное число кластеров. В экспертном методе выбор количества кластеров определяется знаниями о предметной области наблюдаемых объектов (domain knowledge).

Результаты исследования

Для кластеризации российских регионов нами был использован метод k -средних с применением метода локтя, позволяющим определить оптимальное число кластеров. По результатам дисперсионного анализа (ANalysis Of VAriance, ANOVA) [14] были определены WCSS для различных значений числа кластеров и построен график, иллюстрирующий метод локтя (рис. 2).

Исходя из полученного графика, отметим, что для нашей выборки данных наблюдается заметный излом графика при числе кластеров, равном девяти. Это свидетельствует о том, что множество из девяти кластеров определяется как наиболее релевантно структурированное разделение исходного множества объектов.

В соответствии с методологией ANOVA и логикой метода Elbow нами был разработан новый критерий определения релевантного числа кластеров. Как известно, в методе k -средних межкластерная сумма квадратов (BCSS) выступает мерой

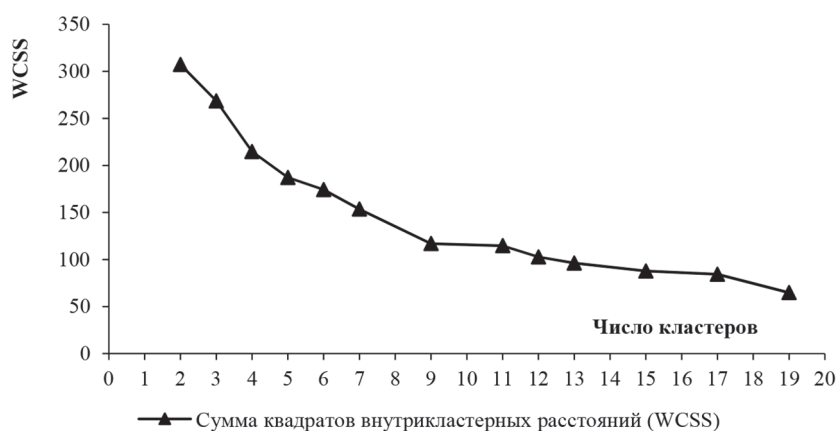


Рис. 2. График Elbow

Fig. 2. Elbow graph

разброса между кластерами. Внутрикластерная сумма квадратов (WCSS) является мерой сходства объектов или характеристикой компактного расположения объектов без значительных промежутков внутри пространства каждого кластера. Следовательно, критерием оптимальности кластеризации может служить максимизация BCSS и минимизация WCSS. Иными словами, близкое к единице значение отношения $BCSS/TSS$ будет характеризовать полученную кластеризацию как оптимальную, т.к. большая часть общей дисперсии будет объясняться межкластерными различиями.

Развивая логику данного методического подхода, можно констатировать, что кри-

терием оптимального числа кластеров может выступить снижение темпа прироста показателя «Отношение межкластерной суммы квадратов к общей сумме квадратов ($BCSS/TSS$)» при увеличении числа кластеров на единицу по сравнению с предыдущей мощностью множества кластеров. На построенном графике (рис. 3) отчетливо выделяется количество кластеров, равное 9, преодоление которого приводит к снижению темпов прироста критерия $BCSS/TSS$. Выявленное с помощью этого метода количество кластеров, равное девяти, совпадает с определенным ранее по методу локтя.

Полученные результаты кластеризации российских регионов представлены в таблице 1.

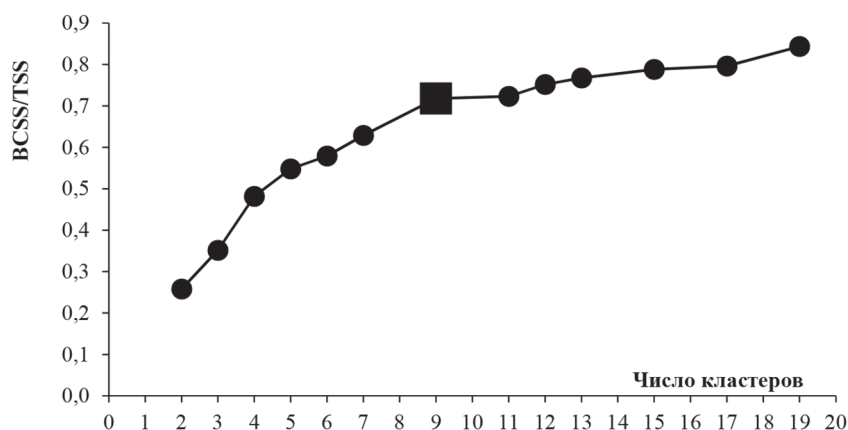


Рис. 3. Отношение межкластерной суммы квадратов к общей сумме квадратов ($BCSS/TSS$)

Fig. 3. Ratio of inter-cluster sum of squares to total sum of squares ($BCSS/TSS$)

Таблица 1 / Table 1

Состав девяти кластеров
Composition of nine clusters

№ кластера	Число субъектов РФ	Субъекты РФ
1	12	Курская область, Орловская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Ярославская область, Удмуртская Республика, Нижегородская область, Ульяновская область, Иркутская область, Томская область, Амурская область
2	5	Республика Коми, Республика Тыва, Камчатский край, Магаданская область, Сахалинская область
3	15	Белгородская область, Калининградская область, Новгородская область, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Самарская область, Саратовская область, Тюменская область, Челябинская область, Республика Хакасия, Красноярский край, Кемеровская область, Новосибирская область, Республика Бурятия, Хабаровский край
4	1	Чукотский автономный округ
5	3	Костромская область, Тверская область, Еврейская автономная область
6	10	Брянская область, Владимирская область, Липецкая область, Вологодская область, Псковская область, Республика Марий Эл, Оренбургская область, Курганская область, Республика Алтай, Алтайский край
7	9	Воронежская область, Тульская область, Республика Мордовия, Пермский край, Пензенская область, Свердловская область, Омская область, Омская область, Забайкальский край, Приморский край
8	4	Калужская область, Московская область, г. Москва, Ленинградская область
9	11	Ивановская область, Республика Карелия, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Мурманская область, г. Санкт-Петербург, Чувашская Республика, Кировская область, ХМАО, ЯНАО, Республика Саха (Якутия)

Таблица 2 / Table 2

Результаты дисперсионного анализа для $k = 9$
ANOVA results for $k = 9$

Variable	BCSS	df	WCSS	df	F	signif.
D	52,55801	8	16,44199	61	16,91214	0,000000
P	46,03658	8	22,96342	61	11,88755	0,000000
M	52,71965	8	16,28035	61	24,69157	0,000000
B	55,31485	8	13,68515	61	30,81996	0,000000
O	42,51755	8	26,48245	61	12,24193	0,000000
T	47,99149	8	21,00851	61	15,24153	0,000000

Результаты кластеризации показывают, что самым большим по числу входящих в него регионов (15 регионов) является кластер 3. Самым малочисленным является кластер 4, образованный Чукотским автономным округом.

Дисперсионный анализ показал статистическую значимость всех выбранных для кластеризации шести переменных (Таблицы 2 и 3).

По величине F-значений

можно судить о значимости признаков для распределения объектов по кластерам. В нашем случае к первой тройке значимых параметров кластеризации по результатам ANOVA для всех вариантов кластеризации относятся признаки: «обеспеченность больничными койками на 10 тыс. населения (В)»; «обеспеченность населения средними медицинскими работниками, работающими в государственных и муници-

пальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения) (М)»; «обеспеченность населения врачами, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения) (D)».

Этот вывод подтверждается и проверкой по другому общепризнанному критерию существенности влияния факторов, по которым производится кластеризация – критерию эмпирического коэффициента детерминации (причинности). Он рассчитывается, как отношение межгрупповой дисперсии к общей дисперсии. Данный критерий также выявил большую значимость для кластеризации тех же признаков.

В таблице 3 указаны расстояния между кластерами. Выше диагонали приведены квадраты расстояний, а ниже – евклидово расстояние. Был также проведен анализ расстояний от объектов до центров кластеров для оценки степени принадлежности каждого объекта к соответствующему кластеру. В среднем, объекты находятся на небольшом расстоянии от центров своих кластеров, что указывает на высокую степень внутренней однородности кластеров.

Используя опцию пакета Statistica «График средних» (Graph of means) (рис. 4), оценим различия в средних значениях анализируемых признаков (переменных) для каждого кластера. График средних значений демонстрирует, что полученные девять кластеров имеют различные средние значения признаков, что подтверждает различия профилей кластеров по анализируемым признакам.

Для более полной оценки эффективности использования коечного фонда нами был дополнительно рассчитан показатель «Оборот койки» (ВТ) путем деления среднегодовой занятости койки на среднюю длительность пребывания па-

Таблица 3 / Table 3

Расстояния между кластерами (Эвклидово расстояние)
Distances between clusters (Euclidean distance)

№ кластера	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,0000	1,6573	0,4676	10,220	1,7050	0,8284	0,5193	2,6247	0,6149
2	1,2874	0,0000	3,2495	4,7571	2,9247	2,1659	2,6939	6,6983	1,2896
3	0,6838	1,8026	0,0000	14,111	2,0985	0,6427	0,3877	1,0923	0,9779
4	3,1969	2,1811	3,7566	0,0000	10,909	11,336	12,992	20,534	10,228
5	1,3058	1,7102	1,4486	3,3030	0,0000	0,9457	1,0704	3,7220	2,9894
6	0,9101	1,4717	0,8017	3,3670	0,9725	0,0000	0,5266	2,0301	1,2318
7	0,7206	1,6413	0,6227	3,6045	1,0346	0,7257	0,0000	1,2327	0,9696
8	1,6201	2,5881	1,0451	4,5315	1,9292	1,4248	1,1103	0,0000	2,6759
9	0,7841	1,1356	0,9889	3,1983	1,7290	1,1099	0,9847	1,6358	0,0000

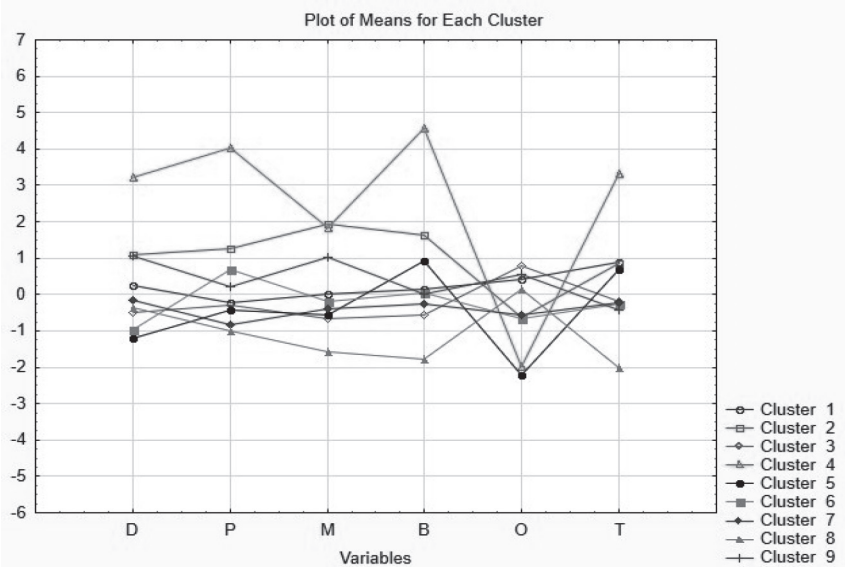


Рис. 4. Средние значения параметров кластеров по методу *k*-средних
Fig. 4. Average values of cluster parameters using the *k*-means method

пациента на койке для каждого кластера. Данный показатель выступает интегральным результатом оценки эффективности использования коечного фонда, комбинирующим среднегодовую занятость койки и среднюю длительность пребывания пациента на койке.

Среди субъектов РФ выделяется своими максимальными значениями признаков четвертый кластер, состоящий из единственного региона - Чукотского автономного округа. Параметры Чукотского автономного округа можно определить как статистические выбросы и основное внимание уделить выявлению профилей других кластеров.

Тогда, российские регионы, составляющие кластер 2 будут

иметь наивысшие значения по всем признакам ресурсной обеспеченности. Этот вывод совпадает с данными Рейтинга регионов по показателям обеспеченности медицинских организаций врачами, койками, средним медперсоналом на 10 000 человек в 2024 г [15]. Высокую ресурсную обеспеченность (на 10 000 человек) логично объяснить малочисленностью населения регионов кластера 2. Республика Коми, Республика Тыва, Камчатский край, Магаданская и Сахалинская области по численности населения входят в последнюю десятку российских регионов. Однако, по показателям эффективности использования коечного фонда данные регионы выступают одними из

аутсайдеров. Они отличаются низкой среднегодовой занятостью койки и одной из самых высоких средней длительностью пребывания больного на койке.

Принимая во внимание методику расчета среднегодовой занятости койки, как результат деления числа койко-дней, проведенных всеми больными, на число среднегодовых коек, высокими значениями параметра «В» можно объяснить низкое значение среднего числа дней занятости койки в году в регионах кластера 2. Продолжительная длительность пребывания больного на койке может свидетельствовать о несовершенстве методов обследования больных, недостаточной преемственностью между амбулаторно-поликлиническими учреждениями и стационарами, большем удельном весе длительно протекающих заболеваний в этих регионах.

Взаимодействие всех этих факторов определяет прогноз динамики временного ряда средней длительности стационарного лечения и, в конечном итоге, профиль данного кластера.

На противоположном полюсе лидеров кластерного рейтинга находится кластер 8, который формируют г. Москва, Московская, Ленинградская и Калужская области. Действительно, значения параметров ресурсной обеспеченности данных регионов сравнительно низкие и в то же время показатели эффективности использования коечного фонда — высокие (Таблица 4). Так, по мощности амбулаторно-поликлинических учреждений Московская область занимает последнее место в списке, Калужская область — 64 место из 70, г. Москва — 39. По обеспеченность населения средними медицинскими работниками, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях и обе-

Таблица 4 / Table 4

Сравнительный анализ значений параметров субъектов РФ кластера 8 со среднероссийским уровнем
Comparative analysis of the values of parameters of the Russian Federation regions of cluster 8 with the average Russian level

	D	P	M	B	O	T	BT
Российская Федерация	42,14	233,9	88,25	66,8	293,9	9,6	30,61
г. Москва	54	248,5	69,2	44,8	289,5	6,2	46,69
Московская область	36,3	180,2	64,4	46,6	301,8	8,3	36,36
Ленинградская область	33,7	212,5	67,3	52	284,3	8,7	32,68
Калужская область	33,57	196,5	80,32	57	297,3	9,1	32,67

Таблица 5 / Table 5

Рейтинг кластеров по показателю «Оборот койки» (BT)
Cluster rating by the index “Bunk turnover” (BT)

Ранг кластера	Кластеры	Среднее значение параметров по кластерам						
		D	P	M	B	O	T	BT
1	Кластер 8	39,39	209,4	70,31	50,1	293,2	8,075	36,31
2	Кластер 9	53,47	267,7	118,9	74,06	302,1	9,75	30,98
3	Кластер 3	38,33	244,7	87,24	66,68	307,1	10,02	30,65
	Российская Федерация	42,14	233,9	88,25	66,8	293,9	9,6	30,61
4	Кластер 6	33,4	291,8	96	74,6	275,2	9,9	27,8
5	Кластер 7	41,6	218,3	92,4	70,5	277,7	10	27,77
6	Кластер 1	45,58	248,1	99,77	75,88	299,2	11,2	26,72
7	Кластер 2	53,82	319,4	135,7	95,96	276	11,16	24,73
8	Кластер 5	31,3	237	88,8	86,5	240,3	11	21,85
9	Кластер 4	74,75	452,2	134,1	135,1	246	13,8	17,83

спеченности больничными койками Московская область, Ленинградская область и г. Москва занимают последние места в списке субъектов РФ. Однако, оборот койки в этих регионах демонстрирует максимальное значение.

Структура этих факторов в конечном итоге определяет более высокую степень организации общественного здравоохранения в г. Москва, Московской, Ленинградской и Калужской областях по сравнению с прочими субъектами РФ.

В таблице 5 представлен рейтинг кластеров по показателю «Оборот койки». Наилучшие значения средних среди остальных кластеров с номерами 1, 3, 5–7, 9 демонстрирует кластер 9, который близок по значениям ресурсной обеспеченности и эффективности использования коечного фонда к кластеру 8. Следующий по иерархии кластер, регионы которого демонстрируют высокую

эффективность использования коечного фонда по сравнению с другими кластерами, третий. В то же время он отличается меньшими значениями ресурсного обеспечения по сравнению с кластером 9.

Ресурсная обеспеченность кластеров 6 и 7 по сравнению с прочими кластерами в меньшей степени отличается от общероссийской. Однако по показателям эффективности использования коечного фонда регионы этих кластеров уступают общероссийскому уровню и занимают 4 и 5 место в рейтинге. Характеризуя кластер 1, отметим, что он отличается большей ресурсной обеспеченностью по сравнению со среднероссийским уровнем. При этом по показателю оборота койки он уступает общероссийскому уровню (6 место в рейтинге). Пятый кластер характеризуется самой низкой средней занятостью койки, оборотом койки и большой длительностью пребывания

больного на койке, если не учитывать параметры кластера 4. В 2024 году в регионах данного кластера каждая койка в среднем 125 дней в году была не занята.

При проведении кластерного анализа методом k-средних важным критерием качества кластеризации и идентификации структуры данных является оценка компактности полученных кластеров. Компактность кластеров отражает степень близости объектов кластера друг к другу и может быть оценена с использованием различных критериев, основанных на описательных статистиках. В пакете Statistica для каждого из девяти кластеров были рассчитаны следующие описательные статистики по анализируемым шести признакам: среднее значение (Mean), стандартное отклонение (Standard Deviation) и дисперсия (Variance). На основе этих описательных статистик можно рассчитать несколько критериев для оценки компактности кластеров:

1. Среднее расстояние от каждого объекта кластера до его центра. Центр класса - средние величины по всем признакам для этого класса. Чем меньше расстояния до центра, тем типичнее объект для данного кластера, т.е. чем меньше внутрикластерная дисперсия, тем более «упорядочены» и «однородны» кластеры.
2. Стандартное отклонение (Standard Deviation) показывает, насколько сильно значения признаков внутри кластера отклоняются от среднего значения. Низкое значение стандартного отклонения указывает на то, что объекты внутри кластера расположены близко друг к другу, что свидетельствует о высокой компактности кластера.
3. Относительное стандартное отклонение: коэффициент вариации (CV) — это статистическая мера, используемая для оценки относительной измен-

чивости набора данных. Он представляет собой отношение стандартного отклонения к среднему значению и обычно выражается в процентах. Коэффициент вариации полезен для сравнения степени вариативности данных в различных наборах данных, особенно когда средние значения этих наборов различаются. Кластер с наименьшим значением CV может считаться наиболее компактным.

4. Сумма квадратов внутрикластерных отклонений является одним из основных критериев оценки компактности кластеров в методе k-средних. Она рассчитывается как сумма квадратов расстояний между каждым объектом кластера и его центром. Чем меньше значение суммы, тем более компактным является кластер.

5. Среднее значение суммы квадратов внутрикластерных отклонений. Этот критерий позволяет более объективно оценить компактность кластеров, учитывая их различную размерность. Критерий характеризует *меру разброса* значений объектов кластера относительно его центроида.

6. Относительная компактность (Relative Compactness) может быть оценена путем сравнения значений описательных статистик одного кластера с аналогичными значениями других кластеров. Например, кластер с наименьшим значением стандартного отклонения или дисперсии может считаться наиболее компактным.

7. Индексы кластеризации. Существуют различные индексы и метрики, например, индекс силуэта (silhouette score), который оценивает качество кластеризации и компактность кластеров на основе не только стандартного отклонения, но и других факторов.

Описательные статистики для каждого российского региона в пределах выделенных девяти кластеров показали,

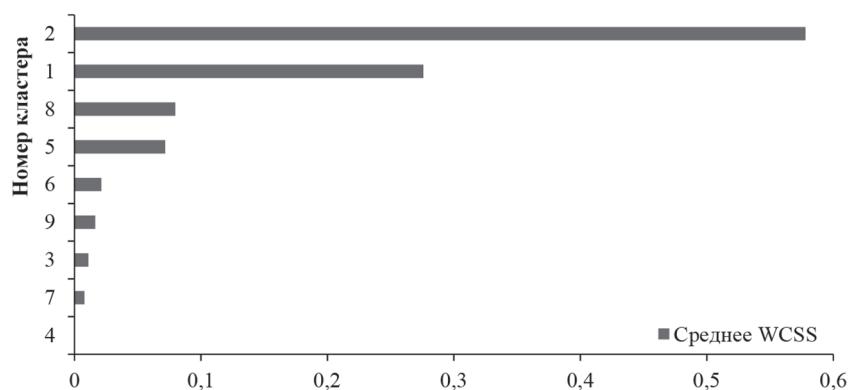


Рис. 5. Среднее WCSS по кластерам

Fig. 5. Average WCSS by clusters

что внутри кластеров наблюдается относительно низкая вариабельность значений признаков. Это свидетельствует о высокой степени внутренней гомогенности и компактности построенных кластеров.

Для оценки степени компактности был применен один из наиболее объективных критериев — среднее значение WCSS для каждого числа кластеров (рис. 5).

Наименьшей получилась средняя WCSS по кластеру 7. Это означает, что регионы этого кластера обладают самыми схожими признаками. Максимальная средняя WCSS — во 2-м кластере. Это означает, что объекты этого кластера расположены на большем расстоянии от центра и поэтому этот кластер характеризуется самой большой неоднородностью объектов.

Основываясь на расчете средней WCSS, можно утверждать, что кластеры с номерами 3, 6, 7, 9 сгруппированы более компактно. Этот вывод справедлив и для кластера 5, за исключением Тверской области. Образующие его Еврейская автономная и Костромская области располагаются на практически равных расстояниях от его центра. В то время как Тверская область удалена от центра на большее расстояние. Такой же вывод справедлив и для кластера 8 в отношении г. Москва, которая, являясь лидером по анализи-

руемым параметрам, удалена от центра на расстояние примерно в 2,5 раза превышающее расстояния от центра трех других регионов данного кластера.

Заключение

В ходе проведенного исследования была успешно выполнена кластеризация субъектов РФ и установлены качественные взаимосвязи между группами российских регионов с близкими значениями признаков обеспеченности базовыми ресурсами здравоохранения и эффективности использования коечного фонда методом k-средних с использованием пакета Statistica (Statsoft). Полученные результаты свидетельствуют о том, что выделенные кластеры однородны, компактны и различаются по анализируемым признакам, что обосновывается результатами дисперсионного анализа. Внутренняя однородность кластеров была также подтверждена анализом расстояний от объектов до центров кластеров и описательными статистиками.

По результатам дисперсионного анализа для всех вариантов кластеризации, величине (и уровню значимости) F-значений и величине *эмпирического коэффициента детерминации* выявлена большая значимость для разделения объектов по кластерам следующих признаков: «обеспеченность боль-

ничными койками на 10 тыс. населения»; «обеспеченность населения средними медицинскими работниками, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения)»; «обеспеченность населения врачами, работающими в государственных и муниципальных медицинских организациях (человек на 10 тыс. населения)». В гораздо меньшей степени распределение объектов по кластерам определяется параметрами «мощности амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. населения»; «средней занятости койки в году в днях» и «средней длительности пребывания больного на койке в днях».

Для оценки оптимальности разбиения на кластеры были использованы следующие критерии: метод Elbow, метрика «Внутренняя однородность кластеров», оцениваемая по средним расстояниям от объектов до центров кластеров; результаты дисперсионного анализа; профили средних значений параметров; показатель «Вариабельность внутри кластеров». Итоговый рейтинг кластеров составлен с учетом интегрального показателя «Оборот койки».

Результаты кластеризации показали, что проведенный кластерный анализ методом k-средних является эффективным инструментом кластеризации субъектов РФ по ресурсной обеспеченности населения в сфере здравоохранения и эф-

фективности использованию коечного фонда. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего анализа и интерпретации данных в целях эффективной разработки региональной политики и государственного регулирования сферы здравоохранения Российской Федерации, а также определения мер для поддержки отрасли в регионах с низкими показателями эффективности использования коечного фонда.

Особое внимание при разработке политики развития регионального здравоохранения России, нацеленной на повышение степени однородности регионов страны по качеству и доступности медицинской помощи, следует уделить субъектам РФ, формирующим 1, 2, 4–7 кластерам, характеризующимся меньшим по сравнению со среднероссийским показателем оборота койки.

Низкий показатель оборота коек свидетельствует, во-первых, о недостаточной экономической неэффективности деятельности и невысоком качестве менеджмента медицинских организаций региона. Медицинское оборудование, материальные ресурсы и медицинский персонал используются не в полной мере, что приводит к увеличению себестоимости лечения пациента. Во-вторых, низкий оборот коек может ограничивать доступность, качество медицинской помощи и приводить к росту листа ожидания. В-третьих, продолжительное пребывание пациентов в стационаре

чревато потерей им работы, устойчивым дефицитом семейного бюджета, формированием атмосферы психологического давления на пациентов и их семьи и другими негативными социальными последствиями.

Однако для более точной идентификации профиля данных кластеров необходимо собрать и проанализировать дополнительную информацию. Так, например, средняя длительность пребывания больного на койке обусловлена действием двух разных групп факторов. Первая группа определяется качеством организации медпомощи. Вторая группа практически не зависит от неё. Первая группа включает следующие факторы: своевременность проведения обследований пациента, продолжительность обследования; эффективность и интенсивность лечения; обеспеченность всем необходимым оборудованием для диагностики состояния пациента. Ко второй группе относятся характер заболевания, половозрастной состав пациентов и т.д.

Релевантная оценка эффективности использования коечного фонда позволит рационально использовать ресурсы сферы здравоохранения при оказании медицинской помощи, а также принимать доказательные управленческие решения на основе методов интеллектуального анализа данных как на уровне первичного медицинского звена, так и при управлении системой здравоохранения на региональном уровне РФ и страны в целом.

Литература

1. Меркулова Е.Ю., Богопольский А.С. Дифференциация регионов России: экономические контрасты и социальные различия // Статистика и Экономика. 2025. № 22(3). С. 39–52. DOI: 10.21686/2500-3925-2025-3-39-52.
2. Залманов И.А. Вариативный кластерный анализ занятости населения в городах Российской Федерации // Статистика и Экономика. 2024. № 21(5). С. 15–25. DOI: 10.21686/2500-3925-2024-5-15-25.

3. Горпинченко К.Н., Мороз А.И., Спаниди Д.А. Анализ экономического развития Краснодарского края с применением кластерного анализа // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 5(53). С. 119–123.
4. Delamater Paul., Shortridge Ashton., Messina Joseph. Regional health care planning: A methodology to cluster facilities using community utilization patterns. BMC health services research. 2013. DOI: 10.1186/1472-6963-13-333.

5. Duran B., Odell P. Cluster analysis. A survey. Springer-Verlag. Berlin – Heidelberg – N.Y. 1974.
6. Калинина В.Н., Соловьев В.И. Введение в многомерный статистический анализ. М.: ГУУ, 2003. 66 с.
7. Трейвиш А. И. Неравномерность и структурное разнообразие пространственного развития экономики как научная проблема и российская реальность // Пространственная экономика. 2019. Т. 15. №4. С. 13–35.
8. Габдуллин Н.М., Киршин И.А., Шулаев А.В. Регулирование межрегиональных различий субъектов Российской Федерации в контексте национальных проектов «Здравоохранение» и «Демография» // Уровень жизни населения регионов России. 2020. Т. 16. № 3. С. 59–69. DOI: 10.19181/lsprr.2020.16.3.5.
9. Железнякова И. А., Ковалева Л. А., Хелисупали Т. А., Войнов М. А., Омеляновский В. В. Методология оценки эффективности использования коечного фонда медицинских организаций // ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2017. № 10(4). С. 37–43. DOI: 10.17749/2070-4909.2017.10.4.037-043.
10. Бондаренко Н.Е., Губарев Р.В. Проблема регионального неравенства в социально-экономическом развитии Российской Федерации // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2020. Т. 17. № 5(113). С. 56–68.
11. ЕМИСС. Ключевые показатели обеспеченности медицинских организаций в статистической системе Минздрава/Росстата [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/61875>.
12. Jain A.K., Murty M.N., Flynn P.J. Data clustering: A Review [Электрон. ресурс] // ACM Computing Surveys. 1999. Т. 31. № 3. Режим доступа: http://users.eecs.northwestern.edu/~yingliu/datamining_papers/survey.pdf.
13. Alex Smola and S.V.N. Vishwanathan. Introduction to machine learning. Cambridge University Press, 2008. 234 с.
14. Bykowska-Derda A., Zielinska-Dawidziak M., Czlapka-Matyasik M. Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Bone Turnover Markers, and Bone Mineral Density in Adult Male Distance Amateur Runners – A Cross-Sectional Study // Nutrients. 2022. № 14(10). 2048. DOI: 10.3390/nu14102048.
15. Рейтинг регионов – 2024. Показатели системы здравоохранения [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://expertnw.com/from-editors/rejting-regionov-za-2024-g-pokazateli-sistemy-zdravookhraneniya/>.

References

1. Merkulova Ye.Yu., Bogopol'skiy A.S. Differentiation of Russian Regions: Economic Contrasts and Social Differences. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2025; 22(3): 39–52. DOI: 10.21686/2500-3925-2025-3-39-52. (In Russ.)
2. Zalmanov I.A. Variable Cluster Analysis of Employment in the Cities of the Russian Federation. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2024; 21(5): 15–25. DOI: 10.21686/2500-3925-2024-5-15-25. (In Russ.)
3. Gorpinchenko K.N., Moroz A.I., Spanidi D.A. Analysis of Economic Development of Krasnodar Krai Using Cluster Analysis. Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya = Research in Natural Sciences and Humanities. 2024; 5(53): 119–123. (In Russ.)
4. Delamater Paul., Shortridge Ashton., Messina Joseph. Regional health care planning: A methodology to cluster facilities using community utilization patterns. BMC health services research. 2013. DOI: 10.1186/1472-6963-13-333.
5. Duran B., Odell P. Cluster analysis. A survey. Springer-Verlag. Berlin – Heidelberg – N.Y. 1974.
6. Kalinina V.N., Solov'yev V.I. Vvedeniye v mnogomernyy statisticheskiy analiz = Introduction to multivariate statistical analysis. Moscow: GUU; 2003. 66 p. (In Russ.)
7. Treyvish A.I. Unevenness and structural diversity of spatial economic development as a scientific problem and Russian reality. Prostranstvennaya ekonomika = Spatial economy. 2019; 15; 4: 13–35. (In Russ.)
8. Gabdullin N.M., Kirshin I.A., Shulayev A.V. Regulation of interregional differences in the constituent entities of the Russian Federation in the context of the national projects “Healthcare” and “Demography”. Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii = Standard of Living of the Population of Russian Regions. 2020; 16; 3: 59–69. DOI: 10.19181/lsprr.2020.16.3.5. (In Russ.)
9. Zheleznyakova I.A., Kovaleva L.A., Khelisupali T.A., Voynov M.A., Omel'yanovskiy V.V. Methodology for assessing the effectiveness of using the bed capacity of medical organizations. FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya = PHARMACOECONOMIKA. Modern pharmacoeconomics and pharmacoepidemiology. 2017; 10(4): 37–43. DOI: 10.17749/2070-4909.2017.10.4.037-043. (In Russ.)
10. Bondarenko N.Ye., Gubarev R.V. The Problem of Regional Inequality in the Socio-Economic Development of the Russian Federation. Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova = Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. 2020; 17; 5(113): 56–68. (In Russ.)
11. YEMISS. Klyuchevyye pokazateli obespechennosti meditsinskikh organizatsiy v

statisticheskoy sisteme Minzdrava/Rosstata = EMISS. Key Indicators of the Provision of Medical Organizations in the Statistical System of the Ministry of Health/Rosstat [Internet]. Available from: <https://www.fedstat.ru/indicator/61875>. (In Russ.)

12. Jain A.K., Murty M.N., Flynn P.J. Data clustering: A Review [Internet]. ACM Computing Surveys. 1999; 31: 3. Available from: http://users.eecs.northwestern.edu/~yingliu/datamining_papers/survey.pdf.

13. Alex Smola and S.V.N. Vishwanathan. Introduction to machine learning. Cambridge University Press; 2008. 234 p.

14. Bykowska-Derda A., Zielinska-Dawidziak M., Czlapka-Matyasik M. Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Bone Turnover Markers, and Bone Mineral Density in Adult Male Distance Amateur Runners - A Cross-Sectional Study. Nutrients. 2022; 14(10): 2048. DOI: 10.3390/nu14102048.

15. Reyting regionov - 2024. Pokazateli sistemy zdravookhraneniya = Regional Rating - 2024. Healthcare System Indicators [Internet]. Available from: <https://expertnw.com/from-editors/rejting-regionov-za-2024-g-pokazateli-sistemy-zdravookhraneniya/>. (In Russ.)

Сведения об авторах

Игорь Александрович Кишин

Д.э.н., профессор, профессор Высшей школы бизнеса

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Эл. почта: kia1125@mail.ru

Алиса Ильфатовна Касимова

Магистрант кафедры общей гигиены

Эл. почта: ilfatovna11.11.1999@mail.ru

Information about the authors

Igor A. Kirshin

Dr Sci. (Economics), Professor, Professor of the Higher School of Business

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

E-mail: kia1125@mail.ru

Alice I. Kasimova

Master's student of the Department of General Hygiene

E-mail: ilfatovna11.11.1999@mail.ru



Статистическое исследование показателей и факторов развития страхования в России

Цель исследования. Установить и описать тенденции развития страхования в России как вида рыночной деятельности, перераспределительных финансовых отношений и явления общественной жизни в неразрывной связи с важнейшими параметрами развития экономики и социальной сферы. Статистическому исследованию подвержен важнейший сегмент рыночной экономики, объединяющий специфические институциональные единицы, являющиеся рыночными производителями финансовых услуг перераспределительного характера, а именно, вся совокупность страховых организаций, осуществляющих деятельность на экономической территории Российской Федерации, и рассматриваемые по методологии системы национальных счетов, как резидентные единицы. Исследование проведено на предмет выявления и количественной оценки влияния социально-экономических факторов, таких, как уровень жизни населения, строительство жилья, дорожно-транспортная обстановка, на стоимостные результаты функционирования страхового сектора России, установление закономерностей и взаимосвязей обозначенных признаков за продолжительный временной период.

Данные и методы. Для достижения поставленной цели решён комплекс задач, связанных с применением математико-вероятностного инструментария, ставшего неотъемлемой составляющей статистической методологии по обработке числовых массивов для изучения массовых явлений, протекающих в социуме. Непосредственно для исследования результатов деятельности

страховых организаций применены: методы аналитического выравнивания, трендового прогнозирования, регрессии рядов динамики, наглядного представления систематизированных данных, а именно графический и табличный; прикладные программные приложения статистического анализа.

Решения и результаты. Обработка числовой информации, сгенерированной в массив исходных данных, привела к построению модели динамической регрессии, отражающей закономерности формирования финансового результата страховых организаций, предопределяемого уровнем доходов населения, страховых выплат, строительства жилья, дорожно-транспортной дисциплины. Произведён расчёт прогнозных значений признаков-факторов, который позволил осуществить прогнозирование показателя страховых премий по всей совокупности страховых организаций на период до 2026 г.

Заключение. По результатам статистического моделирования произведена экономическая интерпретация параметров построенных моделей и относительных величин, описывающих эластичность взаимосвязей. Установлены направления связей, обоснована их современная специфика. Полученные результаты могут использоваться органами государственной статистики, экспертами в мониторинге финансовых и страховых рынков на российском экономическом пространстве.

Ключевые слова: страховой сектор, статистика страхования, прогнозирование страховых взносов и выплат.

Dmitry V. Dianov, Elena I. Kuznetsova

Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russia

Statistical Study of Indexes and Factors of Insurance Development in Russia

The purpose of the study is to establish and describe the trends in the development of insurance in Russia as a type of market activity, redistributive financial relationships and phenomena of social life in inseparable connection with the most important parameters of economic and social development. The most important segment of the market economy is subject to statistical research, which unites specific institutional units that are market producers of financial services of a redistributive nature, namely, the entire set of insurance organizations operating in the economic territory of the Russian Federation and considered as resident units according to the methodology of the system of national accounts. The study was conducted to identify and quantify the impact of socio-economic factors such as the standard of living of the population, housing construction, and road traffic conditions on the cost results of the Russian insurance sector, and to establish patterns and correlations of these features over a long period of time.

Data and methods. To achieve this goal, a set of tasks related to the use of mathematical and probabilistic tools has been solved, which has become an integral part of the statistical methodology for processing numerical arrays to study mass phenomena occurring in society. Methods of analytical alignment, trend forecasting, regression of dynamic series, visual representation of systematized data, namely graphical and tabular, applied software applications of statistical

analysis have been applied directly to study the results of insurance organizations.

Decisions and results. The processing of numerical information generated into an array of source data led to the construction of a dynamic regression model reflecting the patterns of formation of the financial result of insurance organizations, predetermined by the level of income of the population, insurance payments, housing construction, and road transport discipline. The forecast values of the risk factors were calculated, which made it possible to predict the index of insurance premiums for the entire set of insurance organizations for the period up to 2026.

Conclusion. Based on the results of statistical modeling, an economic interpretation of the parameters of the constructed models and the relative values describing the elasticity of the relationships was carried out. The directions of relations have been established, and their modern particularity has been substantiated. The results obtained can be used by government statistical agencies and experts in monitoring financial and insurance markets in the Russian economic space.

Keywords: insurance sector, insurance statistics, forecasting of insurance premiums and payouts.

Введение

Страховой сектор, которому уделялось существенное внимание в условиях плановой экономики, находится под пристальным вниманием аналитиков, финансистов, статистиков, социологов, учёных, представляющих большинство общественных наук. Непосредственно система страхования всесторонне изучалась на предмет её сущности и содержания, категориального аппарата и места в экономике и общественной жизни в трудах таких учёных, как А.П. Архипов, С.Б. Богоявленский, А.М. Годин, Пашкова Е.Н. [1, 2, 3, 4] и многие другие, внёсшие вклад в финансовое просвещение подготовку специалистов в сфере страхования. Статистический инструментарий, ставший необходимым столь популярным в анализе финансово-экономических отношений разработан и развит такими известными учёными статистиками, как В.Г. Минашкин, В.С. Мхитарян, Н.А. Садовникова, Р.А. Шмойлова и другими представителями статистической школы [5, 6, 7]. Соединение финансовой и статистической науки стало прочной основой для становления современной статистики финансов и кредита, в частности страхования, разработкой которой в разное время занимались И.И. Елисейевой, М.Г. Назаров, В.Н. Салин, А.Е. Суринов [8,9,10,11]. Генерация накопленного теоретико-методологического потенциала, созданного перечисленными учёными, а также практика статистического анализа современного страхового сектора нашли отражение в данной научной статье по основным результатам исследования.

Данные и методы

Институциональные преобразования в России прошли несколько этапов, пусть не

эволюции, а трансформации: происходили ротации сфер производства и услуг, исчезновение и возникновение новых видов экономической деятельности, перегруппировка хозяйственных единиц, как внутри отраслей, так и между ними. И в каждом случае можно было наблюдать свои специфические особенности таких перевоплощений, анализ которых своими результатами может вполне представлять наращивание теоретической базы экономических знаний о переходном периоде. Страховой сектор является таковой типичной совокупностью институциональных единиц, в отношении которых справедливо утверждать, что современные экономические отношения хозяйственных единиц разных сфер деятельности предопределены не только генезисом рыночных отношений, но и теми стереотипами общественного сознания, которые сложились ещё в советское время в пространстве плановой экономики и прочно устоялись до современной цифровизации. Вспомним, как современные финансовые сферы такие, как банковская и страховая, при социалистической формации приравнивались к бытовому обслуживанию населения. То есть с точки зрения финансово-экономических наук, а именно — в части обменных операций, о которых повествуется К. Марксом в «Капитале», речь идёт о равноправии услуг, предоставляемых химчистками, сберегательными кассами, парикмахерскими, конторами госстраха, фирмой «Заря», в перечень услуг которой входило 900 наименований, и т.д. Никакой капитализации доходов, которая могла обеспечить основу благосостояния советской семьи, плановая экономика не только не предполагала, а напротив — любое хозяйствование, обладающее хотя бы признаками капиталистической системы

производственных отношений, противоречило теоретическим догмам политической экономии социализма и социалистическому способу производства, на страже которого зорко стояла мощная идеологическая машина и правоохранительная система. А как же быть с доходами, и, говоря на современном языке системы национальных счетов, с вновь созданной стоимостью? Ответ прост, как аксиома: все доходы — в госбюджет. А он, как известно, предназначен для финансирования коллективных потребностей общества. Таким образом, рыночный интерес к созданию и получению прибыли ни у одного из участников товарно-денежных отношений, кроме государства не возникал в априори. Из чего следует, что страховой сектор вообще не мог быть звеном финансовой системы, и надо сказать, что и в теории финансов ни ему, ни сберегательным кассам, ни ломбардам, места в этой системе и не отводилось. Где им быть среди таких звеньев, как государственные финансы, финансы предприятий, денежные средства населения? Последнее вообще является абсурдом, поскольку политэкономия социализма всегда противопоставляла категории «деньги» и «финансы».

Помимо констатации невозможности своего существования как финансового кластера в условиях социалистического хозяйствования, интересно в ретроспективе сравнить банковский и страховой сектор, точнее госстрадсберкассы и госстрах. Экономические отношения, которые складывались между государством и населением в связи со страхованием чего бы то ни было — имущества, жизни и т.д., для государства были по-настоящему — унижительными. Когда государству надо было залатать денежные дыры, взоры обращались к кому же ещё, как ни к населению, при-

чём в принудительном порядке или по-издевательски, добровольно-принудительном. А вот обязать население страховать или страховаться принудительно, означало бы по сути просто прямое изъятие типа продаврёрстки. К тому же что страховывать и к чему обязывать? Ни о какой предтече современному ОСАГО не могло быть речи, так как автомобиль считался такой роскошью, сравнительный аналог для которой в современных условиях даже придумать сложно [2].

А жилой фонд вообще принадлежал государству: как можно страховать не принадлежащее себе имущество? А в роли страховщика выступал бы собственник этого имущества, то есть в обоих случаях — государство? Экономические отношения государства с населением по привлечению денежных сбережений в «доверительное» управление были куда образцовее, так как в отличие от страхования, интерес не был односторонним. Население стало безупречным контрагентом государства по размещению денежных средств в государственных трудовых сберегательных кассах. На 1 января 1988 г. остаток по вкладам населения составлял 280 млрд руб., это более половины годового государственного бюджета СССР. Оба стереотипа — относительно, как страхования, так и «сберкнижек», закрепились в сознании общества настолько фундаментально, и надо сказать в своей основе не необоснованно, что и до сих пор, несмотря на наличие инструментов управления накоплениями, картами, инвестициями и т.д., российское население, безусловно, остаётся на консервативных позициях. Несколькими поколениями общество воспитывалось на том постулате, что хранить деньги надо в том самом надёжном, исключительном, пусть не государственном, но с высокой долей государ-

ственного участия. К тому же массовый обман населения «мыльными» финансово-кредитными организациями в первое рыночное десятилетие возвёл этот постулат в ранг теоремы, которой не нужно более никаких доказательств. Что касается страхования, то самым заметным по своему обороту является страхование жизни — примерно $\frac{1}{2}$ валовой страховой премии, значительную часть которого составляют обязательные взносы, в первую очередь работодателей, а также обязательное автострахование, принудительное, как это следует даже из его названия. Остальные виды страхования, вносящие существенный вклад в валовую страховую премию также носят обязательный характер, например, страхование жилья при возникновении кредитных отношений с банком в связи с ипотекой. По-настоящему же добровольное страхование, оборот по которому заслуживает реального внимания, это автострахование КАСКО, что объясняется крайне высокой стоимостью объектов страхования и высоким риском их уничтожения или повреждения, несмотря на бесспорно завышенный размер страховых премий страховщиков. Различные пассажирские страхования по-прежнему натываются на противодействие населения, так как даже разовый страховой платёж при получении транспортной услуги кажется нежелательным и непредвиденным для семейных бюджетов. Таким образом, существенного добровольного страхования, кроме как в автостраховании, можно сказать нет. Отметим также ощутимый ежегодный рост финансовых результатов деятельности страховых организаций, в то время как структурные сдвиги в составе видов страхования практически не претерпевают изменений [12].

Страхование, несмотря на определённое сопротивление

населения, стало неотъемлемой частью, как рыночных отношений, так и повседневным явлением общественной жизни. Упомянутое «сопротивление» присуще, как населению с ограниченным бюджетом домашних хозяйств, где рассматриваются в основном обязательные страховые взносы, так и резидентам с высоким достатком в силу отсутствия (или снижения) потребности в страховых услугах именно ввиду собственных финансовых возможностей возмещения ущерба от наступления страховых событий. Итак, будем рассматривать страхование классически, т.е. в качестве института, поддерживающего стабильность экономической системы и способствующего оптимальному осуществлению процессов воспроизводства [13].

На объём страхового рынка в последние годы влияние макроэкономической ситуации стало снижаться весьма заметно. Так, в 2021 году экономика начала восстанавливаться после пандемии COVID-19, что, вместе с быстрой адаптацией страхового сектора к новым условиям, обеспечило его рост на 17,5%. Даже в 2022 году, когда в отдельных сегментах общественной жизни социально-экономическая ситуация стала подавать признаки нестабильности, это не повлияло, ни на страховой сектор, ни на страховой рынок в целом: объём страховых взносов, как это следует из фактических данных, приведённых ниже, в «нарастающем плюсе» за последние годы. При этом различные виды страхования показали неоднородную динамику: сборы по кредитному и инвестиционному страхованию жизни снизились, но это было компенсировано увеличением объемов автострахования и накопительного страхования жизни [14].

Страхование играет важную роль в финансовой системе,

будучи своим функционалом, направленным на сбор страховых премий от клиентов и перераспределение средств между теми, кто пострадал от страховых случаев. Выплаты помогают застрахованным лицам восстановить их имущественные ресурсы и, даже здоровье, для чего важно изучать частоту наступления страховых случаев и выявлять закономерности. В анализе таких данных применяется закон больших чисел, что позволяет более точно предсказывать риски [15].

Страховые компании, будучи проводниками перераспределительной функции финансов, являются частью финансового сектора и относятся к небанковским финансовым организациям. Поэтому статистика, связанная с их деятельностью, является разделом статистики финансов и кредита. В поле её аналитического пространства находится деятельность и экономические отношения участников страхового рынка. Поэтому важной задачей страховой статистики является и расчет страховых тарифов. Для этого используются статистические методы, основанные на анализе большого объема данных. Также к числу основных задач статистики страхования следует отнести изучение рисков и оценку возможностей их покрытия за счет страхования, что в общем то является прерогативой математической статистики, использующей вероятностный инструментарий, и поэтому, данные аспекты находятся за пределами данной научной статьи.

Ключевой агрегированной количественной оценкой, как непосредственно функционирования страхового сектора за определённый период, так и развития страхования как общественно-экономического явления, выступает показатель размеров страховых премий (взносов). Страховая премия как единичный факт платежа —

это сумма, которую платит клиент за страховое покрытие, а её расчет базируется на учете возможных рисков, административных расходов и необходимость создания резервов для выплат. Страховая статистика систематизирует данные о страховых компаниях и их работе, а также о страховых случаях, которые привели к убыткам. Эти данные собираются на основе регулярного анализа.

Разнообразие объектов страхования, отличия в уровнях страховой ответственности и категориях страхователей требует постоянного совершенствования их статистических классификаций. Такие классификации строятся на основе конкретных целей и критериев. В первую очередь, страхование делится на обязательное, предусмотренное законодательством, и добровольное, заключаемое по соглашению между страхователем и страховщиком. Обязательное страхование регулируется законом, который требует от страховщика обеспечить защиту определенных имущественных интересов, а от страхователя — уплату соответствующих страховых премий. Этот вид страхования охватывает все обязательные объекты и имеет бессрочный характер.

Риск, которые по сути, представляет собой ситуацию, при которой результат неизвестен, также подвергаются определённой градации по целому ряду критериев. События, обладающие возможностью нанести значительный ущерб, часто называют рисками или рисками потерь. В страховом деле риск характеризуется четырьмя важными аспектами: вероятность нанесения ущерба в результате страхового случая; конкретное событие, которое может привести к ущербу; часть стоимости имущества, не покрытая страховкой, то есть та, за которую клиент несёт ответственность; а также объекты страхования,

оцененные с точки зрения вероятности ущерба [16].

Такая градация обусловлена уникальной спецификой различных видов страхования. Так, в страховании жизни страховой случай происходит только один раз — при наступлении смерти застрахованного, после чего договор прекращается. Вероятность этого события зависит, как от возраста застрахованного лица, его образа жизни и условий, в которых он живёт. Каждый новый договор меняет этот риск, так как с течением времени вероятность смерти может изменяться и рассматриваться по-разному: при переходе в более старшую возрастную группу увеличивается, и вероятность смерти, и вероятность дожития до определённого возраста [17].

Страхование материальных активов связано с имущественными рисками, а их страхование направлено на возмещение убытков, которые могут быть нанесены физическим или юридическим лицам вследствие природных катастроф, несчастных случаев или социальных аномалий. Основной принцип страхования основан на том, что хотя события, приводящие к ущербу, являются случайными, они подчиняются определённым закономерностям, что соответственно обуславливает необходимость организации статистического наблюдения за такими событиями для выявления их закономерностей как во времени, так и в пространстве [18]. Страхование от несчастных случаев, как правило, имеет более короткий срок действия по сравнению с вышеупомянутыми видами страхования. Такие договоры заключаются обычно на период от нескольких дней до одного года.

Решения и результаты

Начальным этапом проводимого статистического исследования является формирование системы статистических

Таблица 1 (Table 1)

Показатели и факторы, характеризующие динамику страхового сектора в Российской Федерации

Indexes and factors characterizing the dynamics of the insurance sector in the Russian Federation

Годы	Среднедушевые денежные доходы за месяц, руб.	Выплаты по договорам страхования, млн руб.	Число ДТП на 100 000 чел.	Ввод в действие жилых домов, тыс. м ² общей площади жилых помещений	Страховые премии (взносы) страховщиков, млн руб.
	X1	X2	X3	X4	Y
2010	15348	774830,6	139,6	58431	1036677,0
2011	16525	902205,7	139,8	62265	1269762,8
2012	18450	376601,8	142,2	65742	811105,2
2013	20413	419850,7	142,2	70485	901077,9
2014	21838	473469,1	138,9	84191	983400,6
2015	23759	513954,7	125,7	85350	1033532,0
2016	23069	514070,3	118,4	80240	1190596,9
2017	23679	513205,4	115,4	79224	1284990,8
2018	24696	523992,9	114,5	75658	1488087,8
2019	26602	615869,6	112,0	82042	1486289,4
2020	28126	664717,4	99,1	82185	1548818,6
2021	30297	804933,9	91,4	92560	1819700,0
2022	35493	896450,1	86,4	102713	1827886,7
2023	38687	959202,0	94,3	113540	1919281,5

показателей [19]. Методика их отбора основана на установлении логически обоснованной взаимосвязи между различными показателями социально-экономического развития, характеризующими объект исследования, в нашем случае — страхового сектора.

Анализ различных экономических и социальных индикаторов, которые отражают состояние и динамику страхового рынка, является ключевой стадией настоящей научной статьи. Каждый из представленных показателей имеет свою важность для анализа тенденций развития страхового сектора и одновременно отражает общие тенденции и закономерности в экономике. Например, среднедушевые денежные доходы отражают средний уровень доходов на одного человека в месяц. Этот показатель важен для оценки платежеспособности населения, так как напрямую влияет на спрос на страховые услуги. Чем выше доходы населения, тем больше возможностей у граждан для приобретения различных страховых продуктов: от полисов обязательного медицинского страхования до добровольных видов страхования жизни и имущества. Изучение динамики данного показателя позволяет прогнозировать развитие рынка страхования, особенно в сегментах добровольного страхования, которые больше зависят от доходов населения. Отдельные показатели, принятые в качестве факторных представлены в таблице 1.

Динамический анализ станет следующим этапом статистического анализа страхового сектора на предмет выявления тенденций во времени, которые сложились в формировании результатов деятельности всей совокупности страховых организаций. Из этого следует, что под призму анализа попадают и факторы, определяющие агрегированный размер ежегодных страховых взносов,

их собственные тенденции изменения во времени.

В качестве рабочих гипотез относительно факторного влияния показателей на размер страховых взносов сформулируем следующие. Доходы населения выступают источником этих взносов и их уровень на душу населения следует считать количественной оценкой потенциальных денежных ресурсов для формирования доходов страхового сектора. Выплаты по договорам страхования выступают одновременно: основной статьёй расходов страховщиков, которые необходимо не просто покрыть, но и предусмотреть в страховых тарифах такой доход, который делает страховую деятельность высокорентабельной; показателем репутации и даже, бренда, который пошатнуть недопустимо для страховой компании. Таким образом, предполагается, что чем выше доходы населения и размер страховых выплат, тем выше показатель страховых премий страховых организаций. Чис-

ло ДТП связано с теми расходами страховщиков, которые охарактеризованы нами как обязательные, то есть непосредственные основные. Из этого следует, что гипотеза содержит предположение также о положительной связи между числом ДТП на 100 тыс. чел. населения и размером взносов, получаемых страховыми организациями. Наконец, ввод в действие жилья всегда является одним из желанных для страховщиков экономических активов, страхование многих из которых является обязательным, причём обязывают к этому кредитные организации, осуществляющие ипотечное кредитование населения. Резюмируя совокупность гипотез, оформим предположение о положительной связи всех в отдельности показателей-факторов с результативным показателем — страховых премий (взносов) организаций, осуществляющих страховую деятельность в составе, по методологии СНС, сектора финансовых корпораций [20].

Благодаря методу аналитического выравнивания, являющегося популярным и статистически точным, сможем подобрать наиболее адекватное аналитическое выражение получить прогноз данных показателей на будущий период: 2024-2026 гг. Регрессионный анализ рядов динамики позволит построить качественную модель динамической регрессии, дающей количественное описание причинно-следственных связей результатов функционирования страхового сектора и определяющих его факторов.

В таблице 2 обобщены наиболее качественные функции для показателей в рамках данного исследования. Качество функций определим на основе на основе коэффициента детерминации: примем за наиболее качественную функцию ту, у которой наибольшей показатель R^2 , %.

Высокие значения коэффициента детерминации означают должное качество трендовых моделей, принятых как окончательные, а их совокупное влияние на число страховых премий – обоснованную пригодность для построения прогноза.

Рассмотрим объясняющий показатель среднедушевых денежных доходов населения, принятый как первый объясняющий фактор. Для построения тренда была принята следующая полиномиальная функция:

$$\hat{y}(x1) = 76,671 * t^2 + 388,21 * t + 16314$$

Высокий уровень качества модели при детерминации $R^2 = 0,952$, свидетельствует о высокой степени адекватности данной параболы, принимающей на себя 95,2% вариации признака X1. Положительный знак при коэффициенте параболы $a_2 = 76,671$ означает, что ветви параболы устремлены вверх, то есть показатель увеличивается во времени. На-

Таблица 2 (Table 2)

Трендовые модели по страховому сектору и объясняющим показателям с оценкой качества на основе коэффициента детерминации
Trend models for the insurance sector and explanatory indexes with quality assessment based on the coefficient of determination

Признаки	Функция тренда	Формула тренда	R ² , %
X1	Парабола 2-порядка	$\hat{y}(x1) = 76,671 * t^2 + 388,21 * t + 16314$	95,2
X2	Парабола 2-порядка	$\hat{y}(x2) = 9887,6 * t^2 - 129317 * t + 892551$	74,8
X3	Парабола 2-порядка	$\hat{y}(x3) = -0,1356 * t^2 - 2,5967 * t + 147,86$	93,2
X4	Кубическая парабола	$\hat{y}(x4) = 107,75 * t^3 - 2309,2 * t^2 + 16498 * t + 39874$	93,3
Y	Парабола 2-порядка	$\hat{y}(Y) = 7327,2 * t^2 - 32551 * t + 1041600$	89,04

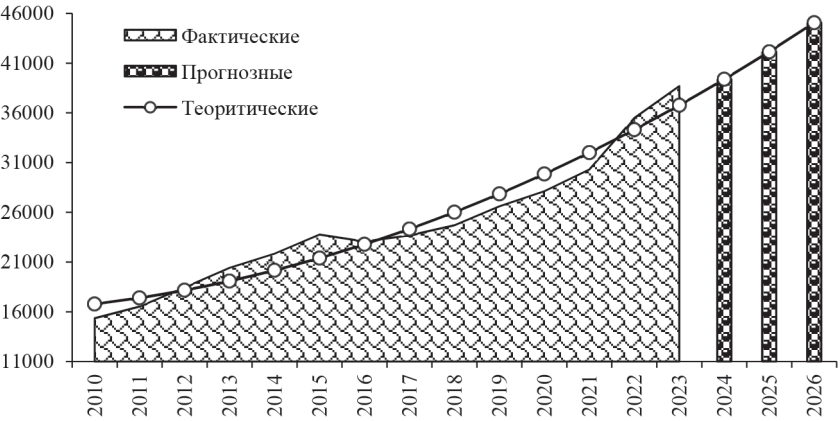


Рис. 1. Среднедушевые денежные доходы за месяц в Российской Федерации, руб.

Fig. 1. Average monthly monetary income in the Russian Federation, RUB.

глядно трендовая модель по данному показателю отображена на рисунке 1.

Анализируя диаграмму, можно наблюдать, хоть и не снижение, но замедление роста доходов населения в интервале с 2016 по 2021 г.г., причём фактический уровень показателя в этот период ниже теоретического по параболе. Также на период с 2024 года по 2026 год для населения прогнозируется увеличение среднедушевых денежных доходов за месяц. Показатель вырастет до следующих значений: в 2024 году – 39388,13 руб.; в 2025 году – 42153,14 руб.; в 2026 году – 45071,49 руб. Такая ретроспектива и прогноз, весьма обнадеживающие для общей картины экономики страны, но не для непосредственно страхового сектора. Доходы населения – центральный показатель уровня жизни населения, показывает средний относительный прирост за исследуемый пери-

од 7,37%. Причём за последние годы темп прироста даже выше среднего за период, что свидетельствует о «бессилии», как пандемии, так и американо-европейских санкций. Вместе с тем, среднедушевые доходы, своим ростом, выступают дефакторами для размера собираемых страховыми организациями страховых взносов, о чём ниже будет дан комментарий по результатам полученной динамической регрессионной модели.

Рассмотрим динамику выплат по договорам страхования: получим следующую параболическую функцию, которая даёт наиболее точное описание тенденции изменения показателя X2 в динамике:

$$\hat{y}(x2) = 9887,6 * t^2 - 129317 * t + 892551$$

В данном случае детерминация R^2 составила 74,8%, что нельзя назвать индикатором высокого качества, что объ-

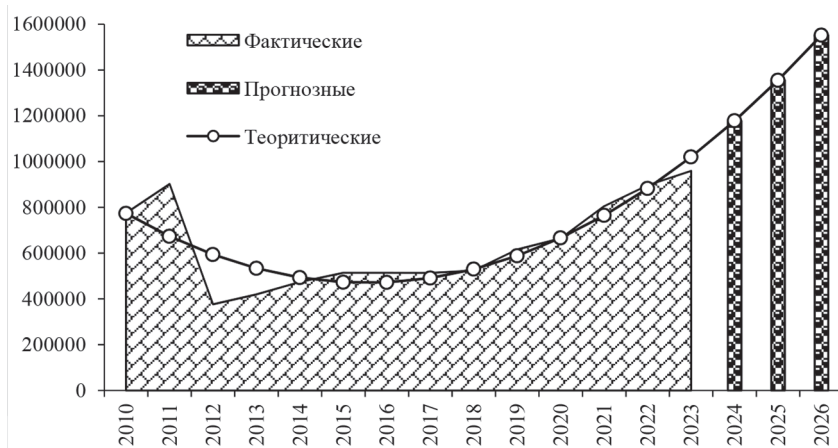


Рис. 2. Выплаты по договорам страхования в Российской Федерации, млн руб.

Fig. 2. Payments under insurance contracts in the Russian Federation, million rubles

ясняется скачком показателя вниз после 2010–2011 гг. Можно с определённой долей осторожности предположить, что это некий отголосок мирового финансового кризиса, выпавшего на 2008–2011 гг. Коэффициент параболы $a_2 = 9886,6$ говорит о том, что ветви параболы стремятся вверх, т.е. о тенденции роста выплат по договорам страхования, как следует из графического образа на рисунке 2.

Рост данного показателя сложно интерпретировать однозначно: с одной стороны, можно предположить его обусловленность увеличением числа страховых случаев, т.е. негативный оттенок; с другой,

как расширение масштабов страхования, даже не как вида экономической деятельности или системы в составе финансовых отношений, а массового повседневного явления общественной жизни, так и удорожания самих застрахованных экономических активов ввиду улучшения их качества и потребительских свойств, т.е. положительный оттенок. Рост выплат по договорам страхования однонаправленно коррелирует с ростом доходов страховщиков.

Согласно построенному прогнозу на краткосрочный период с 2024 по 2026 гг. страховые выплаты составят в 2024 году 1177,5 млрд руб., в

2025 году показатель составит 1354,7 млрд руб., а в 2026 году вырастет до 1551,7 млрд руб.

Для аналитического выражения тенденции и прогнозирования тренда для показателя ДТП примем следующую полиномиальную функцию, как наиболее адекватную:

$$\hat{y}(x_3) = -0,1356 * t^2 - 2,5967 * t + 147,86$$

Данная функция наиболее качественно отражает тенденцию изменений числа ДТП в период с 2010 года по 2023 год, имеет детерминацию $R^2 = 93,3\%$. В отличие от предыдущих факторных показателей, уровень дорожно-транспортных происшествий, взятый нами как относительная величина интенсивности, т.е. на 100 000 чел. имеет устойчивую тенденцию к снижению: параметр параболы $a_2 = -0,1356$. Наглядно тенденция снижения уровня ДТП представлена на рисунке 3.

Прогноз на период 2024–2026 гг. указывает на ожидание спада числа ДТП на 100 тыс. чел. населения в 2024 году до уровня 78 ед., в 2025 году – 72 ед., а в 2026 году показатель опустится до количества 64–65 ед. Такой прогноз следует воспринимать как положительный аспект социально-экономического развития.

Ввод в действие жилых домов, который в выдвинутой нами гипотезе должен способствовать росту доходов страховых организаций, так как жильё, в первую очередь вновь построенное, выступает объектом страхования, имеет устойчивую тенденцию к росту, причём нарастающими темпами. Если средний темп роста ввода в действие нового жилья составляет за рассматриваемый период 105,3%, то за последние три года темп прироста наблюдается на уровне более 10 процентов.

В качестве наиболее адекватной модели для построения тренда принята следующая

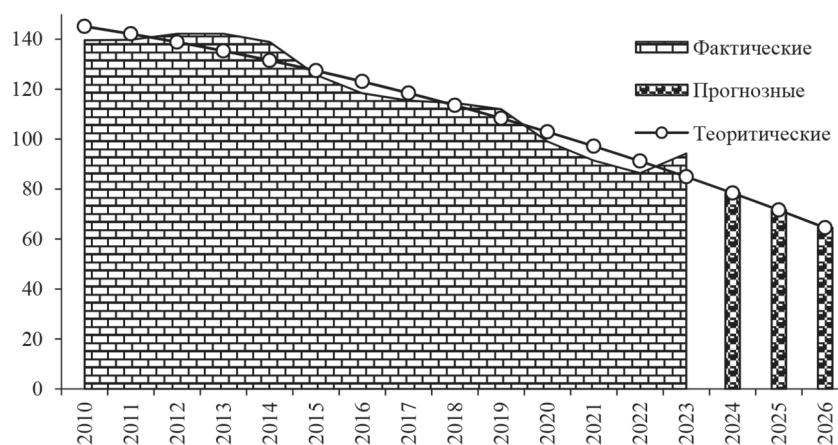


Рис. 3. Число ДТП на 100 000 чел. в Российской Федерации

Fig. 3. The number of road traffic accidents per 100,000 people in the Russian Federation

полиномиальная функция
третьего порядка:

$$\hat{y}(x_4) = 107,75 * t^3 - 2309,2 * t^2 + 16498 * t + 39874$$

Детерминация R² составляет 93,3%. А коэффициент кубической параболы a₃ = 107,75 указывает на направление ветвей параболы вверх, т.е. на увеличение показателя. На рисунке 4. представлены графические образы тенденции показателя оконченного жилищного строительства за изучаемый временной интервал и прогноза на краткосрочный период.

На прогнозный период 2024–2026 гг. ожидается следующее увеличение результатов жилищного строительства в общей площади: в 2024 г. – 131,43 тыс. м²; в 2025 г. – 154,03 тыс. м², в 2026 г. – 182,36 тыс. м². То есть ещё одна важная положительная констатация, указывающая на ускорение роста национальной экономики и уровня жизни населения.

Показатель страховых взносов, принятый как результативный (Y) для оценки масштабов деятельности страхового сектора, согласно реализации метода аналитического выравнивания имеет положительную параболическую тенденцию роста в соответствии с полученной функцией:

$$\hat{y}(Y) = 7327,2 * t^2 - 32551 * t + 1041600$$

Коэффициент R² = 89,04%, что означает, что парабола объясняет достаточно высокую долю вариации результативного показателя во времени. Однако прогноз по данному показателю преждевременен, так как нам предстоит работа с уравнением динамической регрессии, в котором будет дано количественное описание влияния объясняющих переменных на общероссийский уровень страховых взносов.

Построенная функция тренда по результативному показателю чаще всего не отражает истинную картину, так как она учитывает лишь фактор времени. Другое дело – модель динамической регрессии, которая помимо фактора времени (t), присутствие которого обязательно согласно Фриша-Воу, включают и все рассматриваемые переменные, принятые как признаки-факторы.

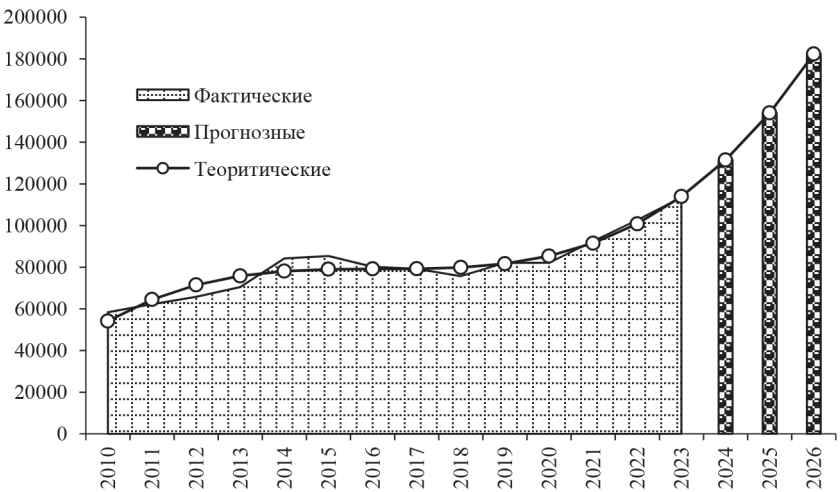


Рис. 4. Общероссийская динамика ввода в действие жилых домов, тыс. м² общей площади жилых помещений

Fig. 4. The all-Russian dynamics of commissioning of residential buildings, thousand sq.m. of the total area of residential premises

Построим регрессионную модель зависимости страховых премий (Y) от объясняющих показателей и рассчитаем прогнозные значения результативного показателя на 2024–2026 гг.

Абсолютные и относительные оценки динамической регрессионной модели, куда, согласно требованиям статистической методологии, введён фактор времени, представлены в таблице 3:

Таким образом получено уравнение с наибольшей детерминацией:

$$\hat{Y} = 241318,3 - 24,275 * X_1 + 1,01 * X_2 + 3339,42 * X_3 - 3,23 * X_4 + 121237,9 * t$$

Обратим внимание, что детерминация выше не только из всех возможных регрессионных комбинаций, но и больше, чем в уравнении тренда для страховых выплат: R²_{др} = 0,994 > > R²_{тр} = 0,890. Рассчитанные коэффициенты эластичности Э_j занесены в таблицу 3.

Интерпретируя полученные результаты, первое что прихо-

Таблица 3 (Table 3)

Параметры динамической регрессии для страховых премий (взносов) страховщиков в период 2010-2023 гг.

Dynamic regression parameters for insurance premiums (contributions) of insurers in the period 2010-2023

Регрессионная статистика			
Множественный R		0,994259439	
R-квадрат		0,988551833	
Наблюдения		14	
	Коэффициенты	t-статистика	Эластичность, %
Y-пересечение	241318,3	0,476557	—
Переменная X 1	-24,2747	-1,46411	-0,45
Переменная X 2	1,009931	8,564799	0,49
Переменная X 3	3339,418	0,987586	0,29
Переменная X 4	-3,23393	-0,80549	-0,20
Фактор времени t	121237,9	—	—

дится констатировать, это то, что гипотеза о характере влияния доходов населения на результативный показатель не подтвердилась. По-видимому, тот диалектический случай, когда рост доходов физических лиц достиг такого количественного уровня, который качественно изменил их взаимосвязь с осуществляемыми денежными потоками в сторону страховых организаций. Иными словами, возможны несколько вариантов того, что при росте доходов населения в среднедушевом исчислении на одну тысячу рублей наблюдается снижение страховых премий страховщиков почти на 24,3 млрд руб. Во-первых, часто встречаемой ситуацией является, когда уровень доходов и сбережений домашних хозяйств даёт возможность сделать дорогостоящее приобретение объектов длительного пользования, например, автомобиля, но чрезмерно дорогая добровольная страховка счастливому приобретателю оказывается ещё непозволительной; во-вторых, уровень доходов населения может не только дать возможность приобретения дорогостоящего экономического актива, например, жилья или того же автомобиля, но и позволить чувствовать себя уверенным перед риском наступления страхового случая ввиду состоятельности самостоятельно ликвидировать последствия ущерба. В любом случае, своим увеличением уровень доходов населения при пересечении определённой планки становится фактором снижения доходов страховщиков, возможно правильное даже сказать — их оттока в банковский сектор, т.е. на личные счета, вклады и другие формы размещения накоплений населения. В относительном выражении рост среднедушевых денежных доходов населения на 1 процент влечёт снижение собираемых страховщиками взносов на 0,45%.

Страховые выплаты, призванные возместить ущерб, как и было предположено на этапе выдвижения гипотез,

предопределяют рост страховых взносов. По полученной динамической регрессии наблюдаем, что рост выплат по договорам страхования на 1 млн руб. становится фактором роста взносов на 1,01 млн руб, т.е. стоимостной прирост по обоим показателям почти одинаковый. В относительном выражении: результативный показатель возрастает на 0,49% при росте признака-фактора на один процент.

Дорожно-транспортная дисциплина каждой своей осечкой должна побуждать, как страхователей, так и страховщиков к увеличению страховых взносов. Положительная связь - это не только рост одного показателя в связи с ростом другого; верно и наоборот, и в нашем случае, при снижении объясняющего показателя, вы-

вод правильное формулировать именно так: при снижении числа ДТП в привязке к 100 тысячам человек населения на одну единицу, наблюдается снижение общероссийского размера страховых взносов на 3,34 млрд руб. Если же перейти ко всему населению, то можно говорить о снижении страховых взносов в размере 2,2–2,3 млн руб. на каждый несостоявшийся единичный факт какого-либо ущерба как последствия ДТП. В относительной оценке снижение на один процент уровня ДТП приводит к снижению доходов страховщиков на 0,29%. Гипотеза в отношении данного объясняющего показателя нашла подтверждение.

Ввод в действие жилья ввиду роста доходов и сбережений населения также, как и непосред-

Таблица 4 (Table 4)

Прогноз факторов и доходов страхового сектора России
Forecast of factors and incomes of the Russian insurance sector

Годы	Среднедушевые денежные доходы за месяц, руб.	Выплаты по договорам страхования, млн руб.	Число ДТП на 100000 чел.	Ввод в действие жилых домов, тыс. м ² общей площади жилых помещений	Фактор времени (t)	Страховые премии (взносы) страховщиков, млн руб.
2024	39388,125	1177506	78,4	131430,2	15	2129724,2
2025	42153,136	1354705	71,6	154030,8	16	2267003,0
2026	45071,489	1551678	64,5	182356,9	17	2401109,2

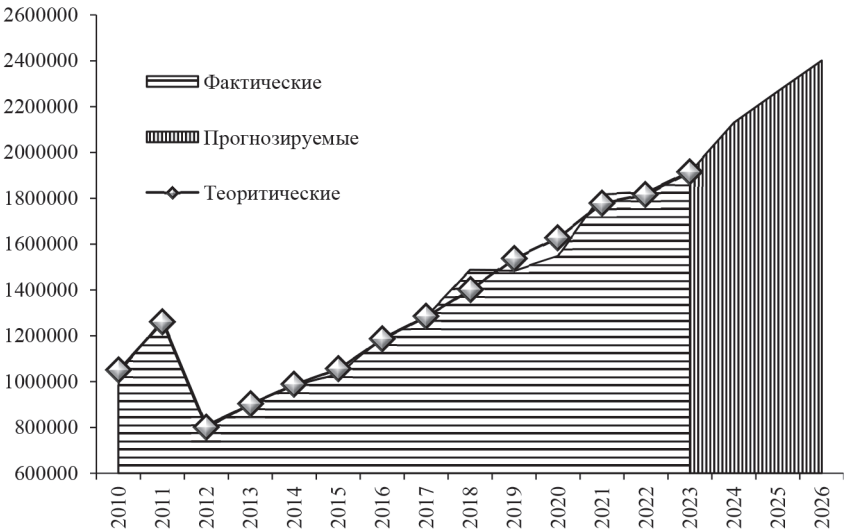


Рис. 5. Общероссийская динамика и прогноз страховых премий (выплат), млн руб.

Fig. 5. The all-Russian dynamics and forecast of insurance premiums (payouts), million rubles

ственно с самими доходами, выступающими первым объясняющим показателем в определённый момент перестал быть фактором роста страховых взносов. Это означает, что выдвинутая гипотеза не подтвердилась. При увеличении объемов нового законченного жилищного строительства 1 тыс.² м общей площади страховые взносы снижаются на 3,23 млн руб., или на 0,2% при росте на один процент объясняющего показателя.

Для построения прогноза показателя страховых премий воспользуемся прогнозом объясняющих показателей, который подставим в построенную модель динамической регрессии. Результат расчётов представлен в таблице 4.

Теперь можно наглядно отразить на графике (рис. 5)

тенденцию и общероссийский прогноз страховых премий (взносов).

Таким образом, несмотря на определённое снижение спроса со стороны населения на услуги страховых организаций по формированию совокупного рискового фонда для возмещения ущерба как последствия страховых событий, прогнозируется дальнейший рост доходов страхового сектора, что безусловно является положительной составляющей в укреплении устойчивости финансовой системы Российской Федерации.

Заключение

В результате мониторинга обширного перечня научной и учебной литературы нами про-

изведена качественная оценка генезиса, предыстории и предпосылок формирования современной страховой сферы в составе финансовой системы России, раскрыты особенности страховой деятельности как экономического явления и страхового сектора как объекта статистического исследования. Практический анализ позволил выявить и установить характер влияния факторов на результат деятельности страховых организаций, а именно, на страховые взносы. Построенный прогноз позволяет сделать вполне оптимистичный вывод о дальнейшем поступательном развитии страхового сектора и указывает на перспективное повышение доходности всей совокупности страховых организаций России.

Литература

1. Архипов А.П. Страхование: учебник для вузов. М.: Кнорус, 2022. 336 с.
2. Богоявленский С.Б., Орланюк-Малицкая Л.А., Яновская С.Ю. Страхование: учебник для вузов / под ред. С.Б. Богоявленского. М.: Юрайт, 2024. 471 с.
3. Годин А.М., Фрумина С.В. Страхование: Учебник для бакалавров. М.: ИТК «Дашков и К», 2018. 256 с.
4. Пашкова Е.Н. Развитие страхового рынка России в условиях санкций // Научный результат. Экономические исследования. 2022. Т. 8. № 4. С. 99–109.
5. Минашкин В.Г. Статистика. Бакалавр. Академический курс. М.: Юрайт, 2019. 448 с.
6. Мхитарян В.С., Шишов В.Ф., Искоркин Д.В., Козлов А.Ю. Вероятностно-статистический анализ данных с использованием MS EXCEL. М.: Курс, 2023. 416 с.
7. Садовникова Н.А., Вахрамеева М.В., Попова Г.Л., Баймуратова З.А. Финансовая сфера экономики методами статистики: тенденции, факторы и перспективы развития. Ташкент: NIF MSN, 2024. 208 с.
8. Статистика финансов: учебник для вузов / под ред. И.И. Елисеевой. М.: Юрайт, 2025. 211 с.
9. Назаров М.Г. Статистика финансов. М.: Омега-Л, 2011. 517 с.
10. Салин В.Н., Архангельская Л.Ю., Вахрамеева М.В. и др. Статистика финансов / под ред. Салина В.Н. М.: Кнорус, 2022. 404 с.
11. Суринов А.Е. Экономическая статистика в страховании. М.: Юрайт, 2020. 276 с.
12. Здольник В.В., Калач А.В., Мускатиньев А.Ю., Родин С.В. Современные статистические аспекты страхования транспортных

средств в Российской Федерации // Информатика и системы управления. 2023. № 3(77). С. 122–131.

13. Савенко О.Л., Болотин Ю.О. Устойчивое развитие страхового рынка в современных условиях: концептуальные основы и инструменты обеспечения // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 4. С. 45.

14. Клишина Ю.Е., Углицких О.Н. Накопительное и инвестиционное страхование жизни в России: особенности и перспективы // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2023. № 4(70). С. 30–35.

15. Нарбут В.В., Салин В.Н., Шпаковская Е.П. Статистическое исследование финансовой системы России в условиях санкций // Статистика и Экономика. 2024. Т. 21. № 1. С. 24–32.

16. Нерета Д.В., Ахмедов Ф.Н. Риск-менеджмент в современном страховом деле // Инновационная экономика. 2023. № 3(36). С. 33–51.

17. Холодиева А.Н., Щеглова С.С. Современные тенденции развития личного страхования в России // Наука через призму времени. 2023. № 5(74). С. 18–20.

18. Яшин Е.С. Процедура формирования статистики при страховании продуктовых инноваций // Путеводитель предпринимателя. 2022. Т. 15. № 4. С. 40–44.

19. Царегородцева Р.Е. Вопросы уголовной ответственности за мошенничество в сфере страхования // Вестник науки. 2024. Т. 1. № 10(79). С. 213–219.

20. Цутиев А.М. Состояние и проблемы страхового рынка в РФ // Актуальные научные исследования в современном мире. 2016. № 11–2(19). С. 127–130.

References

1. Arkhipov A.P. Strakhovaniye: uchebnik dlya vuzov = Insurance: a textbook for universities. Moscow: Knourus; 2022. 336 p. (In Russ.)
2. Bogoyavlenskiy S.B., Orlanyuk-Malitskaya L. A. Yanovaya S. Yu. Strakhovaniye: uchebnik dlya vuzov = Insurance: a textbook for universities – Ed. S.B. Bogoyavlenskiy. Moscow: Yurait; 2024. 471 p. (In Russ.)
3. Godin A.M., Frumina S.V. Strakhovaniye: Uchebnik dlya bakalavrov = Insurance: a textbook for bachelors. Moscow: ITK «Dashkov i K»; 2018. 256 p. (In Russ.)
4. Pashkova Ye.N. Development of the Russian insurance market under sanctions. Nauchnyy rezul'tat. Ekonomicheskiye issledovaniya = Scientific result. Economic research. 2022; 8; 4: 99-109. (In Russ.)
5. Minashkin V.G. Statistika. Bakalavr. Akademicheskii kurs = Statistics. Bachelor's Degree. Academic Course. Moscow: Yurait; 2019. 448 p. (In Russ.)
6. Mkhitarian V.S., Shishov V.F., Iskorkin D.V., Kozlov A.Yu. Veroyatnostno-statisticheskii analiz dannykh s ispol'zovaniyem MS EXCEL = Probability-Statistical Analysis of Data Using MS EXCEL. Moscow: Kurs; 2023. 416 p. (In Russ.)
7. Sadovnikova N.A., Vakhrameyeva M.V., Popova G.L., Baymuratova Z.A. Finansovaya sfera ekonomiki metodami statistiki: tendentsii, faktory i perspektivy razvitiya = The Financial Sphere of the Economy Using Statistical Methods: Trends, Factors, and Development Prospects. Tashkent: NIF MSH; 2024. 208 p.
8. Statistika finansov: uchebnik dlya vuzov = Financial Statistics: Textbook for Universities – ed. I.I. Eliseeva. Moscow: Yurait; 2025. 211 p. (In Russ.)
9. Nazarov M.G. Statistika finansov = Financial Statistics. Moscow: Omega-L; 2011. 517 p. (In Russ.)
10. Salin V.N., Arkhangel'skaya L.Yu., Vakhrameyeva M.V. et al. Statistika finansov = Financial Statistics – ed. Salin V.N. Moscow: Knourus; 2022. 404 p. (In Russ.)
11. Surinov A.Ye. Ekonomicheskaya statistika v strakhovanii = Economic Statistics in Insurance. M: Yurait; 2020. 276 p. (In Russ.)
12. Zdol'nik V.V., Kalach A.V., Muskatinyev A.Yu., Rodin S.V. Modern Statistical Aspects of Vehicle Insurance in the Russian Federation. Informatika i sistemy upravleniya = Computer Science and Control Systems. 2023; 3(77): 122-131. (In Russ.)
13. Savenko O. L., Bolotin YU.O. Sustainable Development of the Insurance Market in Modern Conditions: Conceptual Foundations and Support Tools. Vestnik yevraziyskoy nauki = Bulletin of Eurasian Science. 2019; 11; 4: 45. (In Russ.)
14. Klishina YU.Ye., Uglitskikh O.N. Cumulative and Investment Life Insurance in Russia: Features and Prospects. Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya = Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement. 2023; 4(70): 30-35. (In Russ.)
15. Narbut V.V., Salin V.N., Shpakovskaya Ye.P. Statistical Study of the Russian Financial System under Sanctions. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2024; 21; 1: 24-32. (In Russ.)
16. Nereta D.V., Akhmedov F.N. Risk Management in Modern Insurance Business. Innovatsionnaya ekonomika = Innovative Economy. 2023; 3(36): 33-51. (In Russ.)
17. Kholodiyeva A.N., Shcheglova S.S. Current trends in the development of personal insurance in Russia. Nauka cherez prizmu vremeni = Science through the Prism of Time. 2023; 5(74): 18-20. (In Russ.)
18. Yashin Ye.S. The procedure for forming statistics when insuring product innovations. Putevoditel' predprinimatel'ya = An entrepreneur's guide. 2022; 15; 4: 40-44. (In Russ.)
19. Tsaregorodtseva R.Ye. Issues of criminal liability for fraud in the field of insurance. Vestnik nauki = Herald of science. 2024; 1; 10(79): 213-219. (In Russ.)
20. Tsutiyev A.M. The state and problems of the insurance market in the Russian Federation. Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremennom mire = Current scientific research in the modern world. 2016; 11-2(19): 127-130. (In Russ.)

Сведения об авторах

Дмитрий Владимирович Дианов

Д.э.н., профессор, профессор кафедры
экономической безопасности финансов и
экономического анализа
Московский университет МВД России
им. В.Я. Кикотя, Москва, России
Эл. почта: skad71@mail.ru

Елена Ивановна Кузнецова

Доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры экономической безопасности,
финансов и экономического анализа
Московский университет МВД России
им. В.Я. Кикотя, Москва, России
Эл. почта: elenkuz90@mail.ru

Information about the authors

Dmitriy V. Dianov

Dr Sci. (Economics), Professor, Professor of the
Department of Economic Security of Finance and
Economic Analysis
Moscow University of the Ministry of Internal Affairs
of Russia named after V.Y. Kikot, Moscow, Russia
E-mail: skad71@mail.ru

Elena I. Kuznetsova

Dr Sci. (Economics), Professor, Professor of the
Department of Economic Security, Finance and
Economic Analysis
Moscow University of the Ministry of Internal Affairs
of Russia named after V.Y. Kikot, Moscow, Russia
E-mail: elenkuz90@mail.ru



К вопросу использования дисперсионного анализа для формирования объективной информации при оказании услуг в агентствах недвижимости

Цель исследования. Целью исследования является определение возможностей использования дисперсионного анализа как инструмента повышения доходности бизнеса за счет получения и предоставления клиентам в агентствах недвижимости объективной критериальной информации при оказании ими посреднических и консультационных услуг.

Материалы и методы. Информационной базой исследования послужили статистические данные о рынке недвижимости города Ярославля. Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При представлении результатов описательной статистики использовали медиану (*Me*), нижний и верхний квартиль (*Q1-Q3*). В качестве статистического инструментария для проведения исследования использовали двухфакторный дисперсионный анализ, непараметрические критерии Краскала-Уоллиса и *U*-критерий Манна-Уитни. При выполнении апостериорных сравнений применяли критерий Данна с поправкой Бонферрони. При отборе данных для множественной линейной регрессии был использован метод исключения. Статистическую обработку данных осуществляли на персональном компьютере с использованием программы

SPSS Statistics v. 27.0 (SPSS Inc., США). Уровень значимости принимался равным 0,05.

Результаты. Обоснована необходимость использования дисперсионного анализа для повышения эффективности деятельности агентств недвижимости при оказании профессиональных услуг. Сформулировано понятие критериальной информации, как необходимого и достаточного объема данных, полученных объективными методами для снижения риска ошибок при подборе квартир для клиентов. Проведены сравнение стоимости квадратного метра жилья в зависимости от разных факторов, влияющих на выбор профессионального решения. Построено уравнение множественной линейной регрессии для прогнозирования стоимости жилья.

Заключение. Авторская модель использования возможностей дисперсионного анализа как инструмента формирования необходимой критериальной информации для клиентов позволяет повысить доходность бизнеса в агентствах недвижимости.

Ключевые слова: агентства недвижимости, посреднические и консультационные услуги, доходность бизнеса, критериальная информация для клиентов, дисперсионный анализ, множественная линейная регрессия.

Irina. P. Kurochkina¹, Lyudmila A. Mamatova¹, Nataliya Yu. Shirina¹, Elena B. Shuvalova²

¹ Yaroslavl Demidov State University, Yaroslavl, Russia

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

On the Issue of Using Analysis of Variance to form Objective Information when Providing Services in Real Estate Agencies

Purpose of the study. The purpose of the study is to determine the possibilities of using dispersion analysis as a tool for increasing business profitability by obtaining and providing clients in real estate agencies with objective criteria information when they provide intermediary and consulting services.

Materials and methods. The information base of the study was statistical data on the real estate market of the city of Yaroslavl. Quantitative indexes were assessed for compliance with the normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. When presenting the results of descriptive statistics, the median (*Me*), lower and upper quartiles (*Q1-Q3*) were used. Two-factor analysis of variance, nonparametric Kruskal-Wallis tests and Mann-Whitney *U*-test were used as statistical tools for the study. Dunn's test with Bonferroni correction was used for performing posteriori comparisons. The exclusion method was used to select data for multiple linear regression. Statistical data processing was performed on a personal computer using the SPSS

Statistics v. 27.0 program (SPSS Inc., USA). The significance level was taken to be 0.05.

Results. The necessity of using dispersion analysis to improve the efficiency of real estate agencies in providing professional services is substantiated. The concept of criterion information is formulated as a necessary and sufficient volume of data obtained by objective methods to reduce the risk of errors in selecting apartments for clients. The cost per square meter of housing is compared depending on various factors influencing the choice of a professional solution. A multiple linear regression equation is constructed to predict the cost of housing.

Conclusion. The author's model of using the possibilities of dispersion analysis as a tool for forming the necessary criterion information for clients allows increasing the profitability of business in real estate agencies.

Keywords: real estate agencies, intermediary and consulting services, business profitability, criterion information for clients, dispersion analysis, multiple linear regression.

Введение

Улучшение жилищных условий граждан России путем покупки или аренды жилья с учетом особенностей ее конкретных территорий способствует повышению общего благосостояния населения, снижению социальной напряженности, улучшению демографической ситуации в стране. Проведенная в девяностых годах бесплатная приватизация жилого фонда привела к тому, что на сегодняшний день более 90% жилого фонда находятся в частной собственности. Это один из самых высоких показателей в мире, у страны есть исторический шанс максимально полного решения жилищного вопроса [1].

В этом процессе высокая роль профессиональных организаций, таких как агентства недвижимости. Агентства, исходя из вида своей экономической деятельности, выполняют широкий спектр приносящих доход посреднических услуг, связанных с куплей-продажей недвижимости, при аренде жилых и коммерческих помещений, а также соответствующих консультационных услуг при купле-продаже и аренде недвижимости, в том числе квартир на первичном и вторичном рынке. Привлекательность бизнеса и рост его доходности зависит от многих факторов, которые часто не имеют на него прямого влияния.

Объективность информации, предоставляемой клиентам по основным характеристикам квартир, является ключевым фактором эффективности процесса подбора жилья, формирования положительного имиджа агентства по недвижимости. В противном случае, возможные отказы от сделок, снижение репутации агентства и даже судебные разбирательства с недовольными клиентами могут привести к упущенной выгоде, дополнительным расходам и, в ко-

нечном счете, к уменьшению доходности агентства в целом и уровня доходов агентов.

Можно выделить ряд причин, усложняющих данный процесс — недостоверная информация о квартирах, низкий уровень использования современных технологий, недостоверные сведения клиентов о состоянии своих квартир, устаревшие базы данных о квартирах и т.п. Не последнее место в этом списке занимает недостаточная квалификация агентов и отсутствие соответствующих доступных для практиков методических рекомендаций. Сотрудники агентств недвижимости не всегда имеют достаточный уровень подготовки, опыта и статистического мышления, что приводит к ошибкам в оценке потребностей клиентов и недостаточно обоснованному представлению предложений, потере экономической выгоды. Важности развития статистического мышления и его роли в формировании профессионального экономического суждения посвящены ряд работ, в частности Карманова М.В. [2], Клоповой О.К. [3].

Организационно-методические аспекты анализа рынка недвижимости системно и детально изложены в монографии Стерника Г.М., Стерника С.Г. Авторы справедливо отмечают, что «наиболее трудоемкими этапами анализа рынка является создание баз данных и мониторинг рынка, т.е. сбор и статистическая обработка информации о рынке»

[4]. Данное обстоятельство безусловно связано и с формированием объективной информации при оказании услуг в агентствах недвижимости.

Большую пользу и возможности в решении поставленных задач может принести использование статистических методов. Опыт их применения, например, в оценке недвижимости, широко представлен во множестве литературных

источников монографического и периодического характера. Это, прежде всего, методы корреляционно-регрессионного анализа [5, 6, 7, 8], инструменты нейросетевого моделирования [9, 10, 11, 12], метод Каплана-Майера [13] и др.

Одним из перспективных методов решения сформулированной в данной статье проблемы является дисперсионный анализ [14, 15]. Следует отметить, что этот статистический метод незаслуженно мало применяется как метод формирования адекватной информации в процессах подбора квартир, удовлетворяющих запросам клиентов по важным для них критериям. Как правило он используется как инструмент оптимизации стратегии ведения данного бизнеса и понимания создавшейся рыночной ситуации. Тем не менее результаты дисперсионного анализа могут, с нашей точки зрения, формировать первоначальную адекватную информационную базу подбора нужного предложения, которую можно далее корректировать с учетом критериев, которые сложно формализовать и количественно оценивать, таких как инфраструктура, удобство коммуникаций, бюджетные возможности клиента и др.

Основные результаты исследования

Под критериальной информацией авторы статьи понимают необходимый и достаточный объем данных, подтвержденных объективными методами их получения, для снижения риска ошибок в предложениях агентствами по недвижимости вариантов выбора квартир для клиентов.

Дисперсионный анализ используется для определения степени влияния на изучаемый показатель (зависимую переменную) некоторых факторов. Двухфакторный дисперсионный анализ исследует влияние

на результативный признак двух факторов как порознь, так и совместно. Важным преимуществом двухфакторного дисперсионного анализа по сравнению с однофакторным является то, что с его помощью удается определить варьирование по сочетанию градаций, позволяющее получить новый и весьма ценный показатель — оценку влияния сочетанного действия (взаимодействия) факторов [16].

Если воздействию факторов подвержена только одна зависимая переменная, то используется одномерный дисперсионный анализ (ANOVA). Если же необходимо одновременно исследовать влияние факторов и возможных ковариаций независимых переменных на несколько зависимых переменных, то — многомерный дисперсионный анализ (MANOVA) [17].

С помощью дисперсионного анализа устанавливаются изменения дисперсии изучаемого показателя при изменении значений фактора. Если дисперсии отличаются значительно, то можно утверждать о значимом влиянии фактора на среднее значение зависимой переменной. [18, 19, 20].

Являясь методом одновременных сравнений выборочных средних, дисперсионный анализ требует соблюдения определенных условий, в частности, нормального распределения совокупности, из которой взяты выборки [21]. Если это условие не выполняется, то следует воспользоваться непараметрическим аналогом дисперсионного анализа — методом Краскела-Уоллиса [22, 23].

Критерий Краскела-Уоллиса рассчитывается с использованием не фактических значений переменных, а их рангов, поэтому является методом выбора при сильно скошенных распределениях. С его помощью проверяют нулевую гипотезу о том, что медианные значения признака в популя-

циях, из которых были извлечены исследуемые выборки, не различаются [22].

Как дисперсионный анализ, так и критерий Краскела-Уоллиса могут установить, имеются ли различия между группами, но не могут показать, между какими из исследуемых групп эти различия существуют. Если будут обнаружены статистически значимые различия между группами, то необходимо проводить апостериорные сравнения (post-hoc анализ).

Дисперсионный анализ позволяет сравнивать значения данных трех и более групп. При сравнении двух групп применяется либо параметрический t-критерий Стьюдента, либо непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

В выполненном исследовании авторами статьи был использован двухфакторный дисперсионный анализ, а также многомерная линейная регрессия для проверки и изучения связи (объяснения поведения) между одной зависимой переменной и несколькими независимыми переменными. В данном методе связь между зависимой переменной y и независимыми переменными $x_1, \dots, x_n$ задается с помощью линейной модели:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + \varepsilon, \quad (1)$$

где y — зависимая переменная, a_i — коэффициенты, x_i — независимые переменные, ε — случайная величина.

Сформированная выборка включала 862 квартиры из 6 районов города Ярославля как из нового строительства, так и рынка вторичного жилья.

Ярославль — административный центр Ярославской области, входит в состав Центрального федерального округа Российской Федерации, разделён на 6 территориальных районов: Кировский, Ленинский, Красноперекоский, Фрунзенский, Дзержинский и Заволжский. Кировский район — один из старейших районов Ярославля, находится в центральной части города, именно его называют визитной карточкой, так как он включает в себя древнейшие части города. Ленинский район также расположен в центральной части города. С января 2016 года оба центральных района Ярославля — Ленинский и Кировский — фактически объединены в одну административную единицу. В южной части города по правому берегу реки Которосли расположены Красноперекоский и Фрунзенский районы. Дзержинский охватывает северную часть правобережного Ярославля, а самый большой по территории район Ярославля — Заволжский район — всю заволжскую часть города [23].

На момент исследования (май 2025 года) на сайте Авито.ру представлено около 13,3 тысяч объектов жилой недвижимости для продажи в городе Ярославле. На рис. 1 представ-

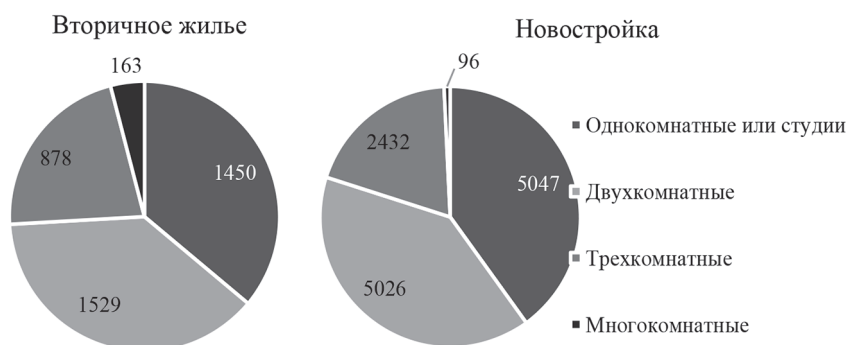


Рис. 1. Распределение продаваемых квартир по количеству комнат
Fig. 1. Distribution of apartments sold by the number of rooms

лено соотношение количества предложений квартир для продажи между новостройками и вторичным жильем [24].

Большинство жилого фонда составляют именно однокомнатные и двухкомнатные квартиры (80% в новостройках и 74% во вторичном жилье). На долю многокомнатных квартир приходится не более 1% и 4% соответственно. Вероятно, это связано со сложностями приобретения квартир с большим количеством комнат широкими слоями населения ввиду их высокой стоимости, а также с тем, что в новых домах как правило нет многокомнатных квартир. Однако, на рынке вторичного жилья имеются предложения очень дорогих многокомнатных квартир с премиальным ремонтом, отдельным входом, гаражом, большой площадью. Чаще всего такие квартиры расположены в центральных частях города.

Основные направления исследования и полученные итоги следующие:

1. Сравнение цены за квадратный метр в новостройке и во вторичном жилье. Полученные результаты представлены в таблице 1.

При сравнении показателей с помощью U-критерия Манна-Уитни были установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$). Согласно полученным данным стоимость квадратного метра жилья в новостройке значительно выше, чем во вторичном жилье (медианы составляли 117585 и 100157 соответственно). На рисунке 2 представлены результаты значения показателя «цена за м²» для различных групп жилья.

Следует отметить, что распределение в обеих группах не соответствует нормальному. На рынке имеются очень дорогие квартиры во вторичном жилье, особенно в Кировском районе. В новостройке тоже есть дорогие квартиры, но нередко они дешевле, чем вторичное жилье в Кировском районе.

Таблица 1 / Table 1

Результаты сравнения стоимости квадратного метра жилья в зависимости от вида жилья
Results of comparison of the cost per square meter of housing depending on the type of housing

Вид жилья	Цена за м ² (руб.)		p
	Me	Q1-Q3	
0. Новостройка (413 квартир)	117585	103500–135000	< 0,001*
1. Вторичное жилье (452 квартиры)	100157	80018–127205	

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)
* differences in indexes are statistically significant ($p < 0,05$)

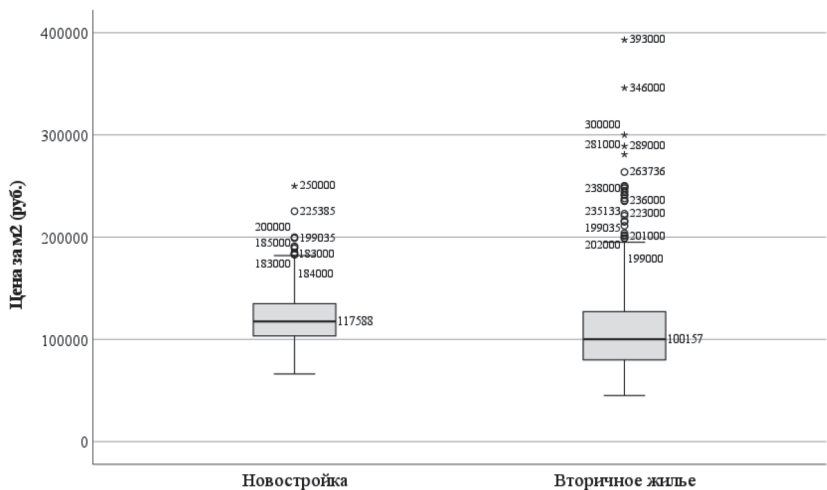


Рис. 2. Значение показателя «цена за м²» в новостройке и во вторичном жилье

Fig. 2. The value of the index “price per sq.m.” in a new building and in secondary housing

2. Сравнение цены за квадратный метр в различных районах города. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Отмечаются статистически значимые различия стоимости квадратного метра жилья в зависимости от района города ($p < 0,001$). При сравнении групп

Таблица 2 / Table 2

Результаты сравнения стоимости квадратного метра жилья в зависимости от района города
The results of comparing the cost per square meter of housing depending on the area of the city

Район	Цена за м ² (руб.)		p
	Me	Q1-Q3	
1. Кировский (160 квартир)	155000	136250–180000	<0,001* p ₅₋₄ = 0,003* p ₅₋₆ < 0,001* p ₅₋₃ < 0,001* p ₅₋₂ < 0,001* p ₅₋₁ < 0,001* p ₄₋₂ < 0,001* p ₄₋₁ < 0,001* p ₆₋₂ < 0,001* p ₆₋₁ < 0,001* p ₃₋₂ = 0,001* p ₁₋₂ < 0,001* p ₁₋₃ < 0,001*
2. Ленинский (130 квартир)	125962	107231–136041	
3. Красноперекоский (135 квартир)	105000	93917–124954	
4. Фрунзенский (160 квартир)	100514	88083–114429	
5. Дзержинский (151 квартира)	88000	71990–106000	
6. Заволжский (126 квартир)	103941	89266–121027	

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)
* differences in indexes are statistically significant ($p < 0,05$)

попарно с помощью апостериорного критерия было установлено, что стоимость квадратного метра жилья в самом дешевом Дзержинском районе была статистически значимо меньше, чем стоимость квадратного метра жилья во всех остальных районах города – Фрунзенском ($p = 0,003$), Заволжском ($p < 0,001$), Красноперекоском ($p < 0,001$), Ленинском ($p < 0,001$) и Кировском ($p < 0,001$). Стоимость квадратного метра жилья в самом дорогом Кировском районе была статистически значимо больше, чем стоимость квадратного метра жилья во Фрунзенском ($p < 0,001$), Заволжском ($p < 0,001$), Красноперекоском ($p < 0,001$), Ленинском ($p < 0,001$) и Дзержинском ($p < 0,001$) районах.

Статистически значимо не отличались средне-удаленные от центра районы: Фрунзенский и Заволжский ($p = 1,000$), Фрунзенский и Красноперекоский ($p = 1,000$), Заволжский и Красноперекоский ($p = 1,000$).

На рисунке 3 представлены результаты стоимости квадратного метра жилья в различных районах города.

3. Сравнение цены за квадратный метр в квартирах с различным количеством комнат. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Отмечаются статистически значимые различия стоимости квадратного метра жилья в зависимости от количества комнат в квартире ($p < 0,001$). При сравнении групп попарно с помощью апостериорного критерия было установлено, что стоимость квадратного метра жилья в однокомнатных квартирах или студиях была статистически значимо больше, чем стоимость квадратного метра жилья во всех остальных квартирах: двухкомнатных ($p = 0,012$), трехкомнатных ($p = 0,001$) или многокомнатных ($p < 0,001$). Стоимость квадратного метра жилья в мно-

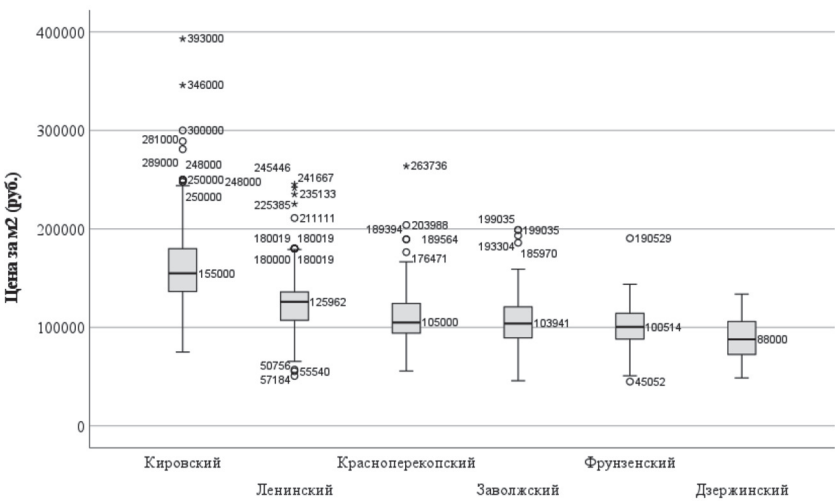


Рис. 3. Значение показателя «цена за м²» в зависимости от района города

Fig. 3. The value of the index “price per sq.m.” depending on the area of the city

Таблица 3 / Table 3

Результаты сравнения стоимости квадратного метра жилья в квартирах с различным количеством комнат
The results of comparing the cost per square meter of housing in apartments with a different number of rooms

Количество комнат в квартире	Цена за м² (руб.)		p
	Me	Q1-Q3	
1. Однокомнатные квартиры или студии (160 квартир)	119973	100925–141199	$p_{4-3} = 0,027^*$ $p_{4-2} = 0,004^*$ $p_{4-1} < 0,001^*$ $p_{3-1} = 0,001^*$ $p_{2-1} = 0,012^*$
2. Двухкомнатные квартиры (130 квартир)	107873	90607–170000	
3. Трехкомнатные квартиры (135 квартир)	106500	89266–135000	
4. Многокомнатные квартиры (4 и более комнаты) (160 квартир)	100464	73948–120959	

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)
* differences in indexes are statistically significant ($p < 0,05$)

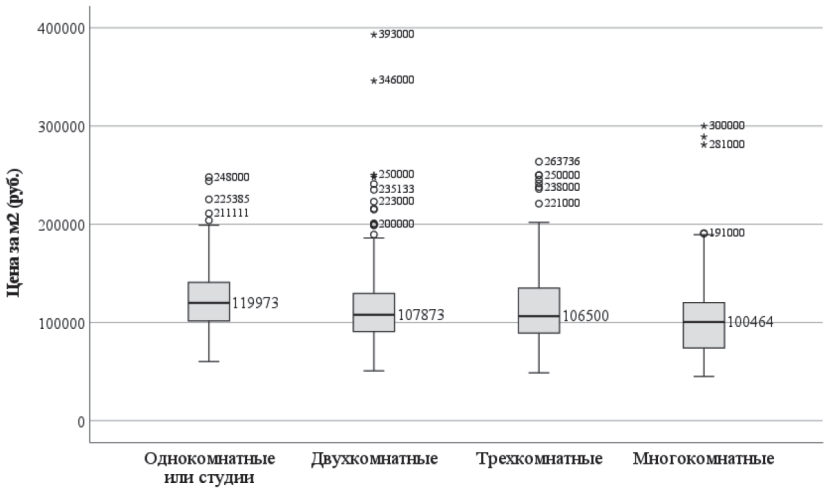


Рис. 4. Значение показателя «цена за м²» в зависимости от количества комнат

Fig. 4. Value of the index “price per sq.m.” depending on the number of rooms

гокомнатных квартирах была статистически значимо меньше, чем стоимость квадратного метра жилья во всех остальных квартирах: двухкомнатных ($p = 0,004$), трехкомнатных ($p = 0,027$) или однокомнатных ($p < 0,001$). Различия между стоимостью квадратного метра жилья в двухкомнатных и однокомнатных квартирах были статистически не значимыми ($p = 1,000$).

На рисунке 4 представлены результаты стоимости квадратного метра жилья в квартирах с различным количеством комнат.

4. Сравнение цены за квадратный метр в квартирах на различном этаже. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Отмечаются статистически значимые различия стоимости квадратного метра жилья в зависимости от расположения в доме ($p < 0,001$). При сравнении групп попарно с помощью апостериорного критерия было установлено, что стоимость квадратного метра жилья в середине дома статистически значимо больше, чем стоимость квадратного метра жилья на крайних этажах: на первом ($p = 0,004$) или последнем ($p = 0,006$).

На рисунке 5 представлены результаты стоимости квадратного метра жилья в квартирах на разных этажах.

Нами был выполнен двухфакторный дисперсионный анализ с целью оценки влияния района города и вида жилья, а также их взаимодействия, на стоимость квадратного метра жилья (таблица 5).

В результате проведенного анализа было установлено статистически значимое влияние как района города ($p < 0,001$), так и вида жилья ($p < 0,001$) на стоимость квадратного метра жилья. При этом взаимосвязь факторов между собой была также статистически значимой ($p < 0,001$). Вклад района города в дисперсию значений

Результаты сравнения стоимости квадратного метра жилья в квартирах с различным этажом

The results of comparing the cost per square meter of housing in apartments with different floors

Этаж	Цена за м ² (руб.)		p
	Me	Q1-Q3	
1. Первый этаж (113 квартир)	100925	83322–125930	$p_{1-2} = 0,004^*$ $p_{2-3} = 0,006^*$
2. Середина (606 квартир)	112911	93301–135526	
3. Последний этаж (143 квартиры)	103457	83020–126945	

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)
* differences in indexes are statistically significant ($p < 0,05$)

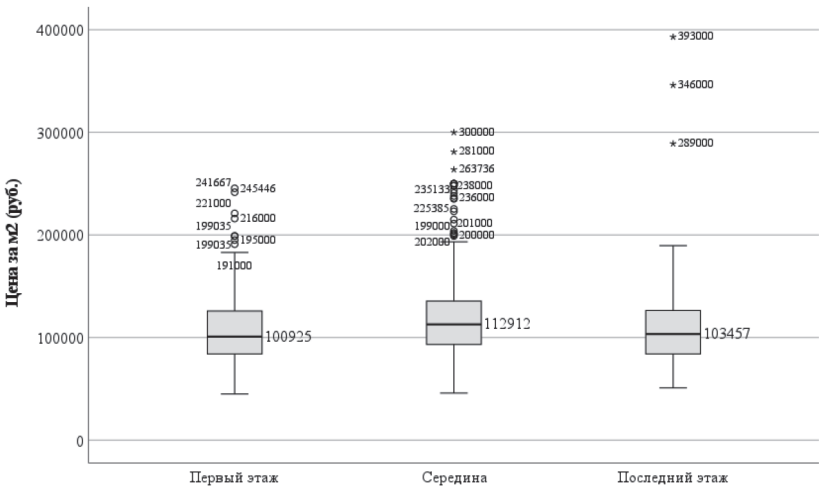


Рис. 5. Значение показателя «цена за м²» в зависимости от этажа
Fig. 5. Value of the index “price per sq.m.” depending on the floor

Результаты проведения двухфакторного дисперсионного анализа показателя «цена за м²»

Results of the two-factor analysis of variance for the “price per sq.m.” index

Факторы	Оценка влияния факторов на «цена м ² »	
	η^2 , %	p
Район	40,3	$< 0,001^*$
Вид жилья	2,7	$< 0,001^*$
Взаимосвязь факторов	3,6	$< 0,001^*$

* влияние фактора на значения стоимости квадратного метра статистически значимы ($p < 0,05$)
* the influence of the factor on the values of the cost per square meter are statistically significant ($p < 0,05$)

стоимости квадратного метра жилья составил 40,3%, вида жилья — 2,7%, взаимосвязи факторов — 3,6%.

Полученная двухфакторная модель представлена на рисунке 6.

5. Двухфакторный дисперсионный анализ с целью оценки влияния района города и количества комнат, а также их

взаимодействия, на стоимость квадратного метра жилья (таблица 6).

В результате проведенного анализа было установлено статистически значимое влияние как района города ($p < 0,001$), так и количества комнат ($p < 0,001$) на стоимость квадратного метра жилья. При этом взаимосвязь факторов между собой была

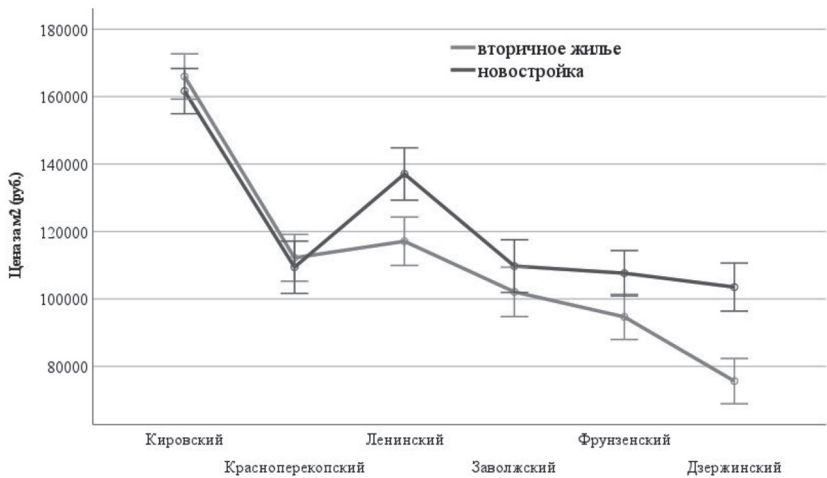


Рис. 6. Сравнение показателя «цена м²» для различного вида жилья в зависимости от района города
Fig. 6. Comparison of the index “price per sq.m.” for various types of housing, depending on the area of the city

Таблица 6 / Table 6

Результаты проведения двухфакторного дисперсионного анализа показателя «цена за м²»
Results of the two-factor analysis of variance for the “price per sq.m.” index

Факторы	Оценка влияния факторов на «цена м²»	
	η^2 , %	p
Район	38,8	< 0,001*
Количество комнат в квартире	2,5	< 0,001*
Взаимосвязь факторов	4,6	< 0,001*

* влияние фактора на значения стоимости квадратного метра статистически значимы ($p < 0,05$)
* the influence of the factor on the values of the cost per square meter are statistically significant ($p < 0,05$)

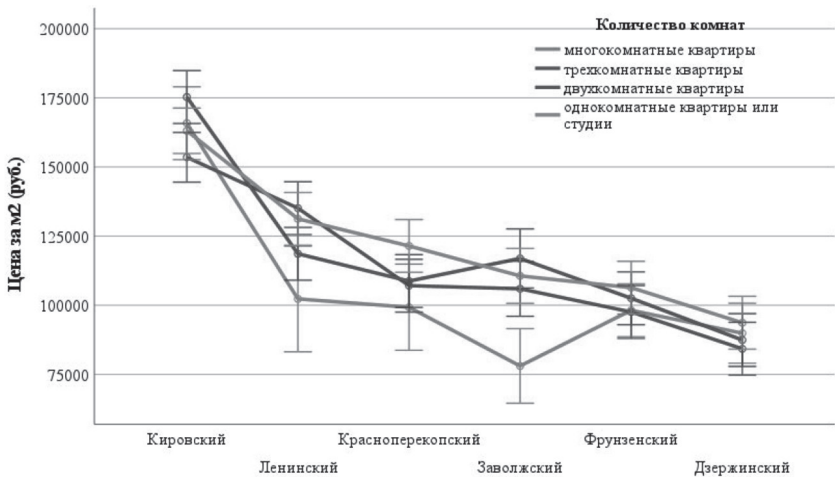


Рис. 7. Сравнение показателя «цена м²» для жилья с различным количеством комнат в зависимости от района города
Fig. 7. Comparison of the index “price per sq.m.” for housing with different number of rooms depending on the area of the city

также статистически значимой ($p < 0,001$). Вклад района города в дисперсию значений стоимости квадратного метра жилья составил 38,8%, количества комнат — 2,5%, взаимосвязи факторов — 4,6%.
Полученная двухфакторная модель представлена на рисунке 7.

6. Двухфакторный дисперсионный анализ с целью оценки влияния количества комнат в квартире и вида жилья, а также их взаимодействия, на стоимость квадратного метра жилья (таблица 7).

В результате проведенного анализа было установлено статистически значимое влияние как количества комнат ($p < 0,001$), так и вида жилья ($p < 0,001$) на стоимость квадратного метра жилья. При этом взаимосвязь факторов между собой не была статистически значимой ($p = 0,641$). Вклад количества комнат в дисперсию значений стоимости квадратного метра жилья составил 1,4%, вида жилья — 1,4%.

Полученная двухфакторная модель представлена на рисунке 8.

7. Построено уравнение множественной линейной регрессии для прогнозирования стоимости жилья.

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением (2):

$$y = 163261,90 - 12057,96 \times X_p - 9008,62 \times X_k - 7328,33 \times X_{вж} + 302,07 \times X_{пл} \quad (2)$$

где y — стоимость квадратного метра жилья (руб.), X_p — район города (1 — Кировский, 2 — Ленинский, 3 — Красноперепежский, 4 — Заволжский, 5 — Фрунзенский, 6 — Дзержинский), X_k — количество комнат, $X_{вж}$ — вид жилья (0 — новостройка, 1 — вторичное жилье), $X_{пл}$ — площадь квартиры (m^2).

При увеличении района на 1 следует ожидать уменьшения стоимости квадратного метра жилья на 12057,96 руб., при увеличении количества комнат на 1 следует также ожидать уменьшения стоимости квадратного метра жилья на 9008,62 руб. и при увеличении вида жилья на 1 также ожидать уменьшения стоимости квадратного метра жилья на 7328,33 руб. Увеличение площади квартиры на 1 m^2 ведет

Таблица 7 / Table 7

Результаты проведения двухфакторного дисперсионного анализа показателя «цена за м²»

Results of the two-factor analysis of variance for the “price per sq.m” index

Факторы	Оценка влияния факторов на «цена м²»	
	η^2 , %	p
Количество комнат в квартире	1,4	< 0,001*
Вид жилья	1,4	< 0,001*
Взаимосвязь факторов	0,2	0,641

* влияние фактора на значения стоимости квадратного метра статистически значимы ($p < 0,05$)

* the influence of the factor on the values of the cost per square meter are statistically significant ($p < 0,05$)

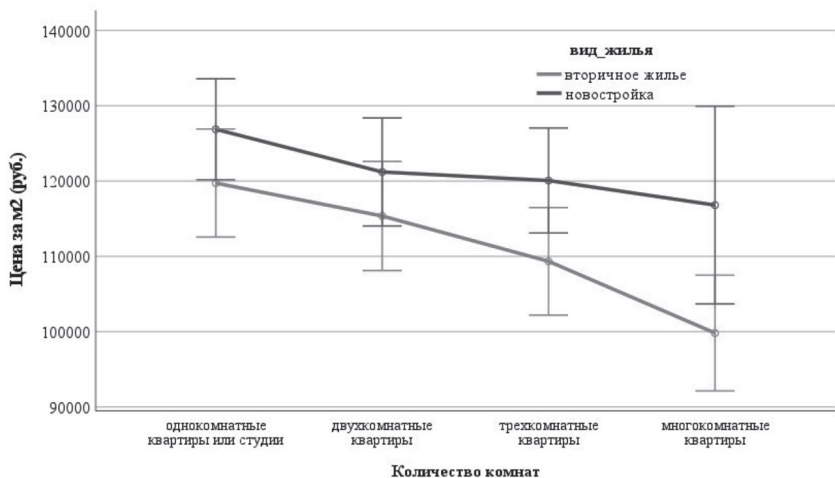


Рис. 8. Сравнение показателя «цена м²» для различного вида жилья в зависимости от количества комнат

Fig. 8. Comparison of the index “price per sq.m.” for different types of housing depending on the number of rooms

к приросту стоимости квадратного метра жилья на 302,07 рублей (при условии неизменных значений другого фактора).

Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,617$, что соответствует заметной тесноте связи по шкале Чеддока. Уровень значимости составил $p < 0,001$. Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, вклю-

ченные в модель, определяют 37,8% дисперсии стоимости квадратного метра жилья.

Заключение

Выполненное эмпирическое исследование показало возможность и полезную информативность применения дисперсионного анализа в решении вопросов сравнения цены за квадратный метр в новострой-

ке и во вторичном жилье, цены за квадратный метр в различных районах города, цены за квадратный метр в квартирах с различным количеством комнат, цены за квадратный метр в квартирах на различном этаже; в оценке влияния района города и количества комнат, а также их взаимодействия, на стоимость квадратного метра жилья, влияния количества комнат в квартире и вида жилья, их взаимодействия на стоимость квадратного метра жилья. Кроме того, построено уравнение множественной линейной регрессии для прогнозирования стоимости жилья в зависимости от района города, количества комнат, вида жилья (новостройка, вторичное жилье) и площади квартиры.

Полагаем, что применение дисперсионного анализа может иметь более широкие возможности, в частности, при определении и оптимизации налога на имущество при объективной оценке кадастровой стоимости жилья с акцентом на указанную в статье критериальную информацию в виде необходимого и достаточного объема релевантных данных, подтвержденных объективными методами их получения, для снижения риска ошибок в определении соответствующей стоимости жилья.

Нельзя не отметить также тот факт, что в целом развитие статистического мышления как у работников агентств недвижимости, так и заинтересованных пользователей информации позволит существенно сократить время и увеличить доходность бизнеса в агентствах недвижимости при оказании посреднических и консультационных услуг.

Литература

1. Жилищный вопрос в России: как его решить и как это сделать? [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/opinions/12239089>.
2. Карманов М.В. Статистическое мышление: проблемы, определения и формирования // Статистика и экономика. 2024. Т. 21. № 10. С. 4–8.

3. Клопова О.К. Статистическое мышление и его роль в формировании профессионального мышления в области управления человеческими ресурсами // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2008. № 11. С. 94–98.
4. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов. М.: Экономика, 2009. 605 с.

5. Глухова С.М., Чернов А.Ю. Применение эконометрических методов анализа рынка недвижимости на примере г. Костромы // Прогрессивная экономика. 2024. № 5. С. 195–212. DOI: 10.54861/27131211_2024_5_195.

6. Санина Л.В., Шерстянкина Н.П., Берген Д.Н., Дашкевич П.М. Моделирование стоимости квартир на региональном рынке жилой недвижимости (на примере Иркутской области) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7. № 3. С. 27–41. DOI: 10.21285/2227-2917-2017-3-27-41.

7. Казимиров И.А., Пешков В.В. Определение динамики цен на вторичном рынке жилой недвижимости с использованием многомерной регрессионной модели // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 9(3). С. 476–487. DOI: 10.21285/2227-2917-2019-3-476-487.

8. Харламов А.В. О статистическом методе построения прогноза цены недвижимости по неоднородным данным // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2019. Т. 19. № 2. С. 189–193. DOI: 10.18500/1994-2540-2019-19-2-189-193.

9. Алексеев А.О., Харитонов В.А., Ясницкий В.Л. Разработка концепции комплексного нейросетевого моделирования процессов массовой оценки и сценарного прогнозирования рыночной стоимости жилой недвижимости // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 1. С. 11–22. DOI: 10.21285/2227-2917-2018-1-11-22.

10. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Методика создания комплексной экономико-математической модели массовой оценки стоимости объектов недвижимости на примере квартирного рынка города Перми // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2016. № 2(29). С. 54–69. DOI: 10.17072/1994-9960-2016-2-54-69.

11. Сурков Ф.А., Петкова Н.В., Суховский С.Ф. Сравнение временных рядов и нейросетевых методов в задаче прогнозирования стоимости и оценки недвижимости [Электрон. ресурс] // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. № 6(3). Режим доступа: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=498>.

12. Курочкина И.П., Калинин И.И., Маматова Л.А., Шувалова Е.Б. Нейронные модели в диагностике финансового результата предприятий жилищно-коммунального хозяйства // Статистика и Экономика. 2019. № 16(3). С. 52–60. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-3-52-60.

13. Лейфер Л.А., Акобян А.А. Методы анализа состояния рынка недвижимости: индикаторы рынка и характеристики ликвидности объектов // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2023. № 6(261). С. 21–36.

14. Бурцева Т.А. Оценка влияния факторов на эффективность деятельности предприятия на основе дисперсионного анализа // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. 2021. № 4(39). С. 76–85.

15. Макжанова Я.В., Швед Е.В. Анализ потребления продуктов питания с использованием метода многомерного дисперсионного анализа (MANOVA) // Фундаментальные исследования. 2017. № 3. С. 149–159.

16. Ивантер Э.В., Коросов А. В. Элементарная биометрия. Петрозаводск: ПетрГ, 2010. 104 с.

17. Орлова И.В. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS / под ред. И.В. Орловой. М.: ИНФРА-М, 2024. 310 с.

18. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

19. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшее образование, 2008. 479 с.

20. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 573 с.

21. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

22. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Сравнение трех и более независимых групп с использованием непараметрического критерия Краскала Уоллиса в программе Stata // Экология человека. 2014. № 6.

23. Официальный портал города Ярославля [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://city-yaroslavl.ru/>.

24. Портал Авито.ру [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.avito.ru/yaroslavl/nedvizhimost>.

References

1. Zhilishchnyy vopros v Rossii: kak yego reshit' i kak eto sdelat'? = The Housing Issue in Russia: How to Solve It and How to Do It? [Internet]. Available from: <https://tass.ru/opinions/12239089>. (In Russ.)

2. Karmanov M.V. Statistical Thinking: Problems of Definition and Formation. Statistika i ekonomika = Statistics and Economics. 2024; 21; 10: 4–8. (In Russ.)

3. Klopova O.K. Statistical Thinking and Its Role in Forming Professional Thinking in Human

Resource Management. Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva = Bulletin of the Volga University named after V.N. Tatishchev. 2008; 11: 94–98. (In Russ.)

4. Sternik G.M., Sternik S.G. Analiz rynka nedvizhimosti dlya professionalov = Real Estate Market Analysis for Professionals. Moscow: Economy; 2009. 605 p. (In Russ.)

5. Glukhova S.M., Chernov A.YU. Application of Econometric Methods for Real Estate Market Analysis Using the Case of Kostroma. Progressivnaya

ekonomika = Progressive Economy. 2024; 5: 195–212. DOI: 10.54861/27131211_2024_5_195. (In Russ.)

6. Sanina L.V., Sherstyankina N.P., Bergen D.N., Dashkevich P.M. Modeling Apartment Prices in the Regional Residential Real Estate Market (Using the Irkutsk Region as an Example). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = News of Universities. Investments. Construction. Real Estate. 2017; 7; 3: 27–41. DOI: 10.21285/2227-2917-2017-3-27-41. (In Russ.)

7. Kazimirov I.A., Peshkov V.V. Determining the Dynamics of Prices in the Secondary Residential Real Estate Market Using a Multivariate Regression Model. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = News of Universities. Investments. Construction. Real Estate. 2019; 9(3): 476–487. DOI: 10.21285/2227-2917-2019-3-476-487. (In Russ.)

8. Kharlamov A. V. On a Statistical Method for Constructing a Real Estate Price Forecast Based on Heterogeneous Data. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravleniye. Pravo* = News of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Law. 2019; 19; 2: 189–193. DOI: 10.18500/1994-2540-2019-19-2-189-193. (In Russ.)

9. Alekseyev A.O., Kharitonov V.A., Yasnitskiy V.L. Development of a Concept of Integrated Neural Network Modeling of Mass Appraisal Processes and Scenario Forecasting of Market Value of Residential Real Estate. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = News of Universities. Investments. Construction. Real Estate. 2018; 8; 1: 11–22. DOI: 10.21285/2227-2917-2018-1-11-22. (In Russ.)

10. Yasnitskiy L.N., Yasnitskiy V.L. Methodology for Creating a Comprehensive Economic and Mathematical Model of Mass Appraisal of Real Estate Value Using the Example of the Perm Apartment Market. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* = Bulletin of Perm University. Series: Economy. 2016; 2(29): 54–69. DOI: 10.17072/1994-9960-2016-2-54-69. (In Russ.)

11. Surkov F.A., Petkova N.V., Sukhovskiy S.F. Comparison of time series and neural network methods in the problem of forecasting the cost and valuation of real estate [Internet]. *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii* = Modeling, optimization and information technology. 2018; 6(3). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=498>. (In Russ.)

12. Kurochkina I.P., Kalinin I.I., Mamatova L.A., Shuvalova Ye.B. Neural models in the diagnostics of the financial result of housing and communal services enterprises. *Statistika i Ekonomika* =

Statistics and Economics. 2019; 16(3): 52–60. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-3-52-60. (In Russ.)

13. Leyfer L. A., Akobyan A. A. Methods for analyzing the state of the real estate market: market indicators and characteristics of the liquidity of objects. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii* = Property Relations in the Russian Federation. 2023; 6(261): 21–36. (In Russ.)

14. Burtseva T.A. Assessing the influence of factors on the efficiency of an enterprise based on the analysis of variance. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S.YU. Vitte. Seriya 1. Ekonomika i upravleniye* = Bulletin of the Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1. Economics and Management. 2021; 4(39): 76–85. (In Russ.)

15. Makzhanova YA.V., Shved Ye.V. Analysis of food consumption using the multivariate analysis of variance (MANOVA) method. *Fundamental'nyye issledovaniya* = Fundamental Research. 2017; 3: 149–159. (In Russ.)

16. Ivanter E.V., Korosov A. V. Elementarnaya biometriya = Elementary Biometrics. Petrozavodsk: PetrG; 2010. 104 p. (In Russ.)

17. Orlova I.V. *Mnogomernyy statisticheskiy analiz v ekonomicheskikh zadachakh: komp'yuternoye modelirovaniye v SPSS* = Multivariate Statistical Analysis in Economic Problems: Computer Modeling in SPSS – ed. I.V. Orlova. Moscow: INFRA-M; 2024. 310 p. (In Russ.)

18. Kobzar' A.I. *Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov* = Applied Mathematical Statistics. For Engineers and Scientists. Moscow: FIZMATLIT; 2006. 816 p. (In Russ.)

19. Gmurman V.Ye. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* = Probability Theory and Mathematical Statistics. Moscow: Higher Education; 2008. 479 p. (In Russ.)

20. Kremer N.SH. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* = Probability Theory and Mathematical Statistics. Moscow: YUNITI-DANA; 2004. 573 p. (In Russ.)

21. Lakin G.F. *Biometriya* = Biometrics. Moscow: Vysshaya shkola; 1990. 352 p. (In Russ.)

22. Unguryanu T.N., Grzhibovskiy A.M. Comparison of Three or More Independent Groups Using the Nonparametric Kruskal-Wallis Test in Stata. *Ekologiya cheloveka* = Human Ecology. 2014; 6. (In Russ.)

23. *Ofitsial'nyy portal goroda Yaroslavl* = Official Portal of the City of Yaroslavl [Internet]. Available from: <https://city-yaroslavl.ru/>. (In Russ.)

24. *Portal Avito.ru* = Avito.ru Portal [Internet]. Available from: <https://www.avito.ru/yaroslavl/nedvizhimost>. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ирина Петровна Курочкина

*Д.э.н., доцент, профессор
Ярославский государственный университет
имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
Эл.почта: ipkurochkina@yandex.ru*

Людмила Александровна Маматова

*К.э.н., доцент, доцент
Ярославский государственный университет
имени П.Г. Демидова,
Ярославль, Россия
Эл.почта: ludm.mamatova@yandex.ru*

Наталья Юрьевна Ширина

*К.т.н., доцент
Ярославский государственный университет
имени П.Г. Демидова, Ярославль, Россия,
Эл. почта: shirina-natasha@mail.ru*

Елена Борисовна Шувалова

*Д.э.н., профессор, профессор
Российский государственный экономический
университет имени Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл.почта: SHuvalova.EB@rea.ru*

Information about the authors

Irina P. Kurochkina

*Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Professor
P.G. Demidov Yaroslavl State University,
Yaroslavl, Russia
E-mail: ipkurochkina@yandex.ru*

Ludmila A. Mamatova

*Cand. Sci. (Economics), Associate Professor,
Associate Professor
P.G. Demidov Yaroslavl State University,
Yaroslavl, Russia
E-mail: ludm.mamatova@yandex.ru*

Nataliya Yu. Shirina

*Cand. Sci. (Technical), Associate Professor
P.G. Demidov Yaroslavl State University,
Yaroslavl, Russia
E-mail: shirina-natasha@mail.ru*

Elena B. Shuvalova

*Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor
Plekhanov Russian University of Economics
E-mail: SHuvalova.EB@rea.ru*



УДК 338.24

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2025-5-63-77>В.В. Ворожихин¹, В.П. Заварухин²¹ Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия² Институт проблем развития науки РАН, Москва, Россия

Наука для управления: к формированию научно-обоснованных целей стратегического развития

В статье отражены новые подходы к формированию системы стратегического управления социально-экономической и научно-технологической сферами России, а также к выработке соответствующих стратегических целей развития в условиях новых вызовов, связанных со стремительным прогрессом науки и технологий, всеобъемлющей цифровизацией общества, что, в свою очередь, неизбежно сопряжено с новыми непредсказуемыми рисками. Показана необходимость совершенствования управления социо-технологическим развитием в условиях изменяющегося мироустройства, что особенно актуально для России в силу сложившейся конфронтации с объединенным Западом и ужесточающейся конкуренции за будущее России. Раскрыта роль Q-методологии для выбора научно обоснованных целей стратегического управления. Показаны ее возможности сочетать качественные и количественные подходы, определять внутреннюю структуру установок и мнений, выявлять их сходства и различия и сводить их к нескольким «значимым факторам», отражающих общие способы мышления. Опираясь на современные представления о двух важнейших вопросах — о научных исследованиях для управления и научной экспертизе в управлении — сделана попытка переосмысления взаимодействия и взаимного доверия науки и государственного управления.

Цель исследования. Обоснование потребности использования новых подходов и научного инструментария для стратегического управления социально-технологическим развитием и формирования общественно-согласованных и научно-обоснованных целей такого развития в новом многополярном интеллектуальном мире, где цифровые инновации формируют важнейшую из эволюций — эволюцию человека. Стратегические видения, цели, решения, разработанные разными коллективами и организациями, часто основаны на использовании различающихся ценностей, методологий, подходов, моделей и методов. Рекомендуемые пути развития и решения проблем, как правило, различаются, и представляют несопадающие точки зрения. Различие субъективных оценок затрудняет достижение консенсуса и принятие

стратегических решений. Проведенное в статье исследование направлено на совершенствование стратегического управления и научной экспертизы.

Материалы и методы. Исследование проведено на основе изучения результатов профильных научных исследований; обзора групп систематических исследований, условий и факторов влияния на развитие научных исследований; теории фрейминга и фрейм-анализа. Обобщение полученных локальных результатов сделано на примере формирования научно обоснованных целей развития.

Результаты. Проведен анализ возможности применения нового подхода к принятию научно-обоснованных решений и формированию стратегических целей инновационного развития в условиях имеющихся ограничений и мнений экспертов. Возможность группировки предлагаемых решений по основным точкам зрения на имеющиеся проблемы всех участников процесса формирования системы стратегических целей рассматривалась с использованием Q-методологии для улучшения взаимного понимания позиций и профессиональных культур участников.

Заключение. Предлагаемый подход к организации стратегического управления развитием и формированию научно-обоснованных целей облегчает процесс формирования консенсуса решений за счет сравнительного сопоставления консервативного и инновационного вариантов возможных формулировок стратегических целей. Применение Q-методологии позволяет совершенствовать качество стратегического управления в условиях высокой неопределенности, множественности подходов и оценок, запаздывания исследований сложных систем, инновационных технологий и процессов, расширяя возможности использования науки для разработки государственной политики, стимулируя повышение ее качества и уточняя направления необходимых научных исследований.

Ключевые слова: систематические исследования, научно-обоснованные цели, анализ субъективности целей, парадокс сохранения противоречий, автоматизация научной экспертизы.

Vladimir V. Vorozhikhin¹, Vladimir P. Zavarukhin²¹ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia² Institute for the Study of Science Russian Academy of Sciences, (ISS RAS), Moscow, Russia

On the Issue of Using Analysis of Variance to form Objective Information when Providing Services in Real Estate Agencies

The article presents new approaches to the development of the strategic management system for the socio-economic and scientific-technological spheres of Russia, as well as to the development of the respective strategic goals in view of new challenges associated with the rapid S&T progress, comprehensive digitalization of society, which, in turn, inevitably brings new, unpredictable risks. The need to improve the management of socio-technological development in the changing world is shown, which is especially relevant for Russia in view of the current confrontation with the united West and the intensification of the competition for the Russia's future. The article

explores the role of the Q-methodology in selecting scientifically based strategic management goals. It demonstrates its potential to combine qualitative and quantitative approaches, determine the internal structure of attitudes and opinions, identify their similarities and differences, and reduce them to a few "significant factors" reflecting the common ways of thinking. Relying on modern understanding of the two key issues — scientific research for management and scientific expertise in management — an attempt is made to rethink the interaction and mutual trust between science and public management.

The purpose of the research. Substantiation of the need to use new approaches and scientific instruments for the strategic management of socio-technological development and the formation of socially agreed and scientifically based goals for such development in the new multipolar intellectual world, where digital innovations shape the most important of evolutions — the evolution of human beings. Strategic visions, goals, and decisions developed by different teams and organizations are often based on differing values, methodologies, approaches, models, and methods. Recommended development paths and problem solutions typically differ and represent conflicting points of view. The difference in subjective assessments makes it difficult to reach consensus and take strategic decisions. This research aims to improve strategic management and scientific expertise.

Materials and methods. The research was carried out based on the study of the results of the relevant scientific research; a review of systematic studies, conditions and factors influencing the development of scientific research; the framing theory and the frame analysis. The authors carried out the generalization of the obtained local results on the example of forming scientifically based development goals.

Results. The authors carried out an analysis of the feasibility to apply the new approach in making scientifically grounded decisions and in

formulating strategic goals for innovation development, given existing constraints and expert opinions. Using the Q-methodology to improve mutual understanding of the participants' positions and professional cultures the authors examined the possibility of grouping the proposed solutions with respect to key opinions on the existing problems of all participants of the strategic goals forming system.

Conclusion. The proposed approach to organizing strategic development management and formulating scientifically grounded goals facilitates the process of forming a consensus of decisions by using the comparison of conservative and innovative options for formulating strategic goals. The application of the Q-methodology allows the improvement of the quality of strategic management in conditions of high uncertainty, diversity of approaches and assessments, delays in making research of complex systems, as well as of innovative technologies and processes. This expands the potential for using science for the development of public policy, stimulating improvements in its quality, and clarifying the directions of necessary scientific research.

Keywords: systematic research; scientifically grounded goals; analysis of goal subjectivity; paradox of maintaining contradictions; automation of scientific expertise.

Введение

В условиях стремительно-го технологического развития, когда цифровые инновации меняют не только объекты физического мира и их виртуальные отображения, но и ценности и механизмы формирования ценностей, традиционные подходы к управлению работают неудовлетворительно, усиливается конкуренция за овладение механизмами новой стремительной эволюции, прежде всего в сфере искусственного интеллекта (ИИ) и биотехнологий, за которыми уже просматривается важнейшая из эволюций — эволюция человека. Локальные инновации, последствия которых не успевают исследовать все сферы науки приводят к глобальным изменениям, несущим невиданных ранее «черных лебедей». Происходящие изменения требуют регулярной актуализации целей стремительного развития и трансформации, которые сопряжены с новыми непредсказуемыми рисками.

Необходимость совершенствования управления социо-технологическим развитием в условиях изменений мироустройства особенно актуальна для России в силу сложившейся конфронтации с объединенным Западом и уже сточающейся конкуренции

за будущее России. Требуется создать механизмы технологического, инновационного и экономического суверенитета, позволяющие добиться глобальной конкурентоспособности страны и сохранить ее стратегическую автономию. Необходим переход от традиционных подходов на основе иерархии, ведущей к фрагментации и недостаточной эффективности управления для эпохи сложных решений и систем, к сетевым механизмам управления, способным выявить и сформировать решения для сложных и быстро меняющихся проблем. Страны, научные системы которых не успевают выявлять и создавать новые знания, теряют инновационный суверенитет и становятся исполнителями в чужих проектах мирового и национального развития — все современные успешные национальные проекты имеют глобальные проекции.

Цифровизация уже изменила характер развития, которое стало социо-технологическим в результате процессов взаимопроникновения технологических и социальной сфер. Меняется пространство знаний, а также способы его разумной организации и реализации доступности знаний для каждого человека. Меняется сам человек, быстро растет значимость

человеческого капитала как важнейшего фактора инновационного развития.

Предоставить новые инструменты для управления сложными системами может только ускоренное развитие науки, которая пока отстает от инновационных практик, формирующихся за счет стремительно усиливающихся разнообразия и конвергенции знаний и технологий, трансформации ценностей и механизмов создания новых ценностей новой эпохи, в том числе прозрачно и достоверно работающего ИИ. Перестройка подходов к построения самой науки должна основываться на использования творческого потенциала человека. Важнейшими задачами становятся освоение управления конвергенцией, совместного обучения человека и искусственного интеллекта в рамках создания гибридного предметно ориентированного интеллекта, способного использовать для систематических исследований все знания человечества.

В данной статье сделана попытка переосмыслить взаимодействие и взаимное доверие науки и управления, опираясь на современные представления о двух важнейших вопросах — об исследованиях для управления и научной экспертизе в управлении.

1. Потребности в новых подходах к стратегическому управлению в России

Прежде всего необходимо определить, есть ли потребности принципиального совершенствования системы стратегического управления страной после восстановления российского государства на этапе с 2000 г.

Необходимо признать, что мы, не стесняясь, строили в России новое государство по лекалам США. Поэтому многие характерные черты США интегрированы в современное государство, причем все черты, отвечающие интересам элит, воспроизводятся и в настоящее время. Тысяча семей в России владеет богатствами свыше миллиарда долларов каждая. Однако беспристрастный научный анализ результатов для России не сделан — наука стала одним из институтов поддержки действий элит. Подробный анализ проблем сделан недавно для экономики США, из которого следует, что американское государство действует в интересах элит, составляющих 1% населения.

В последнее время становятся известными факты последствий борьбы элит за достояние России, наносящих ущерб интересам страны в разных сферах деятельности. Преодоление смещенности целей деятельности государства в направлении удовлетворения интересов элит и восстановление государства проходило особенно тяжело в условиях непрекращающейся гибридной войны против России. Бескровное восстановление государства, в рамках которого удалось добиться определенного консенсуса разнородных либерально-рыночных, силовых, государственно ориентированных и чисто прагматических элит, ориентированных исключительно на личное обогащение, далось нелегко и пределы совершенства были значимо ограничены.

Система российского права насчитывает более 13 млн. нормативно правовых актов. При этом сохраняются лакуны и противоречия, которые являются в рамках конкретных состязательных процессов, разрешающихся путем обращения к высшим правовым и властным органам. Единственная страна в мире, которую постигло такое же бедствие, это Бразилия. США, столкнувшись с подобной проблемой, сократили объем НПА в десять раз. А хорошо стратегически управляемые страны, например, Норвегия, перенесли фокус регулирования на стратегические документы.

Несмотря на признание властью заслуг некоторых исследовательских учреждений и университетов, системный анализ непрерывно растущего потока документов не реализован, если только это возможно сделать.

Отдельно следует отметить проблемы федерального закона «О стратегическом планировании» от 28.06.2014 №172-ФЗ, в соответствии с которым выстроена система государственного планирования в России. Эти проблемы неоднократно обсуждались в научных, научно-публицистических статьях М.Э. Дмитриева и других авторов, отчетах НИР, сам закон, сформированный на основе регионального документа разработки 2010 г Пермского края, явно устарел и неприменим к современным реалиям и проблемам России.

Проблемы неполного исполнения стратегических и национальных проектов, государственных и федеральных программ остаются — финансирование открывается, выполнение программ не завершается или прекращается, оставшиеся деньги возвращаются в бюджет — и этот процесс повторяется с обозначением новых целей-ориентиров, с появлением новых стратегий или без них.

Нам нужны новые подходы и новые инструменты, новая наука для управления, чтобы не допустить потери технологического, инновационного и экономического суверенитета, нам нужны конкурентоспособная наука, национальная инновационная система и цифровая экосистема российского государства.

2. Исследования для формирования научно обоснованных стратегических целей

В условиях непрерывных и глубоких перемен, проявления новых зависимостей в рамках конвергенции и углубления знаний, многие сущности приобретают множественные толкования. Множество определений является значимым барьером для научного обсуждения и развития пространства знаний и технологий, задает множество программ исследований и приводит к разрыву между практикой и теорией. Сохранение научных основ и формирование целостных представлений требует обновления исследовательских процессов и интеграции их с процессами экспертизы в рамках интеллектуализации единого процесса исследований и экспертизы.

Одна из важнейших ролей отечественной науки — выявить и целостно изучить значимые и быстро развивающиеся процессы, способные оказать влияние на развитие страны, которые могут стать причиной проблем и источником новых возможностей развития, провести анализ достоверности потоков научной информации, провести поиск и разработку решений проблем развития страны, обеспечить конкурентоспособность науки и национальной инновационной системы, провести независимый анализ и экспертизу решений, выполнения программ и стратегий, создать необходимый



Рис. 1. Виды интегрированного систематического мультидисциплинарного исследования в условиях расширения пространства знаний и конвергенции знаний (технологий)

Источник: составлено авторами

Fig. 1. Types of integrated systematic multidisciplinary research in conditions of expanding knowledge space and convergence of knowledge (technologies)

Source: compiled by the authors

потенциал развития собственно науки и инноваций, обеспечивающих желаемое будущее страны.

Современная наука опирается на разнообразный инструментарий, позволяющий провести исследования на разном уровне абстракции, сформировав современные цифровые двойники для всех подсистем и агентов экосистемы страны. Систематическое исследование, охватывающее знания прошлого, свершения настоящего, возможности и риски будущего, к настоящему времени представляется в виде совмещения семи групп исследований (рисунок 1).

Новые знания должны стать основой выявления перспективных направлений конвергенции знаний и технологий и управления процессами этой конвергенции.

Одним из важных фокусов научной деятельности становятся трансляционные исследования, сокращающие разрыв между основаниями и критериями принимаемых решений и фронтами науки, а также снижающие вероятность возникновения очередного кризиса. Для принятия обоснованных и успешных решений необходимы большие данные и систематические исследования, способные представить целостную картину ситуации и предсказать дальнейшее развитие событий.

Мы находимся на старте новой эры обмена данными [2], которая позволит использовать многочисленные преимущества ИИ для научных исследований и управления. Поскольку объемы собираемых и используемых данных принципиально выросли и

продолжат свой рост в рамках углубления цифровизации и роста влияния цифровых инноваций, растет роль разнообразных институтов данных — архивов, статистические агентства, репозитории и др., совершенство которых определяет доступность, целостность (полноту), эффективность и стоимость данных. Технологические решения могут оказаться далекими от реализации из-за проблем, связанных с доступом к данным, включающих инструменты социальных наук, нормы, кодексы поведения, стимулы, сдерживающие факторы и факторы управления. Связывание детализированных наборов данных позволяет выявить и найти решения сложных социально-экономических проблем, которые не видны в рамках усеченной статистики. Обмен данными меж-

ду кибер-физическими системами, цифровыми двойниками и человеком становится интерактивным, ускоряет цифровые инновации виртуального и материального миров.

Инфраструктурой развития ИИ, роботов, интеллектуального производства — индустрии 5.0 (I5) становятся новейшие сети беспроводной суперскоростной связи 6G, меняющие способы коммуникаций и обмена информацией, организации системы знаний и использования результатов научной деятельности. Общество 5.0 формируется вне зависимости от принятия или неприятия его принципов отдельными исследователями и чиновниками. Вне зависимости от изначальных причин запаздывание в инновационном развитии может приводить к потере суверенитета. Но обработка данных вне теории чревата формированием заблуждений и ложных знаний. Интерпретация полученных результатов сохраняет свою значимость. Исследования в интересах развития начинаются с формирования целей, и, если эти цели сформированы на основе современных знаний, есть вероятность добиться успеха.

Чтобы избежать дискуссий о сущности представлений о научно обоснованных целях в условиях множественности подходов и определений, можно воспользоваться отработанными международной наукой и бизнес-практикой представлениями о научно обоснованных целях устойчивого развития, затрагивающих области совершенствования технологий и перехода к экономике замкнутого типа и социально ответственному ведению бизнеса. Необходимость разработки собственных стратегических целей и сохранение стратегической автономии не означают отказа от применения современных инструментов, разработанных за рубежом.

Научно обоснованные цели (Science Based Targets — SBT) разрабатываются, чтобы сделать развитие устойчивым, как для стран, так и для компаний [3]. Однако в условиях больших вызовов — изменений климата, пандемии, геополитической напряженности и противостояния групп государств, цифровых трансформаций, реализующихся с разными скоростями в разных отраслях, их взаимовлияний, взаимодействий и стратегических последствий, — эта задача становится крайне непростой. Возникают противоречия между целями экологической, социальной и экономической устойчивости, между стратегическими и краткосрочными целями, а также между подходами сотрудничества и конкуренции.

Возникает вопрос, каким образом и в чьих интересах разрешаются и будут разрешаться парадоксы, выявленные аномалии и противоречия, — и ученые призывают к исследованию как подобные противоречия воспринимаются и как с ними справляются национальные и корпоративные агенты.

Помимо национальных государств, SBT стали разрабатывать крупнейшие корпорации: количество компаний, устанавливающих и обязующихся устанавливать климатические SBT, росло с каждым годом с момента их формирования в 2015 году, иногда в геометрической прогрессии. На фоне возросшего внимания к кризисам, компании сталкиваются с общественным давлением, в том числе со стороны инвесторов, регулирующих органов, клиентов и сотрудников, которые хотят определить свое место в процессе устойчивого развития и доказать, что они являются необходимой частью решений по устойчивому развитию. В настоящее время сфера применения SBT далеко выходит за рамки кли-

матических целей и приобрела особую значимость для устойчивого развития. Около 120 крупных компаний с совокупной рыночной капитализацией более 4 триллионов долларов участвуют в разработке SBT для устойчивого развития.

Для решения задач устойчивого развития исследователи, заинтересованные в интерактивном взаимодействии с коллегами для совместного использования знаний и опыта всех исследователей, создали сети, ориентированные на разработку SBT. Эти сети представляют собой формирующийся ландшафт транснационального многостороннего управления. В 2019 году была создана многопрофильная сеть под названием Global Commons Alliance для разработки и продвижения SBT, охватывающих широкий круг вопросов, ориентированных на миссию вовлечения граждан, компаний, городов и стран в процессы ускорения системных изменений, и также Сеть научных целей (SBTN), которая разрабатывает методы формирования SBT.

Одна из целей науки — создание действенных знаний, которые могут поддержать трансформационные изменения для обеспечения устойчивости, что подразумевает совместное производство знаний или иное взаимодействие с крупнейшими корпорациями. SBT должны быть: (1) биофизически осуществимы в пределах указанного периода времени; (2) количественно определены, чтобы прогресс был измеримым; и (3) подкреплены ясным аналитическим обоснованием для установки на определенном уровне. Возможность исследовать многочисленные способы использования SBT на практике должна включать выделение областей споров и консенсуса по нормативным, идеологическим, политическим и техническим вопросам.

Важное значение для формирования объективного научного знания имеет организация научного дискурса на основе мнений участников обсуждения, зачастую субъективных и предвзятых. Прежде всего, в процессе обсуждения формируется структура и значимость обсуждаемых вопросов с учетом мнений всех участников. Отметим, что информационный и мотивационный дискурсы различаются по решаемым задачам, структуре коммуникаций и этапам развития [4].

Структурированная информация, проходящая селективный отбор на основе выявления связей между ее составляющими, определяющая и описывающая все характерное или типичное для конкретного вопроса, сферы или общества, получила название фрейма.

Фрейминг — производство, воспроизводство или трансформация связных повествований акторов, выражающих их мнения, но охватывающих непреднамеренные представления, возникающие из основных убеждений и более широких дискурсов. При этом радикальные дискурсы стремятся к социальным преобразованиям, которые коренным образом изменяют современное индустриальное общество, в том числе капиталистическую экономическую систему, сложные техносистемы и большую бюрократию, реформистские дискурсы направлены на реформирование или улучшение существующего. Фреймы часто являются неявными «схемами интерпретации» [5, с. 81] (Гофман, 1974) или «системами значений» по теме, которые акторы используют для ее осмысления, организации опыта и руководства действиями. Мэри Хоуксворт на основе критического постструктурного анализа фреймов проводит дискурсивный анализ реализуемой политики и планиро-

вания развития и показывает, что, вопреки явным утверждениям центральным проектом развития было не сокращение бедности, а производство, расширение и натурализация иерархических властных отношений, формирующих политическую экономию Севера как телос экономического развития для глобального Юга. Оспаривая предположение, что развитие приносит пользу всем, выявляя скрытую динамику власти, опущенную в доминирующих дискурсах развития, исследование демонстрирует динамику класса, пола, расы, культуры и региона, которые дифференцированно распределяют выгоды и тяготы развития внутри и между глобальными объектами. В заключение Хоуксворт демонстрирует важность феминистской дискурсивной политики в решении структур неравенства, неотъемлемых от процессов развития, как в политических исследованиях, так и в реальной практической аргументации [6].

Особую значимость приобретает фрейм-анализ в условиях множественности определений и точек зрения на сложные системы, процессы, события, при выявлении ядра знаний предметной области и общих представлений научных сообществ, что позволяет вести дальнейшие обсуждения и исследования. Именно такая ситуация складывается в рамках активизации цифровой трансформации, развития цифровых технологий и цифровых инноваций. Также формируется социальная проекция цифровых изменений по мере социального признания цифровых технологий и инноваций. В результате происходят изменения ценностей и механизмов формирования этих ценностей.

Для описания точек зрения, разделяемых группами участников, выявления областей общности и расхождения ис-

пользуется методология Q [7], согласно которой субъективность оценок определяется на основе проведения факторного анализа, использования анализа по каждому человеку и интервью (после определения факторов или групп общих точек зрения). Объединяя качественные и количественные методы, методология описывает точки зрения, разделяемые группами участников, выявляя области общности и расхождения. Для научно обоснованных целей SBT уточняются их определение, характер и назначение, а также оценки. Для контекста SBT изучаются проблема представления решения и сценарии изменений.

3. Краткое описание Q-методологии

Q по своей сути — гештальт-процедура, в которой не предусмотрена декомпозиция предмета изучения на ряд составляющих тем (что сразу отличает Q от различных форм дискурсивного или интерпретационного феноменологического анализа). Q способна показать конкретные комбинации или конфигурации тем, которые группа участников считает наиболее значимыми и способы, которыми эти темы взаимосвязаны с группой участников. Этот открыто целостный подход предполагает, что методология Q наиболее тесно связана с «нарративным анализом».

Три отличия Q-методологии от нарративного анализа: она не использует собственный дискурс участников как таковой, а устанавливает при помощи участников связи (сложным и глубоким образом) с набором подготовленных элементов. Q формирует «моментальный снимок» или временно замороженный образ связанной серии позиций субъекта (или «точек зрения») вместо разворачивающихся во времени повествований. фо-

кусируется на диапазоне точек зрения разделяющихся определенными группами участников

Методология Q является инверсией факторного анализа, в которой тестовое измерение экспертов (индивидуумов) для факторного анализа обращено как измерение веса различающихся тестов в сообществе экспертов (индивидуумов), участвующем в исследовании. Выборкой исследования становятся тесты. Переменные, представляющие интерес в Q анализе, представлены лицами, принимающими участие в исследовании: изучаются «корреляции между лицами» по отношению к рассматриваемым факторам, которые раскрываются через веса тестовых вопросов.

Предметом Q-исследования является субъективность мнений в отличие от гипотетико-дедуктивных методов, относящихся к традиционной R-методологии факторного анализа. Соответственно, Q ориентирована «на поиск открытий, а не проверку рассуждений», подвергая критическому анализу логику тестирования. Q оживила социальные конструктивистские исследования и сформировала теоретический «критический политекстуалистский» подход [7].

Эта форма анализа обеспечивает существенное (и заметно более макроскопическое) дополнение к качественным подходам, которые выделяют «тему» и/или «индивидуума» в психологии. Методология Q является типично качественным и выражено критическим методом и может быть эффективно использована и использовалась в качестве мощного метода для изучения отдельных парадоксов и аномалий различного рода.

Методология Q не используется для тестирования участников и не навязывает им оценок априори, помогая участникам решить, что «имеет значение» и, следовательно, что имеет (а что не имеет) ценность и значимость с их точки зрения. Формируется единый набор относительных оценок по существу (и, следовательно, гештальт-конфигурация элементов). Эти гештальт-конфигурации были созданы участниками на основе критериев, которые являются для них личными (т. е. того, что они считают «психологически значимым»), и именно эти гештальт-конфигурации составляют исследовательскую цель методологии Q.

Методологическая процедура ранжирования Q –

Q-сортировка. Сортировка Q формирует среду, в которой субъективность может активно выражаться, и получает набор субъективных выражений и точек зрения под руководством участников. Набор Q никогда не может быть по-настоящему полным (поскольку всегда есть «что-то еще», что потенциально может быть сказано). Участники назначают каждому элементу позицию ранга в фиксированном квазинормальном распределении (проиллюстрированном на рисунке 2) «вдоль простого, внешне валидного измерения, например, от наиболее согласных к наиболее несогласным, от наиболее характерных к наиболее нехарактерным, от наиболее привлекательных к наиболее непривлекательным». Пример фиксированного квазинормального распределения представляет изменения значений ранга, которые варьируются от + 6 до «нуля» и до -6. Числа в ячейках указывают количество элементов, которые могут быть отнесены к определенному рангу. Всего в представленном распределении может быть размещено 60 элементов.

Именно общие конфигурации элементов представляют собой исследовательскую цель методологии Q. Ряд анализов

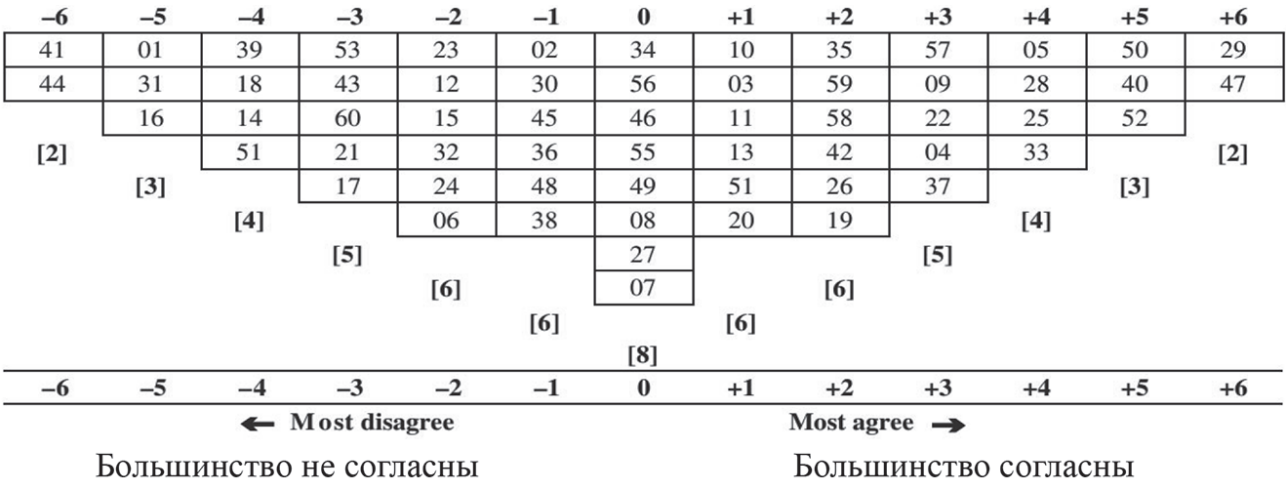


Рисунок 2. Пример завершенной конфигурации «Q-сортировки».

Источник: [7]

Figure 2. Example of a completed “Q-sort” configuration.

Source: [7]

показал, что из-за факториальной природы процедуры сортировки исследование, в котором используется набор Q, состоящий всего из 33 утверждений и довольно ограниченного (от + 4 до - 4) распределения рангов, предоставит участникам «примерно в 11 000 раз больше вариантов [сортировки], чем людей в мире». Другими словами, методология Q стремится к общей конфигурации предметов исследований, а ее процедура предоставляет участникам гиперастрономическое количество таких конфигураций — методология Q оставляет более чем «достаточно места для индивидуальности [для выражения]» [7].

Выражая свою индивидуальность посредством процедуры Q-сортировки, участник в конечном итоге должен будет присвоить всем элементам набора Q соответствующую позицию ранга в предоставленном распределении — следует записать различные номера элементов (и, следовательно, «форму» общей конфигурации) (как на рисунке 2).

Элементам 29 и 47 были присвоены рейтинги +6, что предполагает, что они представляют собой «наиболее приятные» элементы по мнению конкретного участника. Двигаясь справа налево в конфигурации, элементы становятся все менее и менее приятными, пока мы не приходим к элементам 41 и 44, которые (имея рейтинг -6) очевидно считаются «наиболее неприятными» элементами в наборе Q.

Методология Q направлена на выявление (и объяснение) некоторых основных точек зрения, которые поддерживаются определенной группой участников. Яркая точка зрения, конечно, может быть выявлена путем ссылки на одного участника. Если, с другой стороны, мы хотим продемонстрировать, что эта точка зрения разделяется несколькими людьми в «группе», и, следова-

тельно, осмыслить предмет исследования (а не мнение конкретного человека) на основе такой последовательности, мы, очевидно, должны выйти за рамки одного случая.

Смысл Q-методологии заключается в том, чтобы позволить индивидам категоризировать себя на основе конфигураций элементов, которые они производят — через точки зрения, которые они выражают. Существует ряд программных пакетов для статистического Q анализа, включая извлечение факторов, обработку мнений и оценку.

4. Применение Q-методологии для формирования научно-обоснованных целей

Выборка Q должна включать утверждения, которые позволяют участникам адекватно выражать свои точки зрения, а также поощрять дифференциацию между участниками. При применении методологии Q в рамках рассматриваемого примера формирования научно обоснованных целей применительно к устойчивому развитию природной экосистемы Земли было отобрано 64 утверждения, которые (3): кратко представляли ключевую точку зрения, допускали различные интерпретации или могли выявить различия во мнениях участников.

Кратко приведем технические характеристики конкретного применения методологии Q, сохраняя стиль источника. В качестве участников дискуссий привлекались специалисты, уже вовлеченные в научно обоснованную постановку целей в рамках сетей SBTi или Global Commons Alliance. Сбор данных и Q-сортировки проводились онлайн с использованием программного обеспечения Q Method и записывались интервью на Zoom в период с марта по май 2020 года. Онлайн-формат был подходящим для глобально-распределенной

сети, причем исследования не выявили очевидной разницы в достоверности или надежности между очными и онлайн-сортировками. Утверждения выборки Q отсортировали от «наиболее согласны» (+6) до «наиболее не согласны» (-6) в рамках квазинормального принудительного распределения. При статистической обработке искали факторное решение, которое было бы отчетливым, стабильным и выявило бы широко распространенные точки зрения, используя программное обеспечение KenQ Analysis Desktop Edition (KADE) версии 1.1.0. Все Q-сортировки были коррелированы для получения корреляционной матрицы 22 x 22. Для обработки использовался метод главных компонент. В методе Q «интерпретации факторов» каждый фактор описывается в повествовательном стиле на основе оценок утверждений и стенограмм интервью, используется техника «шпаргалки» [8] для выявления утверждений с особенно высокими, низкими, отличными или равными оценками. Метод группирует их вместе, выделяя наиболее значимые утверждения для каждого фактора и предоставляя систематическую основу для целостной интерпретации. Затем, следуя абдуктивной логике, были проведены интервью для подтверждения предварительных интерпретаций оценок. Двадцать два участника завершили Q-сортировку. Анализ дал двухфакторное решение, которое представлено на диаграмме Венна, иллюстрирующей результаты с выбранными ключевыми утверждениями для сравнения и сопоставления факторов (рисунок 3).

Специалисты — сторонники Фактора 1 считают, что SBT предназначены «для всей системы Земли и направлены на обеспечение обитаемости планеты» (2, 9). Определения обычно относились к ясным и выполнимым целям для суб-

ФАКТОР 1

«Нам нужны научно обоснованные цели, чтобы помочь экономическим системам двигаться к глобальной устойчивости»

ФАКТОР 2

«Сама система неустойчива и нуждается в изменении — научно обоснованные цели могут помочь»

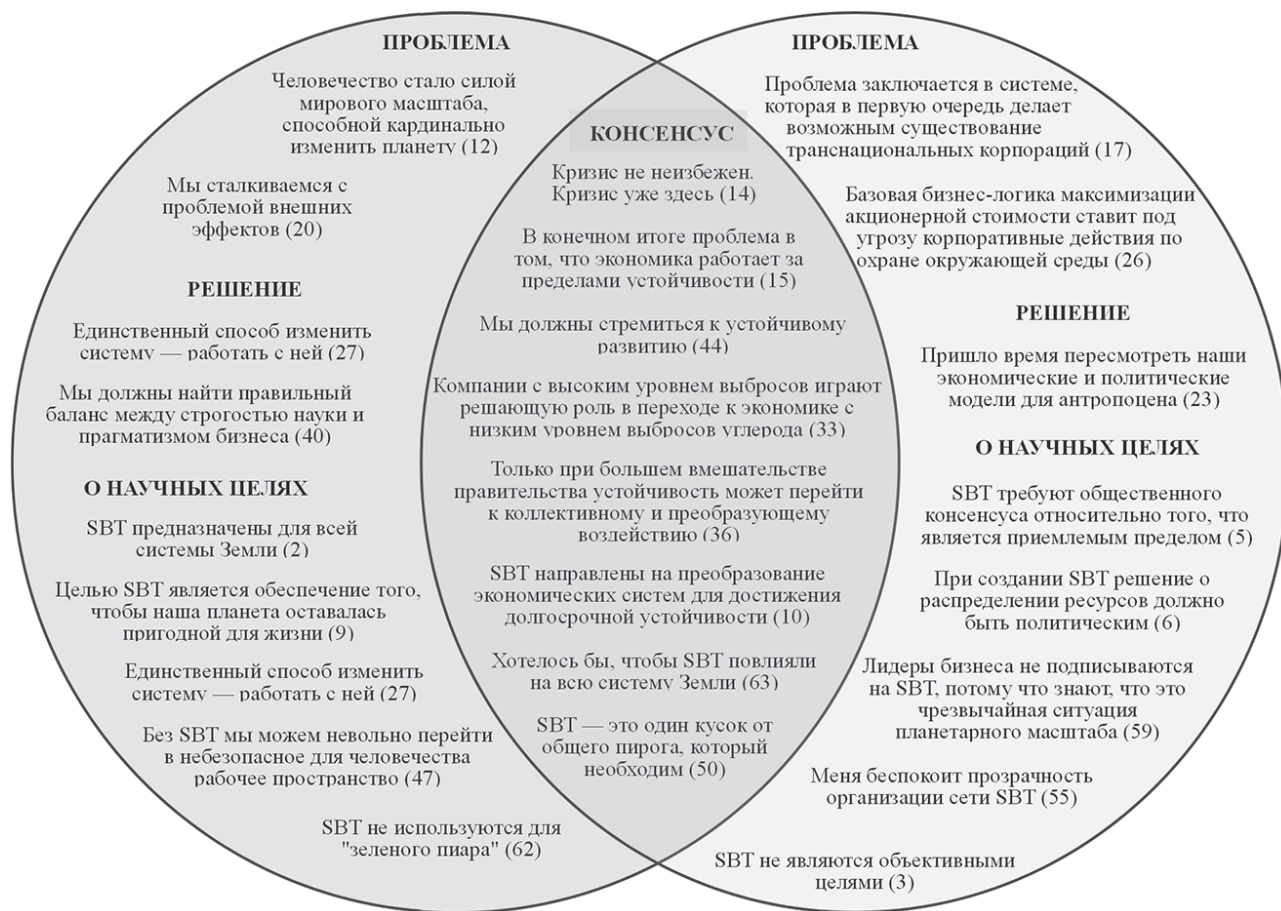


Рис. 3. Резюме факторов. Диаграмма Венна, иллюстрирующая ключевые утверждения экспертов по каждому фактору (в скобках указано количество участников, поддерживающих приведенную формулировку)

Источник: [3]

Fig. 3. Summary of factors. Venn diagram illustrating the key expert statements for each factor (the number of participants supporting the above wording is indicated in parentheses)

Source: [3]

глобальных субъектов, основанным на глобальных целях устойчивости и/или на научных знаниях о системе Земли.

Сторонники Фактора 2 неоднозначно отнеслись к определению SBT в терминах всей системы Земли и обитаемости планеты. SBT воспринимались ими как социально сконструированные и политически согласованные. SBT не признаются объективными целями (3), а требуют общественного консенсуса относительно приемлемого предела (5) и политических решений о распределении ресурсов (6): научно обоснованы понима-

ние земных систем и оценки того, где могут быть переломные моменты, если они есть. Но на этом наука заканчивается — решение становится социальным, политическим и экономическим.

Разделение специалистов на группы поддержки Фактора 1 и Фактора 2 является отражением реформистских или радикальных экологических дискурсов соответственно, показывая явное предпочтение исследователей на взаимодействие с «системой», либо на ее критику.

Фактор 1 интегрировал спектр версий реформист-

ского дискурса устойчивости, характеризующихся тонким различием между фразами «изменение внутри системы» и «изменение системы изнутри», основанных на идее, что социально-экологические кризисы вызывают самоконфронтацию, в которой современное общество развивается, сталкиваясь с проблемами, которые оно само и создало.

В рамках системы ключевых утверждений Фактора 2, который характеризовался как «прагматичный радикализм», критика неолиберального капитализма и влиятельных деятелей перекликается

с критической литературой, отражающей скептицизм относительно роли транснациональных корпораций как агентов преобразований в области устойчивого развития, а также включает в себя элементы более реформистских дискурсов, в частности, его поддержку плюралистического управления окружающей средой. Фактор сплетает нити радикального и реформистского дискурсов, что «приводит к парадоксальному обрамлению с присущими ему напряжениями». Участники Фактора 1 были склонны рассматривать реформистские подходы как наиболее эффективный путь к трансформации системы, участники Фактора 2 придерживались несколько более радикальных убеждений, но оставались осведомленными о прагматических соображениях.

SBT выполняет роль граничного объекта, отражающего, как различные фреймы могут выполнять различные виды работы. Граничные объекты характеризуются гибкостью интерпретации, сохраняя при этом общую структуру в различных контекстах, облегчая сотрудничество разнородных субъектов в большой транснациональной многоакторной сети управления. Исследования по управлению переходом (трансформацией) показали, что инновационные ниши с большей вероятностью распространяют и преобразуют режимы, когда они достаточно радикальны, чтобы иметь преобразовательный потенциал, но совместимы с действующим режимом. Поскольку инновации и реакция на них субъектов являются динамическими процессами, SBT можно рассматривать как «трамплин», которая открывает дверь к нескольким вариантам возможного будущего, как «троянского коня радикально преобразующих идей, скрытых в деполитизированной оболочке».

Результаты указывают на возможную предвзятость в трансдисциплинарной науке об устойчивости и управлении системой Земли и поддержку более реформистских интерпретаций процессов трансформации, при этом более радикальные версии исключаются на том основании, что они «слишком политизированы». Проблема деполитизации заключается в том, что она исключает комплексный анализ коренных социальных и экономических причин и радикальных решений (Бранд и др., 2021 г.). Результаты указывают на парадокс, связанный с преобразованиями устойчивости, в котором противоречивые, но взаимосвязанные элементы существуют одновременно и сохраняются с течением времени.

В конкретном рассмотренном примере SBT становятся важными инструментами управления системой Земли, поддерживаемыми большой международной сетью весьма влиятельных ученых, бизнесменов и деятелей НПО. Обнаружены два фрейма SBT, которые склоняются к реформистским или радикальным дискурсам, но они иногда переплетаются. Оба фрейма имеют общие основы и подчеркивают важные разногласия. Эти результаты показывают более тонкую картину, чем отнесение исследователей в реформистский или в радикальный лагерь. Особый интерес представляло наличие более радикального фрейма (фактор 2), который также был менее заметен в публичных материалах.

5. Вопросы научной экспертизы в управлении

Если в средние века эксперты во многом были носителями схоластик, принимаемых в рамках обучения, и экспертиза сводилась к сопоставлению с заученными по-

ложениями, в бурный многополярный интеллектуальный век пересмотру подвергаются традиционные научные основания, а оспорить версию эксперта, может каждый, обнаруживший новые влияния, тенденции и зависимости в растущем пространстве знаний в Интернет или при опросе генеративного искусственного интеллекта (ГИИ), обученном на глобальном знании. Современная экспертиза для непрерывно расширяющегося пространства супердисциплинарных знаний с конвергенцией сфер, которая ранее не реализовывалась, требует встраивания процесса экспертизы в исследования, а также автоматизации этого процесса, который по скорости не должен уступать проведению исследований и появлению нового глобального знания. Это важное требование сложно выполнить в условиях принципиального ускорения проведения исследований на порядок и более за счет автоматизации исследовательского процесса [9].

При этом надежность исходных данных, процессов и результатов экспертиз оказывается под сомнением из-за обилия фейковой информации, в том числе научной, включая научные публикации и фейковые исследования. «Честность академических публикаций все больше подрывается фейковыми научными публикациями, массово выпускаемыми коммерческими «редактирующими службами» (так называемыми «бумажными фабриками»). Они широко используют автоматизированные производственные технологии, поддерживаемые ИИ, и продают поддельные публикации студентам, ученым и врачам, которым приходится продвигаться по карьерной лестнице» [10]. Причем масштаб распространения фейковых публикаций колоссален и составляет, по оценкам авторов упомяну-

той статьи, более четверти всех публикаций.

Одно из важнейших направлений научной экспертизы в интересах управления — анализ достоверности информации, в частности, выявление фейковых исследований и информации. Современная экспертиза реализуется с использованием ИИ, например, на основе гибридного подхода глубокого обучения на основе CNN-RNN [11]. Бурный рост социальных сетей резко обострил старую проблему выявления недостоверной информации, распространения фейковых исследований и разных форм дезинформации.

Усложнение мира приводит к необходимости принятия решений на основе больших данных, повышающих объективность экспертных оценок. Обработка больших данных требует проведения исследований происходящих изменений и обмена знаниями между исследователями и политиками. Накопленные и появляющиеся знания должны использоваться для повышения качества жизни, что требует их перевода в действия. Обмен знаниями представляет собой интерактивный процесс с взаимной выгодой для ученых и лиц, принимающих решения. Выгоды и затраты от усилий по обмену знаниями часто трудно уловимы, их трудно измерить, они недооценены и недостаточно заложены в бюджет в рамках исследовательских проектов. Обмен знаниями может востребовать прямые (например, бюджет на обучение, труд, администрирование, мероприятия) и косвенные, денежные и неденежные затраты (например, эмоциональные усилия, укрепление доверия) и риски, которые могут возникнуть до, во время и после проектов.

Обмен знаниями может быть реализован в рамках четырех секторов: совместное производство знаний, посредничество в знаниях, погранич-

ная организация или социальные связи/сети. Совместное производство знаний можно определить как «итеративные и совместные процессы, включающие различные типы экспертизы, знаний и участников для создания контекстно-специфических знаний и путей к устойчивому будущему» [12]. Существуют различные способы совместного производства, от исследования решений до переосмысления властных механизмов, все с уникальными преимуществами и рисками. Совместное производство — это исследовательский процесс, обычно реализуемый на уровне отдельного проекта и включающий неакадемических участников на ранних этапах создания знаний (т. е. постановка и определение области применения проблемы, а также совместная разработка конкретных исследовательских вопросов) и на протяжении всего исследовательского процесса (например, сбор и интерпретация данных, а также совместный вклад во все результаты).

Посредничество в знаниях определяется как полный набор действий, необходимых для связи лиц, принимающих решения, с исследователями, способствуя их взаимодействию, улучшая понимание соответствующих целей и профессиональных культур друг друга, влияя на работу друг друга, создавая новые партнерства и способствуя принятию решений на основе фактических данных. Посредники в знаниях, как правило, являются лицами, внешними по отношению к проведению исследований (но не всегда), которые поддерживают его и, способствуя взаимодействию между исследователями и конечными пользователями для улучшения обмена знаниями, обеспечения использования научных знаний в процессах принятия решений и усиления воздействия результатов исследований [13].

Обсуждение

Вопрос принятия стратегических решений в условиях разных мнений далеко не праздный: Правительству не раз приходилось принимать решения в условиях жестких ограничений по времени и разных позиций экспертов, например, регулятора и крупнейших корпораций. Проблемы научной обоснованности и согласованности формирования целей сохраняются и в настоящее время [14, 15].

В современных условиях задачи науки могут быть конкретизированы как развитие цифровой трансформации общества, обеспечивающей сохранение имеющихся лидерских позиций, завоевание конкурентоспособных позиций в сфере управления, конвергенцией знаний и технологий, ИИ, развития человека и наиболее перспективных направлений создания экономики будущего (биоэкономика, освоение космопланетарной сферы и аквасферы и пр.).

Роль науки — сформировать адекватное представление о трансформациях и процессах, определить их значимость для глобального и национального развития, актуализировать пространство знаний и основания принимаемых управленческих решений. Причем, чтобы добиться конкурентоспособности, необходимо международное признание российского управления, т.е. национальные стратегии должны согласовываться с общечеловеческими, которые в настоящее время задаются семнадцатью целями устойчивого развития ООН.

Систематические исследования позволяют увязать разрозненные научные факты, полученные при разных условиях, встраивая их в разные группы исследований, вскрывающих их латентные связи. Наука становится сложной, многомерной и многоуровневой, однако формируются воз-

возможности увязки локальных теорий, имеющих несовпадающую аксиоматику и преодолевающую невозможность их конвергенции в рамках традиционных упрощенных подходов.

Дискуссии вокруг SBT представляют собой борьбу как по поводу смысла проблемы, так и по поводу формируемых решений. Конструкции, способы и формы представления проблем формируют пространство размышлений, влияют на восприятие в качестве исходного «факта» многосвязной информации, и могут формировать предвзятость — служить одним интересам, подавляя другие.

Интерпретационная гибкость пограничных объектов и их способность вписываться в доминирующие дискурсы обеспечивает широкое участие акторов и широкое внедрение SBT в существующей системе стратегического управления, что подразумевает наличие преобразующей силы. Однако, отфильтровывая более спорные дискурсы, пограничные объекты (в данном случае SBT) увековечивают гегемонистские дискурсы и потенциально подавляют альтернативные видения более глубоких или радикальных преобразований. Этот парадокс возникает из-за того, что формируются попытки как вписываться в доминирующие дискурсы, так и бросать им вызов — стремления к фундаментальному изменению системы, работая в ней, взаимодействия между идеализмом, связанным с представлением желаемого и радикально иного будущего, и прагматизмом попыток вписаться в текущую систему для увеличения поддержки.

Интерпретируя общий пограничный объект в своих собственных рамках, различные люди и организации могут сотрудничать, создавая объективное научное знание. Результаты исследований указывают на парадокс, связанный с преобразованиями, когда

действующие лица пытаются обратиться к влиятельной или основной аудитории с целью стимулирования изменений, но это подавляет дискурсы, бросающие вызов сложившейся ситуации [3]. По мере развития дискурсов вопросы к SBT детализируются, уточняются и разрешаются. Тем не менее, эти вопросы затрагивают фундаментальные проблемы, которые также актуальны для других областей науки об устойчивом развитии и управления с важными последствиями для конечных результатов. Они подчеркивают необходимость высокой степени рефлексивности среди тех, кто работает над SBT или в аналогичных транснациональных многоакторных инициативах в области управления, и ученых в области устойчивого развития, особенно тех, кто проводит исследования с участием представителей частного сектора.

Потенциальная ценность интерпретационных подходов, таких как Q, состоит в поощрении преднамеренной рефлексивности. Они могут помочь ученым и практикам идентифицировать, рассматривать и размышлять о дискурсивной динамике и напряженности, которые формируются их работой. Необходимо чаще вносить интерпретационные подходы в инициативы по управлению и научные проекты, направленные на осуществление общественных изменений. Это важно, поскольку способы, которыми будут управляться фреймы, особенно касающиеся напряженности между реформистским и радикальным дискурсом, в ближайшие годы, будут определять вклад управленческих инициатив в преобразования в области устойчивости и за ее пределами, определяя управленческие решения и, в конечном итоге, результаты их реализации.

Пограничные организации на стыке науки и политики

способствуют коммуникации и обмену знаниями различных заинтересованных сторон. При этом пограничные организации представляют собой скорее институциональный орган, который может эффективно представлять обе стороны границы, например, науку и принятие решений, сохраняя при этом авторитет (т. е. научную адекватность) посредством независимости.

Полуформализованные социальные сети могут обеспечивать связи между людьми, группами или организациями, выполняющими пограничную работу. Эти связи включают полуинституционализированные группы, сети, партнерства, форумы и сообщества практиков [16]. Их функции и деятельность включают «создание знаний и обмен ими с различными аудиториями, а также предоставление обучения своим членам по вопросам генерации, синтеза и распространения знаний» [17, р. 94]. Таким образом, они предоставляют платформу для совместного стратегического мышления, исследований и развития потенциала [18].

Эти четыре стратегии были определены как наиболее распространенные стратегии обмена знаниями на стыке экологических исследований и политики посредством систематического обзора 397 академических публикаций [16].

Заключение

В статье рассматриваются два из важнейших вопросов развития науки для управления: исследования для формирования научно обоснованных стратегических целей и вопросы научной экспертизы в управлении.

Вопрос взаимодействия науки и управления становится определяющим как для видения возможностей развития и их реализации, так и для обеспечения безопасности, пони-

маемой сегодня как создание благоприятного будущего и места в числе лидеров социо-технологического развития. Научная политика влияет на развитие науки посредством поддержки активов научной системы — исследовательской инфраструктуры, данных и сотрудничества между наукой и промышленностью. Наука расширяет пределы, качество и эффективность управления за счет выявления проблем и возможностей развития стран, определения программ необходимых исследований для проработки оснований разработки и оценки воздействий управленческих решений, а также предоставление научных консультаций во время кризисов. Между этими областями существует взаимодействие: научные активы формируют способность науки служить основой для разработки политики и стимулируют деятельность, влияющую на выбор научной политики и направлений науки.

В развитых странах, ориентированных на лидерство в научно-технологическом развитии, ученые получили право задавать вопросы, которые они не могли задать раньше, что является еще одной важной областью воздействия, хотя ее труднее измерить. Формирование взаимного доверия между управленческой средой и учеными является услови-

ем эффективного научно обоснованного развития страны и обеспечения ее глобальной конкурентоспособности, технологического, инновационного суверенитета и стратегической автономии.

Первоочередным шагом восстановления конкурентоспособности российской науки и российского управления является срочная подготовка специалистов высшей квалификации, обладающих предметными знаниями в области научной специализации и в смежных областях (т- и гребенчатый профиль знаний) на уровне лидеров НТИ, владеющих современными инструментами ИИ и обработки больших данных — не менее тысячи.

Назрела необходимость организации сети международных научных взаимодействий и обмена научными знаниями с дружественными странами, обеспечивающей беспрепятственный доступ к глобальному знанию в условиях санкций и ограничений со стороны коллективного Запада. Скорость принятия решений в современном стремительном мире также стала одной из ключевых характеристик систем стратегического управления. Для формирования стратегических целей развития национальных и наднациональных систем в условиях множества мнений необходимо использовать со-

временные интеллектуальные инструменты, подобные представленным в настоящей статье, позволяющим учесть мнения всех сторон и выделить систему научно обоснованных стратегических целей.

Необходима единая система сбора данных для всей страны, обрабатываемая заинтересованными агентами. Статистика должна иметь второй уровень в виде системы цифровых двойников агентов, результаты вычислений которых также должны быть доступны.

Необходимо разработать современный проект создания экосистемы исследований и оценки результатов научной деятельности, используя, в т.ч., опыт ЕС по разработке 163 политических инициатив и 183 политических инструментов по поддержке технологического суверенитета и организации сетей взаимодействия науки и органов управления [17]. Следует разработать систему мероприятий по поиску и раскрытию талантов, по вовлечению населения в процессы повышения квалификации, в проведение исследований и экспертизу, в разработку и внедрение инноваций. Нехватка специалистов высшей квалификации гораздо более значима, чем нехватка рабочих рук на производстве, которая может быть устранена за счет роботизации и интеллектуализации производства.

Литература

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Automated Research Workflows for Accelerated Discovery: Closing the Knowledge Discovery Loop. Washington, DC: The National Academies Press, 2022. DOI: 10.17226/26532.
2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Toward a New Era of Data Sharing: Summary of the US-UK Scientific Forum on Researcher Access to Data. Washington, DC: The National Academies Press, 2024. DOI: 10.17226/27520.
3. Sasha Quahe, Sarah E. Cornell, Simon West Framing science-based targets: Reformist and radical discourses in an Earth system governance

initiative // Earth System Governance. 2023. DOI: 10.1016/j.esg.2023.100196.

4. Зачесова И.А. Линии развития обсуждения и коммуникативная структура экологического интернет-дискурса // Инновационная наука. 2022. № 9–2. С. 44–48.

5. Гофман И. Анализ фреймов: эссе об организации повседневного опыта. М.: Институт социологии РАН, 2004. 752 с.

6. Fischer F. and Gottweis H. (ed.) The argumentative turn revisited: Public policy as communicative practice / Introduction — 2012. Duke University Press, Durham & London. 2012. 400 с.

7. Watts S., Stenner P. Doing Q methodology: theory, method and interpretation // Qualitative

Research in Psychology. 2005. № 2. С. 67–91. DOI: 10.1191/1478088705qp022oa.

8. Kay Irie Q methodology for post-social-turn research in SLA // Studies in Second Language Learning and Teaching. 2014. № 4(1). С. 13–32. DOI: 10.14746/ssl.2014.4.1.2.

9. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2022. Protecting U.S. Technological Advantage. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: 10.17226/26647.

10. Bernhard A. Sabel, Emely Knaack, Gerd Gigerenzer, Mirela Bilc. Fake Publications in Biomedical Science: Red-flagging Method Indicates Mass Production. DOI: 10.1101/2023.05.06.23289563.

11. Jamal Abdul Nasir, Osama Subhani Khan, Iraklis Varlamis Fake news detection: A hybrid CNN-RNN based deep learning approach // International Journal of Information Management. 2021. № 1. DOI: 10.1016/j.ijime.2020.100007.

12. Denis B. Karcher, Christopher Cvitanovic, Rebecca Sherlock, Alistair J. Hobday, Robert L. Stephenson, Mark Dickey-Collas, Ingrid E. van Putten More than money – The costs of knowledge exchange at the interface of science and policy // Ocean & Coastal Management. 2022. № 225 (15). DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106194

13. Lightowler C., Knight, C. Sustaining knowledge exchange and research impact in the social sciences and humanities: Investing in knowledge broker roles in UK universities // Evidence and Policy. 2013. № 9(3). DOI: 10.1332/174426413X662644.

14. Братченко С.А. Несогласованность целей в государственном управлении // Вестник

Института экономики Российской академии наук. 2023. № 6. С. 78–108. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_6_78_108.

15. Братченко С.А. Несогласованность целей при разработке государственных программ: обзор практики и анализ ситуаций // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 1. С. 28–46. DOI: 10.52180/2073-6487_2024_1_28_46.

16. Denis B. Karcher, Christopher Cvitanovic, Rebecca M. Colvin, Ingrid E. van Putten, Mark S. Reed Is this what success looks like? Mismatches between the aims, claims, and evidence used to demonstrate impact from knowledge exchange processes at the interface of environmental science and policy // Environmental Science & Policy. 2021. № 125. С. 202–218 DOI: 10.1016/j.envsci.2021.08.012.

17. Eszter Kelemen, György Pataki, Zoi Konstantinou, Liisa Varumo, Riikka Paloniemi, Tânia R. Pereira, Isabel Sousa-Pinto, Marie Vandewalle, Juliette Young Networks at the science-policy-interface: Challenges, opportunities and the viability of the ‘network-of-networks’ approach // Environmental Science & Policy. 2021. № 123. С. 91–98. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.05.008.

18. Susan A. Thompson, Robert L. Stephenson Robert, George A. Rose, Stacey D. Pau. Collaborative fisheries research: the Canadian Fisheries Research Network experience // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2019. DOI: 10.1139/cjfas-2018-0450.

References

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Automated Research Workflows for Accelerated Discovery: Closing the Knowledge Discovery Loop. Washington, DC: The National Academies Press; 2022. DOI: 10.17226/26532.

2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Toward a New Era of Data Sharing: Summary of the US-UK Scientific Forum on Researcher Access to Data. Washington, DC: The National Academies Press; 2024. DOI: 10.17226/27520.

3. Sasha Quahe, Sarah E. Cornell, Simon West Framing science-based targets: Reformist and radical discourses in an Earth system governance initiative. Earth System Governance. 2023. DOI: 10.1016/j.esg.2023.100196.

4. Zachesova I.A. Lines of discussion development and the communicative structure of environmental online discourse. Innovatsionnaya nauka = Innovative science. 2022; 9-2: 44-48. (In Russ.)

5. Gofman I. Analiz freymov: esse ob organizatsii povsednevnogo opyta = Frame analysis: an essay on the organization of everyday experience. Moscow:

Institute of Sociology, Russian Academy of Sciences; 2004. 752 p. (In Russ.)

6. Fischer F. and Gottweis H. (ed.) The argumentative turn revisited: Public policy as communicative practice / Introduction – 2012. Duke University Press, Durham & London. 2012. 400 p.

7. Watts S., Stenner P. Doing Q methodology: theory, method and interpretation. Qualitative Research in Psychology. 2005; 2: 67-91. DOI: 10.1191/1478088705qp022oa.

8. Kay Irie Q methodology for post-social-turn research in SLA. Studies in Second Language Learning and Teaching. 2014; 4(1): 13-32. DOI: 10.14746/ssl.2014.4.1.2.

9. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2022. Protecting U.S. Technological Advantage. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: 10.17226/26647.

10. Bernhard A. Sabel, Emely Knaack, Gerd Gigerenzer, Mirela Bilc. Fake Publications in Biomedical Science: Red-flagging Method Indicates Mass Production. DOI: 10.1101/2023.05.06.23289563.

11. Jamal Abdul Nasir, Osama Subhani Khan, Iraklis Varlamis Fake news detection: A hybrid

CNN-RNN based deep learning approach. International Journal of Information Management. 2021; 1. DOI: 10.1016/j.ijime.2020.100007.

12. Denis B. Karcher, Christopher Cvitanovic, Rebecca Shellock, Alistair J. Hobday, Robert L. Stephenson, Mark Dickey-Collas, Ingrid E. van Putten More than money - The costs of knowledge exchange at the interface of science and policy. Ocean & Coastal Management. 2022; 225 (15). DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106194

13. Lightowler C., Knight, C. Sustaining knowledge exchange and research impact in the social sciences and humanities: Investing in knowledge broker roles in UK universities. Evidence and Policy. 2013; 9(3). DOI: 10.1332/174426413X662644.

14. Bratchenko S.A. Inconsistency of goals in public administration. Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk = Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2023; 6: 78-108. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_6_78_108. (In Russ.)

15. Bratchenko S.A. Inconsistency of goals in the development of government programs: a review of practice and analysis of situations. Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk = Bulletin of

the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024; 1: 28-46. DOI: 10.52180/2073-6487_2024_1_28_46. (In Russ.)

16. Denis B. Karcher, Christopher Cvitanovic, Rebecca M. Colvin, Ingrid E. van Putten, Mark S. Reed Is this what success looks like? Mismatches between the aims, claims, and evidence used to demonstrate impact from knowledge exchange processes at the interface of environmental science and policy. Environmental Science & Policy. 2021; 125: 202-218 DOI: 10.1016/j.envsci.2021.08.012.

17. Eszter Kelemen, György Pataki, Zoi Konstantinou, Liisa Varumo, Riikka Paloniemi, Tânia R. Pereira, Isabel Sousa-Pinto, Marie Vandewalle, Juliette Young Networks at the science-policy-interface: Challenges, opportunities and the viability of the 'network-of-networks' approach. Environmental Science & Policy. 2021; 123: 91-98. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.05.008.

18. Susan A. Thompson, Robert L. Stephenson Robert, George A. Rose, Stacey D. Pau. Collaborative fisheries research: the Canadian Fisheries Research Network experience. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2019. DOI: 10.1139/cjfas-2018-0450.

Сведения об авторах

Владимир Вальтерович Ворожихин

К.э.н., ведущий научный сотрудник
НИИ развития образования
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: Vorozhikhin@mail.ru

Владимир Петрович Заварухин

К.э.н., директор института проблем развития
науки РАН (ИПРАН РАН),
Москва, Россия
Эл. почта: V.Zavarukhin@issras.ru

Information about the authors

Vladimir V. Vorozhikhin

Cand. Sci. (Economics), Leading research scientist
of the Scientific research institute «Education
Development»
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Vorozhikhin@mail.ru

Vladimir P. Zavarukhin

Cand. Sci. (Economics), Director of the Institute for
the Study of Science Russian Academy of Sciences,
(ISS RAS), Moscow, Russia
E-mail: V.Zavarukhin@issras.ru