

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

SCIENTIFIC JOURNAL

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

2024. Том 51, № 2



ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

2024. Том 51, № 2

До 2020 г. журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика».

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации; 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами; 2.3.4. Управление в организационных системах; 2.3.8. Информатика и информационные процессы; 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика; 5.2.4. Финансы; 5.2.6. Менеджмент). Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

Издатель: НИУ «БелГУ» Издательский дом «БелГУ».

Адрес редакции, издателя: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Е.Г. Жиликов, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Заместитель главного редактора

Е.А. Стряжкова, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладной экономики и экономической безопасности института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственные секретари

Ю.В. Лыщикова, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Е.В. Болгова, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Члены редколлегии:

А.В. Богомолов, доктор технических наук, профессор (Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Минобороны России, Москва, Россия)

О.В. Ваганова, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой инновационной экономики и финансов института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

М.В. Владыка, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, заместитель директора по научной работе института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

В.П. Волчков, доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия)

В.П. Воронин, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры торгового дела и товароведения (Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия)

В.С. Голиков, доктор технических наук, профессор (Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Мексика)

О.А. Иващук, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных и робототехнических систем (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

А.В. Коськин, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и цифровых технологий (Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия)

Н.А. Кулагина, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственного управления, экономической и информационной безопасности, директор инженерно-экономического института (Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия)

А.С. Молчан, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бизнес-аналитики (Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия)

Т.В. Никитина, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры банков, финансовых рынков и страхования, директор Международного Центра исследований финансовых рынков (Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Россия)

А.А. Сирота, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации (Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия)

В.Б. Сулимов, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр, Москва, Россия)

В.М. Тумин, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента (Московский политехнический университет, Москва, Россия)

Т.Л. Тен, доктор технических наук, профессор, проректор по цифровым технологиям и инновациям (Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан)

А.А. Черноморец, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

ISSN 2687-0932

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77834 от 31.01.2020.

Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Ю.В. Мишенина. Корректур, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Мишенина. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Уч.-изд. л. 25,0. Дата выхода 30.06.2024. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

- 265 **Горочная В.В., Михайлова А.А.**
Континентально-океаническая дихотомия в развитии туристического бренда западных регионов России в период геоэкономической турбулентности
- 283 **Куприянов С.В., Климов А.В., Герасимова Н.А.**
Отдельные аспекты реализации поведенческого механизма управления развитием муниципальных образований
- 296 **Михайличенко М.Ю.**
Методика оценки сбалансированного пространственного развития региона
- 309 **Мухаметова А.Д.**
Сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона
- 320 **Стрябкова Е.А., Скребова А.В.**
Оценка пространственной интеграции макрорегионов Российской Федерации

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

- 330 **Митенков А.В.**
Концепция и инструменты фасилитации для управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления
- 344 **Петрова Е.А., Калинина В.В.**
Информационно-аналитическая система мониторинга развития цифровых технологий и оценки их влияния на динамику структурных сдвигов экономики России
- 355 **Малыхина И.О., Широкий И.В.**
Современные тенденции и перспективные направления осуществления инновационной деятельности в Белгородской области

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

- 368 **Волоцков А.А.**
Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» как инструмент развития территорий: первые итоги

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

- 379 **Карловская Е.А., Ваганова О.В., Мельникова Н.С., Быканова Н.И.**
Прогнозное моделирование развития рынка кредитования и краудфандинга в условиях увеличения ключевой ставки Банка России
- 393 **Мусацкая Я.С.**
Внутренний аудит в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 402 **Жиляков Е.Г., Гайворонская Д.И., Прохоренко Е.И., Балабанова Т.Н.**
О краткосрочном прогнозировании временных рядов на основе субполосных представлений

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

- 413 **Салтанаева Е.А., Васильева С.В., Эшлиоглу Р.И.**
Оптимизация информационных процессов в области маркетинговых исследований с применением технологий искусственного интеллекта
- 425 **Гуляева К.А., Артемьева И.Л.**
Инструментальные средства поддержки процессов создания систем понятий и баз знаний для предметных областей со сложно-структурированными объектами (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений)
- 444 **Гуль С.В.**
Алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации
- 453 **Полещенко Д.А., Коврижных О.А.**
Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений на основе прецедентов для оперативного планирования сталеплавильного цеха

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 466 **Кудинов В.А., Бородин М.Е.**
Об обнаружении ошибочного употребления термина в русскоязычном тексте на основе онтологии предметной области
- 479 **Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И.**
Типичные ошибки в больших данных по надежности накопителей информации в data-центрах
- 489 **Сумин В.И., Лукин М.А.**
Оптимизация передачи сообщений в сетевых информационных системах

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

2024. Volume 51, No. 2

Until 2020, the journal was published with the name "Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies".

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be (1.2.2. Mathematical Modeling Numerical Methods and Program Complexes; 2.3.1. The System Analysis, Management and Information Processing; 2.3.3. Automation and Control of Operating Processes and Manufacturing; 2.3.4. Control in Operational Systems; 2.3.8. Informatics and Information Processes; 5.2.3. Regional and sectoral economy; 5.2.4. Finance; 5.2.6. Management). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (RSCI).

Founder: Federal state autonomous educational establishment of higher education «Belgorod National Research University».

Publisher: Belgorod National Research University «BelSU» Publishing House.

Address of editorial office, publisher: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Chief Editor

E.G. Zhilyakov, Doctor of technical sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

Deputy editor-in-chief

E.A. Stryabkova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Applied Economics and Economic Security, Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

Editorial assistants:

Y.V. Lyshchikova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

E.V. Bolgova, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technology, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

Members of Editorial Board:

A.V. Bogomolov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Central Research Institute of the Air Force of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia)

O.V. Vaganova, doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Innovative Economy and Finance of the Institute of Economics (BSU, Belgorod, Russia)

M.V. Vladyka, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Deputy Director for Research of the Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

V.P. Volchkov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia)

V.P. Voronin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Trade and Commodity Science (Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, Russia)

V.S. Golikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Mexico)

O.A. Ivashchuk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information and Robotic Systems (BSU, Belgorod, Russia)

A.V. Koskin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies (Oryol State University named after I.S. Turgenyev, Orel, Russia)

N.A. Kulagina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of public administration, economic and information security, Director of the Engineering and Economic Institute (Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia)

A.S. Molchan, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Business Analytics (Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia)

T.V. Nikitina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of banks and financial markets and insurance, Director of the International Center for Financial Market Research (Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia)

A.A. Sirota, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Processing and Protection of Information (Voronezh State University, Voronezh, Russia)

V.B. Sulimov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, (Lomonosov Moscow State University, Research Computer Center, Moscow, Russia)

V.M. Tumin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of management (Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia)

T.L. Ten, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Digital Technologies and Innovations (Karaganda Economic University of Kazpotreboysuz, Karaganda, Kazakhstan)

A.A. Chernomorets, Doctor of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Applied Informatics and Information Technology, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

ISSN 2687-0932

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77834 dd 31.01.2020.

Publication frequency: 4 /year

Commissioning Editor Y.V. Mishenina. Pag Proofreading, computer imposition, page layout by Y.V. Mishenina. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Publisher's signature 25,0. Date of publishing 30.06.2024. The layout was prepared by the Department of the joint editorial Board of scientific journals of NRU "BelSU". Address: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

CONTENTS

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

- 265 **Gorochnaya V.V., Mikhaylova A.A.**
Continental-oceanic Dichotomy in the Development of Touristic Brand of the Western Regions of Russia during the Period of Economic Turbulence
- 283 **Kupriyanov S.V., Klimov A.V., Gerasimova N.A.**
Selected Aspects of the Implementation of the Behavioral Mechanism for Managing the Development of Municipalities
- 296 **Mikhailichenko M.Yu.**
Methodology for Assessing Balanced Spatial Development of the Region
- 309 **Mukhametova A.D.**
Scenarios for Regional Economic Development Based on the Use of Human Capital in the Region
- 320 **Stryabkova E.A., Skrebova A.V.**
Assessment of Spatial Integration of the Macroregions of the Russian Federation

INVESTMENT AND INNOVATIONS

- 330 **Mitenkov A.V.**
The Concept and Tools of Facilitation for Managing Conflicting Contradictions of Stakeholders During the Transformation of Management Systems
- 344 **Petrova E.A., Kalinina V.V.**
Information and Analytical System for Monitoring the Development of Digital Technologies and Assessing Their Impact on the Dynamics of Structural Shifts in the Russian Economy
- 355 **Malykhina I.O., Shirokiy I.V.**
Current Trends and Promising Directions for Implementing Innovative Activities in the Belgorod Region

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

- 368 **Volotskov A.A.**
National Project "Tourism and Hospitality Industry" as a Tool for Territorial Development: First Results

FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

- 379 **Karlovskaia E.A., Vaganova O.V., Melnikova N.S., Bykanova N.I.**
Forecast Modeling of the Development of the Credit and Crowdfunding Market in the Conditions of Increasing the Key Rate of the Bank of Russia
- 393 **Musatskaya Ya.S.**
Internal Audit in the Cybersecurity System of a Commercial Bank

COMPUTER SIMULATION HISTORY

- 402 **Zhilyakov E.G., Gaivoronskay D.I., Prokhorenko E.I., Balabanova T.N.**
On Short-Term Forecasting of Time Series Based on Subband Representations

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

- 413 **Saltanaeva E.A., Vasilyeva S.V., Eshelioglu R.I.**
Optimization of Information Processes in the Field of Marketing Research Using Artificial Intelligence Technologies
- 425 **Gulyaeva K.A., Artemieva I.L.**
Toolkits for Concept System and Knowledge Base Creation Processes for Complex-Structured Object Domains (Based on the Chemical Compound Reaction Capacity Identification Problem)
- 444 **Gul S.V.**
Algorithm for Constructing System-Object Three-Dimensional Classification
- 453 **Poleshchenko D.A., Kovrizhnykh O.A.**
Development of an Intelligent Precedent-Based Decision Support System for Operational Planning of Steelmaking Plant Operations

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

- 466 **Kudinov V.A., Borodina M.E.**
About Detecting Incorrect Use of Terminology in Russian Texts Based on Domain Ontology
- 479 **Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I.**
Typical Errors in Big Data on Storage Devices Reliability in Data Centers
- 489 **Sumin V.I., Lukin M.A.**
Optimization of Message Transmission in Network Information Systems

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 504.53.052

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-265-282

Континентально-океаническая дихотомия в развитии туристического бренда западных регионов России в период геоэкономической турбулентности

¹ Горочная В.В., ² Михайлова А.А.

¹ Южный федеральный университет

Россия, 344006, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105

² Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Россия, 236041, Калининградская область, г. Калининград, ул. Александра Невского, д. 14

E-mail: vgorochnaya@sfedu.ru, tikhonova.1989@mail.ru

Аннотация. В последние годы западные субъекты России, выступающие контактно-барьерной зоной внешнего взаимодействия, испытывают сложности в наращивании туристической привлекательности территории, что обусловлено негативным влиянием геоэкономических и геополитических факторов. Объектом исследования выступили пространственные тенденции в развитии туристической отрасли, являющиеся следствием сочетания разнонаправленных общемировых, национальных и локальных трендов и тенденций. Цель статьи – оценить произошедшее смещение современных туристических потоков в регионах Западного побережья РФ в контексте континентально-океанической дихотомии. В анализе использован комплекс статистических методов для оценки структурных сдвигов в современном развитии туристической отрасли. Показан разворот туристических потоков в континентальное пространство при сохранении ведущей роли приморских регионов как ареала притяжения туристов. Количественное исследование дополнено качественной оценкой условий формирования и развития туристических кластеров в 4 регионах выборки: Ростовской, Калининградской, Воронежской и Белгородской областях. Для Ростовской области выявлен недоиспользованный потенциал по формированию приморского туристического бренда в сравнении с Калининградской областью. Обоснованы активные процессы туристического кластерообразования и брендинга территорий в неприморских регионах. Для всех регионов исследования определена тенденция к постпандемийному восстановлению туристической активности, а также дана оценка новых рисков и угроз, связанных с близостью зоны боевых действий.

Ключевые слова: приграничный регион, приморский регион, приморский туризм, туристический кластер, пандемия, туристический поток

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 22-28-00022.

Для цитирования: Горочная В.В., Михайлова А.А. 2024. Континентально-океаническая дихотомия в развитии туристического бренда западных регионов России в период геоэкономической турбулентности. Экономика. Информатика, 51(2): 265–282. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-265-282



Continental-oceanic Dichotomy in the Development of Touristic Brand of the Western Regions of Russia during the Period of Economic Turbulence

¹ Vasilisa V. Gorochnaya, ² Anna A. Mikhaylova

¹ South Federal University

105 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, Rostov region, 344006, Russia

² Immanuel Kant Baltic Federal University

14 A. Nevskogo St., Kaliningrad, Kaliningrad region, 236041, Russia

E-mail: vgorochnaya@sfedu.ru, tikhonova.1989@mail.ru

Abstract. In recent years, the western regions of Russia, acting as a contact-barrier zone of external interaction, have experienced difficulties in increasing the tourist attractiveness of the territory, which is due to the negative influence of geo-economic and geopolitical factors. The object of the study is the spatial trends in the development of the tourism industry, which are the result of a combination of multidirectional global, national and local trends and tendencies. The aim of the study is to assess the shift in modern tourist flows in the regions of the Western border of the Russian Federation in the context of the continental-oceanic dichotomy. The analysis uses a set of statistical methods to assess structural changes in the modern development of the tourism industry. The reversal of tourist flows to the continental space is shown, while still maintaining the leading role of coastal regions as an area of attraction for tourists. The quantitative study was supplemented by a qualitative assessment of the conditions for the formation and development of tourism clusters in 4 sample regions: Rostov, Kaliningrad, Voronezh, and Belgorod regions. For the Rostov region, an underutilized potential for the formation of a coastal tourism brand has been identified in comparison with the Kaliningrad region. The active processes of tourism cluster formation and branding of territories in non-coastal regions are substantiated. For all regions of the study, a trend toward a post-pandemic recovery in tourism activity was determined, and an assessment of new risks and threats associated with the proximity of the combat zone was given.

Keywords: border region, coastal region, coastal tourism, tourism cluster, pandemic, tourist flow

Acknowledgements: the study is funded by the Russian Science Foundation grant No. 22-28-00022

For citation: Gorochnaya V.V., Mikhaylova A.A. 2024. Continental-oceanic Dichotomy in the Development of Touristic Brand of the Western Regions of Russia during the Period of Economic Turbulence. Economics. Information technologies, 51(2): 265–282. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-265-282

Введение

Основу пространственного развития России составляют сменяющие друг друга циклы приоритетного разворота от внутриконтинентального к морскому вектору и обратно. Обусловленные внешними и внутренними факторами, они способствуют смещению доминант в системе межрегионального распределения труда и трансформации роли региональных экономических и селитебных центров [Безруков, 2008]. Как следствие – диспропорция в территориально-отраслевых отношениях и стремление к достижению баланса или паритета. Последнее десятилетие характеризуется ускорением данных процессов в результате турбулентности в системе внешнеполитических отношений «Россия – Запад», а также последствий мировых кризисов экономической системы. На смену интересов в развитии национального пространства РФ оказали влияние внешние факторы – пандемия и санкционные барьеры, ограничившие прежнюю мобильность ресурсов, в т.ч. технологий и высококвалифицированных специалистов [Смородинская, Катук, 2022]. Это привело к замедлению процессов трансграничного делового, научно-технологического, образовательного, культурного взаимодействия, а также вынужденной адаптации российских регионов к новым условиям.

В наиболее сложной позиции оказались рубежные регионы России, непосредственно располагающиеся на линии взаимодействия с западноевропейским пространством, а также прилегающие к зоне вооружённого конфликта [Проблемы экономической безопасности регионов Западного порубежья России, 2019; Экономическая безопасность регионов Западного порубежья России, 2021]. Для них характерна реструктуризация внешнеторговых связей (в связи с разрывом прежних трансграничных политических и социально-экономических контактов) и фрагментация транспортно-коммуникационного потенциала вследствие усиления барьерной функции государственной границы [Огорокова, 2022; Дружинин, 2023; Зверев, 2023].

Данное исследование сфокусировано на проблеме оценки и сохранения туристического потенциала данных регионов, поскольку туристическая отрасль оказалась уязвима к внешнему воздействию. Усиление военной напряженности и барьерных свойств на отдельных участках государственной границы и распад прежних социокультурных трансграничных связей снизили общую туристическую привлекательность данных территорий как в отношении международного, так и внутреннего туризма.

В то же время санкционные ограничения, прямые запреты на перемещение, усложнение и удорожание маршрутов с участием стран-посредников и сопутствующие негативные факторы привели к усилению роли внутреннего туризма в целом [Сафронова и др., 2023], что проецируется и на приграничные субъекты. Отдельные регионы западного приграничья России, ранее служившие зоной прямого контактного взаимодействия со странами ЕС, сейчас для многих российских туристов становятся доступной альтернативой их посещению. Например, Калининградская область, которая обладает высоким культурно-историческим и рекреационным потенциалом и воспринимается в туристическом контексте как «островок» знакомства с европейской архитектурой и культурой в пространстве России. Таким образом, геополитическая турбулентность запустила в туристической отрасли трансформационные процессы, которые в настоящее время носят непоследовательный и разнонаправленный характер, а их формирование происходит под влиянием разномасштабных институциональных факторов.

Особый интерес представляет приморско-континентальная дихотомия в новом распределении туристической активности в Западном порубежье России. С одной стороны, приморские регионы обладают естественными конкурентными преимуществами и формируют повышенную резистентность к геоэкономической турбулентности [Горочная, 2019]. А с другой, в условиях внешних ограничений и геополитической напряженности происходит неравномерное повышение барьерности морских и сухопутных границ, усиливается военная напряжённость в акваториях Чёрного и Балтийского морей. В результате растёт туристическая привлекательность внутриконтинентальных регионов. Одновременно следует учитывать и дивергенцию в уровне и темпах экономического и инновационного развития между самими приморскими регионами в измерении «Север-Юг» [Mikhaylov et al., 2020]. В этой связи целью данного исследования стало оценить произошедшее смещение современных туристических потоков в регионах Западного порубежья РФ в контексте континентально-океанической дихотомии.

Материалы и методы исследования

География исследования включает Западное порубежье России как ареал туристической активности с точки зрения смещения вектора по оси континентально-океанической дихотомии. Ключевые показатели развития туристической отрасли оценивались по двум группам регионов:

(1) неприморские (внутренние): Воронежская, Белгородская, Курская, Брянская, Смоленская, Псковская области;

(2) приморские: Краснодарский край, Ростовская область, Республика Крым, г. Севастополь, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, Архангельская область, Республика Карелия.

Санкт-Петербург исключен из выборки исследования во избежание выбросов и искажений агрегированных данных. Поскольку его высокая туристическая привлекательность преимущественно не связана с приморским положением, а в большей степени определяется историко-культурными факторами.

Исследование выполнено с использованием методов сравнительно-статистического анализа, в том числе рассчитаны средние величины, показатели вариации и рассеяния, выполнен анализ динамических рядов. Проведён статистический анализ внутренней неоднородности каждой группы регионов, а также сравнительная оценка между группами.

Основной источник эмпирических данных – база Росстата [Росстат, 2023]. Глубина архива для большинства показателей – начиная с 2013–2014 гг. по настоящее время, что позволило отследить процессы геоэкономической турбулентности, начавшиеся в 2014 году после вхождения в состав РФ регионов Крымского полуострова и введения первых санкционных ограничений. Для количественной динамики организационной среды турфирм глубина архива данных расширена до 2004 года, так как данный показатель во многом отражает внутрирегиональные тенденции деловой среды, имеющие более долгосрочный характер. По отдельным показателям рассматриваются доступные данные в пределах пятилетнего периода, чтобы охарактеризовать наиболее актуальные тенденции.

Количественный анализ был дополнен качественным на основе метода кейс-стади в разрезе выделенных групп регионов. В качестве примеров приморских регионов выбраны Ростовская и Калининградская области, что позволило произвести сравнительную оценку процессов развития туризма в акваториях Чёрного и Балтийского морей. Среди неприморских регионов проанализированы данные по Белгородской и Воронежской областям как наиболее проблемным с точки зрения развития туризма из-за близости к зоне боевых действий.

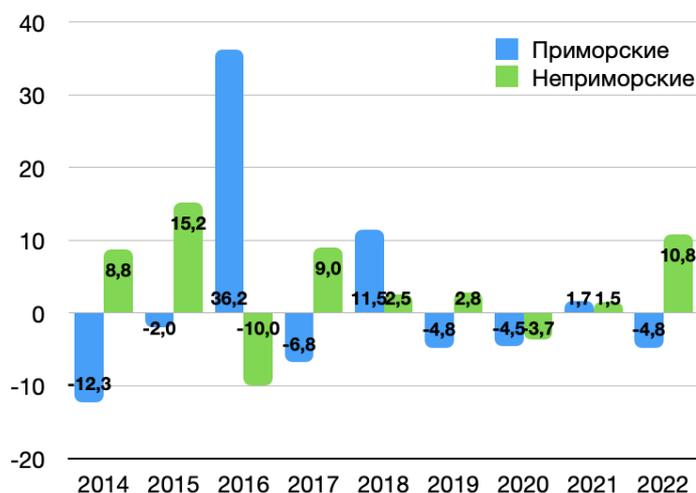
Выбор регионов для кейс-стади также обусловлен процессами формирования в них туристических кластеров. Для анализа кейсов использованы данные официальных интернет-ресурсов региональных администраций и ведомственных структур, туристических кластеров и фирм. Также данное исследование опирается на уже имеющийся у авторов опыт изучения процессов кластеризации туристической сферы в Западном порубежье России, в том числе используются данные количественных замеров, выполненных в 2019–2020 гг. [Gorochnaya et al., 2020] в сопоставлении с данными за последние годы, собранными по той же методике.

Результаты исследования

Регионы выборки существенно различаются по количественным параметрам развития туризма. Для приморских субъектов РФ характерна более насыщенная организационная среда туристической отрасли. Это является отражением роста спроса на морские и прибрежные виды отдыха и рекреации. Если до 2016 года наблюдалась конвергенция между приморским и неприморским типами регионов по относительному количеству турфирм, то с 2016 года вектор развития сместился в приморскую зону, в т. ч. за счёт более активного вовлечения в туристический оборот курортов Крымского полуострова (рис. 1А, Б). Пик пришелся на 2018 год, что отчасти объясняется проведением в этом году чемпионата мира по футболу. Матчи проходили в городах ряда субъектов выборки: Калининград (Калининградская область), Ростов-на-Дону (Ростовская область), Сочи (Краснодарский край). В период пандемии (2020–2022 гг.) туристическая отрасль перешла в режим стагнации, особенно в приморских регионах, где отмечено более сильное сжатие рынка туристических услуг (рис. 1А, Б). В целом внутренние регионы на протяжении рассматриваемого периода демонстрировали более быстрое восстановление после кризисных явлений, нежели приморские: в 2014 г. (начало санкционного давления стран Запада на Россию) и 2020–2021 гг. (коронакризис) (рис. 1Б).



А) в среднем на 1 регион, ед.
 per 1 region, units



Б) средние темпы прироста по группе, %
 average growth rates (by region groups), %

Рис. 1. Динамика количества турфирм в приморских и неприморских регионах Западного порубежья России
 Fig. 1. Dynamics of the number of travel agencies in the coastal and non-coastal regions of the Western borderland of Russia

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

Расчёт статистических характеристик распределения количества турфирм по группам регионов (стандартного отклонения и коэффициента вариации) демонстрирует, что обе выборки неоднородны – рис. 2 А, Б. Приморские регионы характеризуются большими различиями между собой, нежели внутренние. При этом до 2019 г. неприморские регионы Западного порубежья РФ были более однородны, но к 2022 г. межрегиональные различия между ними усилились.

Наряду с динамикой организационной среды имеет значение величина добавленной стоимости как один из основных показателей производительности в отрасли. Для неприморских регионов выборки она демонстрирует не только восстановление показателей после 2020 года (когда карантинные запреты и эпидемиологические риски неизбежно наложили ограничения на туристическую деятельность), но и последующий рост (рис. 3А). Наиболее ошутимое оживление туризма в 2021 году отмечено в Брянской и Белгородской областях.

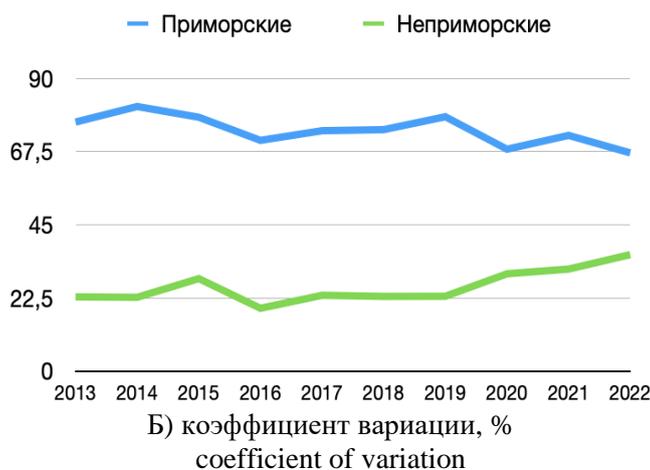
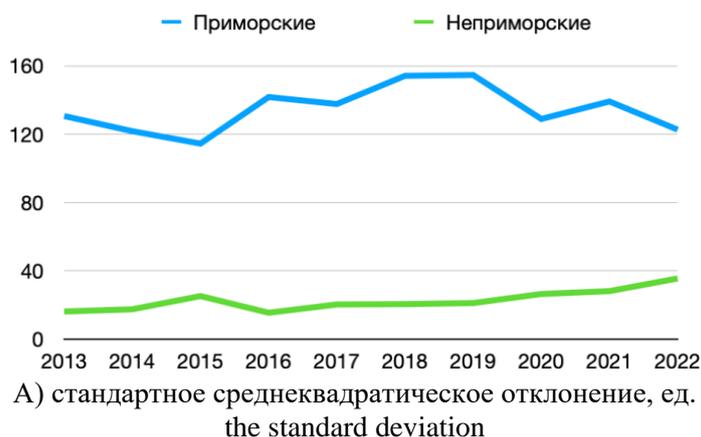


Рис. 2. Статистические характеристики распределения количества турфирм по группам приморских и неприморских регионов

Fig. 2. Statistical characteristics of the distribution of the number of travel agencies by groups of coastal and non-coastal regions

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

В приморских регионах Западного побережья России, где объём валовой добавленной стоимости в целом на порядок выше, чем в неприморских (за исключением северных субъектов) наблюдалась аналогичная ситуация. Лидер по развитию туристической отрасли – Краснодарский край (не представлен на графике 3 из-за существенно более высоких значений показателя). В 2020 г. регион характеризовался снижением туристической активности в сравнении с 2019 г.: на 13,6 % до 158,6 млрд руб. Но уже в 2021 г. произошло оживление туристического рынка, и валовая добавленная стоимость увеличилась до 210,3 млрд руб. Краснодарский край входит в число активно развивающихся приморских регионов, в том числе за счет инвестиционного импульса, заданного ещё в 2014 году.

Среди других приморских регионов Западного побережья России лидерами по росту стали Республика Крым, Ленинградская и Калининградская области. Отдельные северные регионы также имели потенциал к развитию приморского туризма. Например, положительный опыт накоплен в Мурманской области, где всё более активно используется привлекательность особого ландшафта и явлений северной природы (пример, полярное сияние) в формировании туристического продукта, а также развивается геобренд Териберка, обретающий общероссийскую известность. В то же время Ростовская и Архангельская области, Республика Карелия практически не демонстрировали рост валовой добавленной стоимости в туризме в 2019–2021 гг. (рис. 3Б).

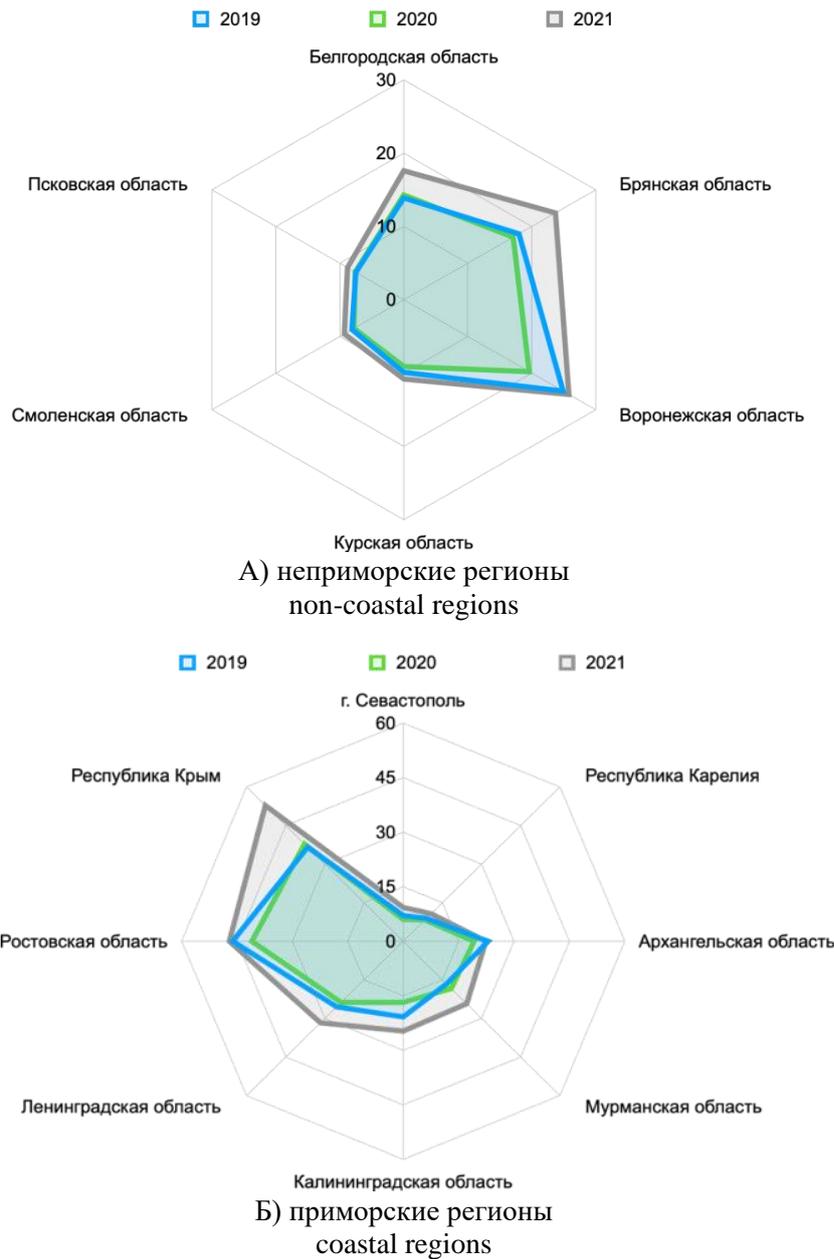


Рис. 3. Валовая добавленная стоимость в туристической индустрии, млрд руб.
 Fig. 3. Gross value added of the tourism industry, billion rubles

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

Оценка абсолютных показателей валовой добавленной стоимости в туризме была дополнена анализом относительных значений в пропорции к региональной экономике. За период после 2019 года доля туризма в ВРП возросла лишь в регионах Крымского полуострова. В других приморских регионах выборки (в том числе в Краснодарском крае) туризм снизил свой вклад в формирование ВРП, несмотря на рост в абсолютном выражении после 2020 года (рис. 4Б). В неприморских регионах динамика структурной доли туризма в ВРП не столь ярко выражена. Однако здесь также присутствует внутренняя неоднородность: в постпандемийный период выросло значение туризма в структуре ВРП Брянской и Псковской областей, существенно сократилась – в Воронежской области. В остальных регионах доля туризма снизилась умеренно, как и в целом по России (рис. 4А).

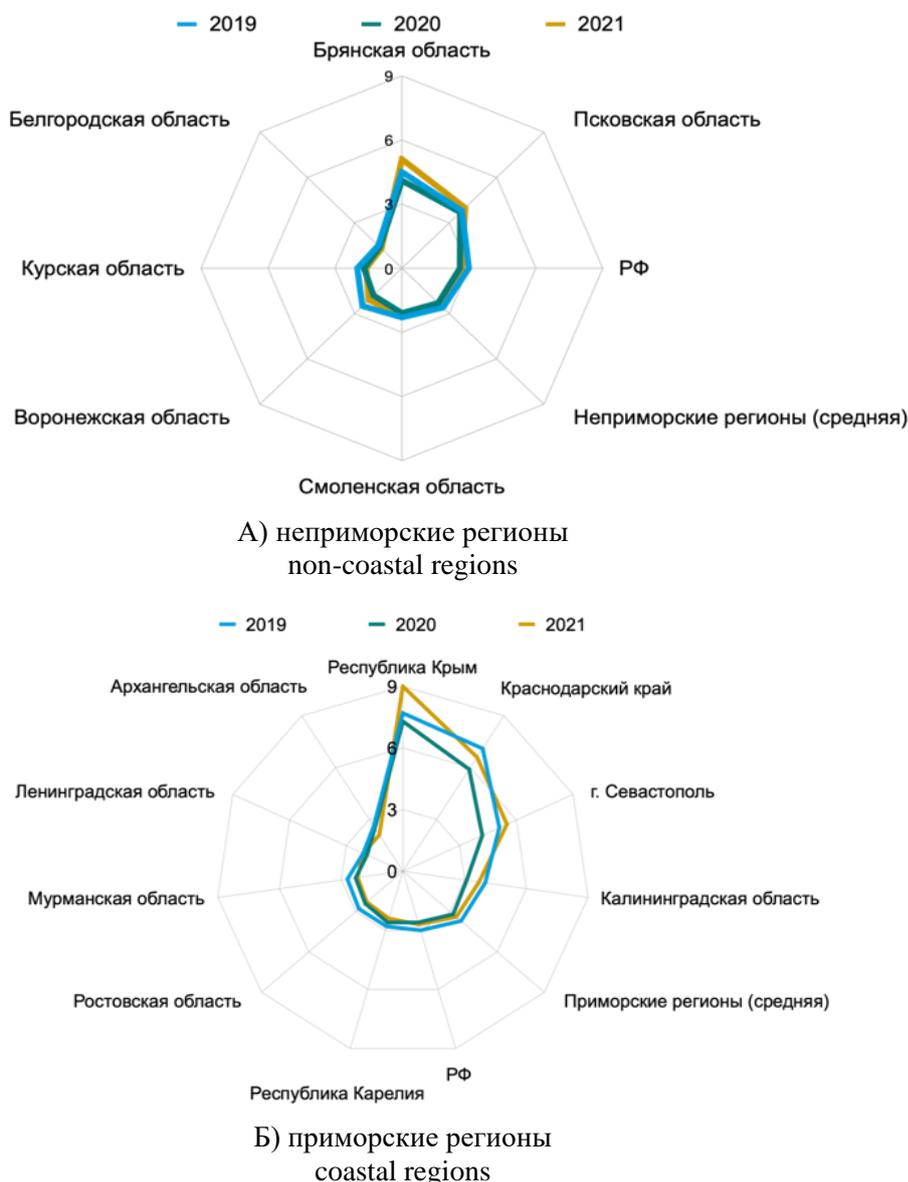


Рис. 4. Валовая добавленная стоимость туристической отрасли в структуре ВРП, %
 Fig.4. Gross value added of the tourism industry in the structure of GRP, %

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

Динамика туристической индустрии в 2019–2021 гг. как в приморских, так и неприморских регионах Западного побережья России в целом отражает общероссийскую тенденцию. В структуре обеих групп регионов выделяются как национальные лидеры по развитию туризма, так и субъекты, в которых не столь масштабная туристическая деятельность является доминантной на фоне других отраслей. Относительные показатели вклада туризма в экономику приморских регионов устойчиво выше общероссийских, а неприморских регионов – ниже общероссийских.

Далее более подробно рассмотрены кейсы развития туристической активности в приморских регионах – Калининградской и Ростовской областях, а также в неприморских – Белгородской и Воронежской областях.

Ростовская область, будучи аграрно-промышленным регионом, не направляет существенных инвестиций на развитие туризма как непрофильной отрасли, несмотря на наличие потенциала в данной сфере. Это связано с тем, что область соседствует с сильным конкурентом в сфере туризма – Краснодарским краем, а потому специализируется преимущественно на транзитной логистической функции. Регион имеет достаточный

потенциал в сфере нематериального культурного наследия, а также располагает ареалами для приморского и других типов отдыха населения, однако прибрежные зоны слабо развиты в инфраструктурном отношении. Вкладом в развитие туризма в Ростовской области были инвестиции в рамках подготовки к Чемпионату мира в 2018 году, направленные на строительство новых и реконструкцию имеющихся гостиничных и культурных объектов, улучшение городского пространства и инфраструктуры. Наличие возможностей по привлечению дополнительного турпотока, а также естественных барьеров развития профильных отраслей (обусловленных экологическими рисками) постепенно приводит к переосмыслению специализации региона, в том числе в направлении туризма.

Калининградская область – приморский регион Балтийского бассейна, не имея прямых конкурентов в числе российских субъектов по туристическому предложению, стал в последние годы центром привлечения внутреннего туристического потока. Эксклавный регион обладает как приморским курортно-рекреационным потенциалом, так и культурно-историческим, экологическим, сельским, сосредоточенным вне прибрежной зоны. Туристическая активность в регионе имеет выраженное тяготение к морскому побережью и его курортным и портово-промышленным центрам [Mikhaylova et al., 2023]. Несмотря на то, что карантинные и санкционные ограничения существенно снизили трансграничный турпоток, более активное развитие получил внутренний туризм, в том числе внутриобластной [Коноплева и др., 2023]. Количество поездок в Калининградскую область за первое полугодие 2023 года выросло на две трети в сравнении с аналогичным периодом 2022 года [Росстат, 2023].

Несмотря на различия Ростовской и Калининградской областей по территории, численности населения и объёмам экономической деятельности, объём их турпотока сопоставим: 1,99 и 1,35 млн поездок соответственно (2022 г.). Небольшая по масштабам Калининградская область существенно опережает крупный южный приморский регион по туристической привлекательности. Та же тенденция прослеживается и через данные о продолжительности посещения обоих регионов: если на Калининградскую область приходится 5,8 млн ночёвок в год, то на Ростовскую существенно меньше – 4,8 млн. На фоне отмеченного бурного роста посещаемости Калининградской области динамика Ростовской области по количеству поездок в первом полугодии 2023 г. оказалась отрицательная. Таким образом, само по себе приморское положение не является главенствующим в формировании тенденций развития туристической индустрии, а работает в совокупности с культурно-историческими, экологическими, логистическими, военно-политическими, экономико-географическими и иными факторами.

В неприморских регионах также присутствуют внутренние различия в туристической привлекательности, обусловленные различными факторами. Так, *Белгородская область*, как и Ростовская, представляет собою высокоразвитый индустриально-аграрный регион. Она располагает значительными туристско-рекреационными ресурсами: культурно-историческими, военно-историческими, историко-этнографическими, аграрно-туристическими. Основным видом туризма является культурно-познавательный. Также регион лидирует в России по количеству объектов сельского туризма. Существенное конкурентное преимущество Белгородской области – относительная близость (700 км) от Москвы как крупного агрегатора спроса на туристические услуги.

В *Воронежской области* туристическая отрасль является недооцененной сферой экономики региона, при том что на территории располагается множество природных и исторических объектов. Главное препятствие для развития туризма в регионе – недостаточный объём инвестиций. На уровне региональной администрации данная проблема остро осознаётся за последние годы. Так, по словам губернатора Воронежской области А. Гусева: «По эффективности АПК, инвестиционному климату и качеству жизни область входит в топ-10 субъектов РФ. При этом в рейтинге туристического интереса регион не входит ни в десятку, ни в двадцатку лидеров» [Борцова, 2021].

Как и в случае с рассмотренными приморскими регионами, объём турпотока в соседствующих неприморских регионах существенно различается: 0,8 млн и 1,9 млн поездок в Воронежской и Белгородской областях соответственно по данным за 2022 год. Однако продолжительность посещения Воронежской области выше (6,68 млн ночёвок), чем в Белгородской (3,27 млн ночёвок). Это характеризует последнюю как регион для коротких познавательных поездок преимущественно жителей Москвы и Московской области, в то время как в Воронежской области больше распространён продолжительный оздоровительный отдых, природный и экологический туризм. При этом Воронежская область активнее развивается, всё больше осознавая свой туристический потенциал: за первое полугодие 2023 года увеличение числа поездок в регион по сравнению с аналогичным периодом прошлого года было практически двукратным. В Белгородской области аналогичный показатель вырос примерно на четверть (24,5%) за тот же период.

Анализ долгосрочных (за последние 20 лет) тенденций динамики деловой среды в рассматриваемых регионах показывает пёструю картину. В Ростовской области устойчиво наметилось сокращение числа турфирм, особенно ярко проявившееся в период общего кризиса деловой среды региона в 2015–2017 гг. и с началом пандемии коронавируса в 2020 году. В Калининградской области имеет место тенденция к неустойчивому росту. Положительно сказались действие режима МПП в 2012–2016 гг., проведение матчей Чемпионата мира по футболу в 2018 году, развитие внутреннего туризма в постпандемийный период. В Воронежской области происходит активный и стабильный рост в последние годы, в том числе вследствие региональной экономической политики развития внутреннего туризма, а в Белгородской области – умеренный рост туристического сектора, на который негативно повлияла пандемия (рис. 5).

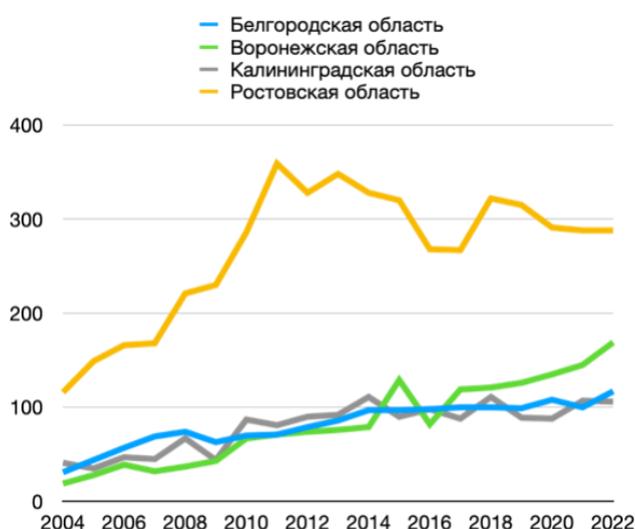


Рис. 5. Долгосрочная динамика количества турфирм в Белгородской, Воронежской, Калининградской и Ростовской областях, ед.

Fig. 5. Long-term dynamics of the number of travel agencies in the Belgorod, Voronezh, Kaliningrad and Rostov regions, units.

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

Однако следует учитывать, что динамика количества турфирм сопряжена с отраслевой и общеорганизационной спецификой (последняя наиболее характерна для Ростовской области, где происходит кризис деловой среды). Яркий пример синхронности и асинхронности динамики турфирм и всех предприятий региона – Калининградская область (рис. 6, 7).

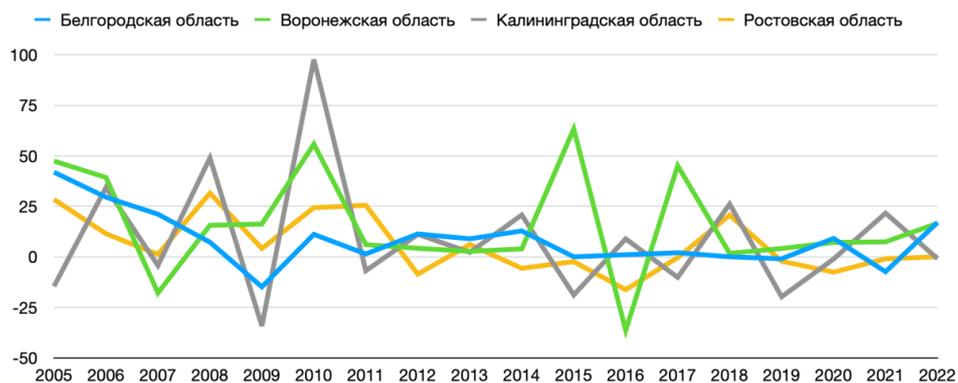


Рис. 6. Ежегодные темпы прироста количества турфирм в Белгородской, Воронежской, Калининградской и Ростовской областях, %
Fig. 6. Annual growth rates of the number of travel agencies in the Belgorod, Voronezh, Kaliningrad and Rostov regions, %

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

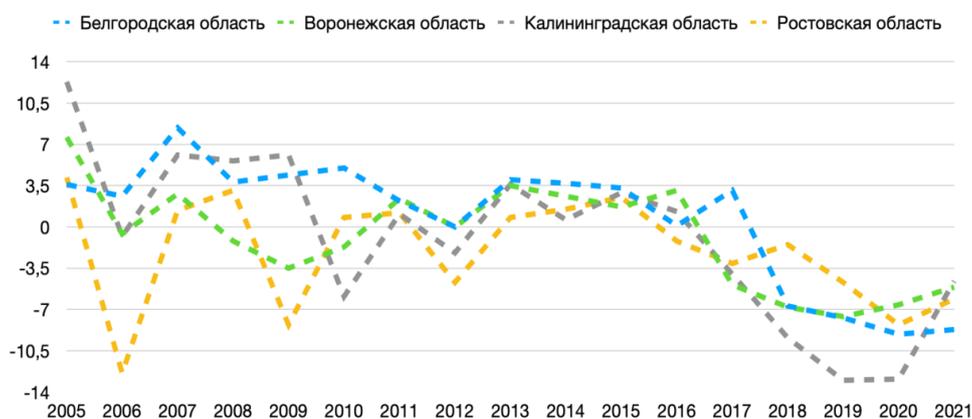


Рис. 7. Ежегодные темпы прироста количества предприятий и организаций в Белгородской, Воронежской, Калининградской и Ростовской областях, %
Fig. 7. Annual growth rates of the number of enterprises and organizations in the Belgorod, Voronezh, Kaliningrad and Rostov regions, %

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

За последние годы существенно сказались постковидные последствия: общее снижение туристической мобильности населения, а также тенденция к исключению практики туризма, сохраняющаяся у части домохозяйств после продолжительного карантина как стремление отложить возобновление поездок до полного уничтожения рисков заражения коронавирусом. Количество реализованных турпакетов оказалось наиболее чувствительным показателем по отношению к «волнам» геоэкономической турбулентности. Реакция приморских регионов пропорциональна масштабам их туристического сектора (рис. 8).

За последние годы, наряду с действием постковидных факторов, туристическая отрасль западных субъектов РФ претерпевает проблемы из-за снижения привлекательности в силу близости к территории боевых действий и геополитического разлома в системе «Россия – Запад». Ограничения коснулись и непосредственно транспортно-логистического комплекса, в особенности – авиасообщения, в результате чего возросла нагрузка на железную дорогу и автотранспорт, что особенно актуально для Ростовской области [Горочная, 2023]. Для Калининградской области транспортный вопрос в результате препятствий для передвижения автотранспорта через территорию сопредельных государств ЕС усложняет и удорожает логистические цепочки, что ведёт к росту цен на товары и услуги. Соответственно, косвенно

это сказывается и на удорожании пребывания туристов на территории региона.

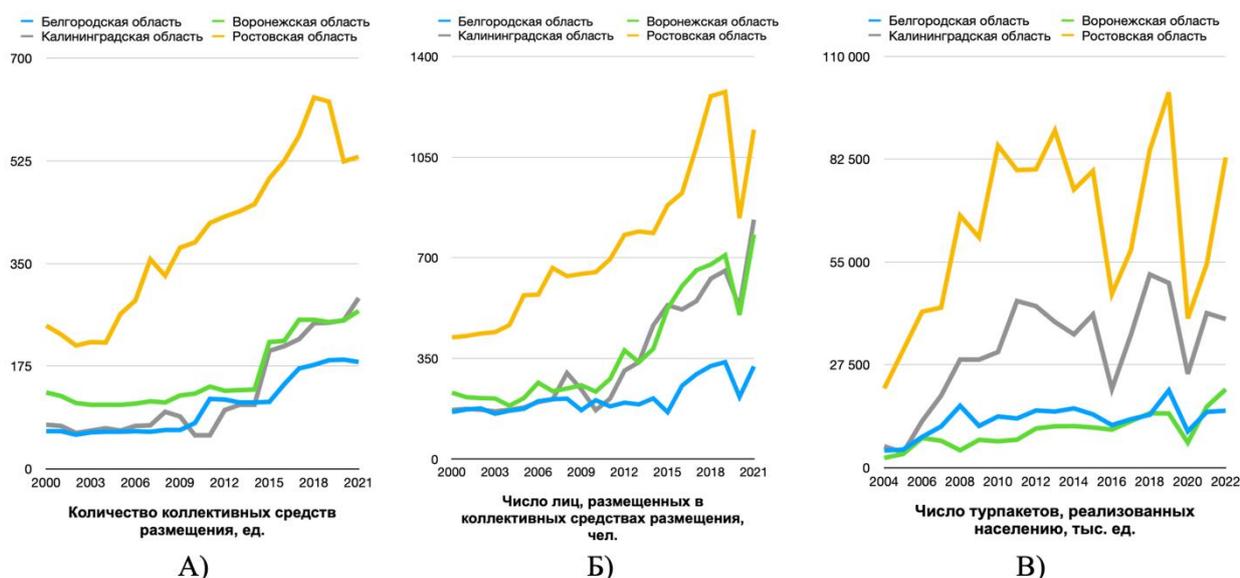


Рис. 8. Динамика показателей развития туризма в Белгородской, Воронежской, Калининградской и Ростовской областях в 2000–2022 гг.

Fig. 8. Dynamics of tourism development indicators in the Belgorod, Voronezh, Kaliningrad and Rostov regions, 2000–2022

Примечание: составлено авторами на основе [Росстат, 2023]

Отдельным значимым аспектом укрепления и развития туристического сектора на региональном уровне является кластеризация. По результатам исследований [Gorochnaya et al., 2020; Gorochnaya et al., 2021] установлено, что процесс формирования кластеров развёртывается в Западном порубежье РФ пространственными «волнами» от трёх главных центров инициальной кластеризации – Ростовской и Калининградской областей, Санкт-Петербурга, однако в туристической отрасли он не подвержен той же закономерности. С одной стороны, сфера туризма в большей мере подвержена кластеризации как таковой. С другой – сам процесс формирования кластеров в каждом регионе идёт преимущественно в направлении от более к менее профильным отраслям, часто «перекидывается» из соседствующих регионов, в результате имеет место сложная картина (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Динамика формирования кластеров в регионах Западного порубежья России
Dynamics of cluster formation in the regions of the Western borderland of Russia

Регион	До 2014 г.		2014–2015		2016–2017		2018–2019		Формируемые в постковидный период	
	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм
Краснодарский край	-	-	1	1	1	-	-	-	3	-
Ростовская область	7	-	7	-	2	-	1	-	4	1
Воронежская область	-	-	9	-	-	-	2	-	2	1
Белгородская область	-	-	1	-	1	-	-	-	6	2
Курская область	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-

Окончание табл. 1
End of the table 1

Регион	До 2014 г.		2014–2015		2016–2017		2018–2019		Формируемые в постковидный период	
	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм	Всего	Туризм
Брянская область	-	-	1	1	1	1	1	-	3	-
Смоленская область	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-
Псковская область	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-
Калининградская область	7	1	-	-	-	-	-	-	2	1
Ленинградская область	-	-	-	-	-	-	4	-	1	1
Санкт-Петербург	4	-	3	-	5	-	1	1	-	-
Республика Карелия	-	-	-	-	-	-	2	1	2	-
Мурманская область	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-

Примечание: составлено авторами на основе [Gorochnaya et al., 2020]

На основе данного обзора очевидно, что процессы кластеризации туризма начались преимущественно в приморских регионах, и лишь в период 2016–2017 гг. диффузировали в неприморские. При этом как санкции после 2014 года способствовали первому активному импульсу распространения практик кластеризации по западным регионам, так и в период с 2020 года постковидное восстановление и новые санкции способствовали второму импульсу, который активнее проявил себя в туристической сфере. В этой связи рассмотрим более подробно данный процесс в каждом из исследуемых региональных кейсов.

В Ростовской области кластерная поддержка не привела к активному росту числа туристических организаций. Несмотря на инициативы, периодически проявляемые с 2015–2016 гг., фактического формирования ростовского туристического кластера не произошло. Инициатива 2017 года, объединившая 10 организаций-участников, не получила оформления в полноценный кластер [Российская кластерная обсерватория, 2023].

В Калининградской области с 2014 года была образована сеть кластеров, одноимённых старинным названиям приморских курортных городов, в которых они локализованы [Приморские зоны России на Балтике: факторы, особенности, перспективы и стратегии трансграничной кластеризации, 2018]. В 2020 году начался этап «переформатирования» туристической отрасли в новых условиях и создан Туристский информационный центр – ядро кластерной инициативы, которая зародилась еще в 2018 году. В 2023 году данная структура объединила 76 формальных членов. В целом для региона туристический кластер – основа для объединения профильных ассоциаций, площадка для диалога с властью, реализации мероприятий, продвижения туристического бренда. Устойчивость туристического кластера обуславливается как наличием заинтересованности в сотрудничестве у самих представителей туриндустрии, так и оказываемой господдержкой.

В Белгородской области заявлены такие проекты, как туристско-рекреационный кластер «Северский Донец» [ВШЭ, 2014] и агротуристический кластер, охватывающий три городских округа: Шебекинский, Яковлевский и Алексеевский [ТАСС, 2022]. Процесс формирования кластерных инициатив начался ещё в 2015–2016 годах и лишь за последние годы обрёл характер более конкретного проекта, в том числе участвующего в конкурсах на централизованную поддержку. Конкурентным преимуществом заявленных на сегодняшний день проектов является комплексность кластера, сочетание историко-культурного, природного, аграрного туризма [Туризм и отдых, 2023].

В Воронежской области туристско-рекреационный кластер «Воронежский» официально создан в 2022 году (в нём числится 21 участник) [Борцова, 2021]. В целом за 2022 год в регионе произведена разработка нормативно-правовой базы по созданию туристско-рекреационных



кластеров: утвержден порядок их создания и функционирования, определены требования к инициаторам создания и к управляющей компании.

Таким образом, в настоящий момент кластерные инициативы в сфере туризма в большей мере принадлежат неприморским регионам. В приморских же происходит либо новый этап на основе предшествующего опыта кластеризации, либо «вялотекущий» процесс, недостаточно поддержанный на уровне региона и ингибируемый общим кризисом деловой среды.

Взаимосвязанным с кластеризацией процессом является формирование регионального туристического бренда. В связи с этим обратим внимание на позиционирование исследуемых регионов. Приморское положение региона может стать основой для формирования «морского» бренда, чем активно занимается Калининградская область, «лицо» которой в значительной мере формируют приморские города-курорты. Эти центры рекреации активно посещаются как туристами, так и местными жителями, обладают развитой инфраструктурой отдыха и транспортной логистикой, культурно-историческими достопримечательностями и выигранным архитектурным обликом, привлекающим туристов. Вместе с этим «морской» (в том числе «балтийский») бренд активно позиционируется регионом на уровне наименований проектов и организаций, использования морской символики в логотипах и на обложках изданий, в сувенирной продукции; проводятся празднества морской тематики.

Приморский статус Ростовской области (несмотря на наличие закрепившегося бренда Ростова-на-Дону как «порта пяти морей») не получил продолжения в логотипах, отсутствует сувенирная продукция и праздники, посвященные тематике моря. Транспортная логистика и инфраструктура отдыха в прибрежной зоне Азовского моря развиты слабо. Местные оздоровительные центры редко посещаются местным населением и практически не рассматриваются в качестве вариантов отдыха нерезидентами региона, будучи неконкурентоспособными перед брендами курортов Краснодарского края. В регионе развивается практически исключительно «казачий» туристический бренд, смещающий акцент с прибрежных территорий в континентальное пространство – к историко-культурным достопримечательностям казачьих столиц – г. Новочеркаска и ст. Старочеркасской, а также в меньшей мере в сторону удаленной от Ростова-на-Дону ст. Вёшенской и некоторых других центров. При этом «казачий» бренд региона мог бы быть дополнен «морским», что привлекло бы внимание не только к региону в целом и его центру, но и к портовым городам – Таганрогу и Азову, населенным пунктам Неклиновского и Азовского районов. В настоящее время брендование «приморских» туристических маршрутов («Таганрог – город у моря», «Таганрогский экспресс – дорога к морю» и др.) в регионе только начинается [Вольный Дон, 2023].

Неприморские регионы в настоящее время более комплексно и последовательно формируют различные составляющие своего туристического позиционирования, целенаправленно производят брендование в целях повышения привлекательности территории. В Воронежской области дифференцированно брендируются три основных направления – Рамонское, Костенкинское и Дивногорское, а также приоритетные виды туризма: культурно-познавательный, экологический, событийный, детский, деловой, лечебно-оздоровительный, сельский и промышленный. Памятники истории и природы – основа туристического продукта, она же становится и основой для формирования локальных туристических брендов. В Белгородской области развивается культурно-познавательный и сельский туризм. В регионе длительное время развивается брендование территории [Шалыгина, Селюков, 2014]. Концепция региональной программы «Брендование территорий Белгородской области» обсуждалась ещё с 2013 года [Белновости, 2013]. Главные составляющие бренда, на которые взят курс ещё с 2016 года: природа, история, культура, быт, личность [Гуляев, Лиховец, 2016]. В 2021 г. на новом этапе активизированы процессы целенаправленного брендования территории, разработана нормативная база для данного процесса, в результате – разработан также общий бренд «Ого Белогорье» («БелОГОрье») [Патентус, 2023]. В результате за последние годы регион вошел в топ-500 туристических

брендов России. Примечательно, что наряду с материальными природными объектами, памятниками истории и архитектуры существенное внимание уделяется нематериальному культурному наследию. Так, одной из главных достопримечательностей Белогорья признаны особые хороводы-змейки, не встречающиеся в других регионах [Russian Event Awards, 2014]. Таким образом, как дифференцированный подход, так и комплексность формирования регионального туристического бренда, его сложность и применение последовательного централизованного подхода, внимательного к локальным деталям, позволяют выигрышно позиционировать даже небольшой по масштабам и испытывающий риски в текущей ситуации регион.

Заключение

Проведённое исследование показывает не только тенденции континентально-океанической дихотомии, но и многомерную многоплановую картину развития туристической отрасли в Западном порубежье России. Основное влияние на данный процесс оказывают тенденции глобального и национального порядка, такие как постковидное восстановление; геэкономическая нестабильность; переориентация на внутренний туризм. Заметно влияние также местных факторов: удалённость от столичных центров как ареалов сосредоточения спроса на туристические услуги; наличие и характер заинтересованности региональной администрации в формировании туристического кластера; уровень развития и плотность организационной среды; целенаправленность и последовательность брендинга территории и другие. Сочетание общероссийских трендов и локальной природной и экономической специфики определяет дифференциацию между приморскими и внутренними субъектами РФ в развитии туристического потенциала.

С одной стороны, приморские регионы в целом продолжают занимать лидирующие позиции по показателям развития туризма в абсолютном выражении, а развивающийся туристический бренд – и в относительном выражении. С другой стороны, сама группа приморских регионов существенно неоднородна и в большей мере подвержена влиянию геэкономической турбулентности. Неприморские регионы более однородны, не демонстрируют колебаний высокой амплитуды по основным показателям и в последние годы имеют более существенный рост туристической отрасли, чем приморские. В этой связи обнаруживается тенденция к «континентализации» внутренних туристических направлений при сохраняющемся доминировании приморских регионов на западных рубежах РФ. Та же тенденция обнаруживается и на качественном уровне, и через прослеживаемую динамику кластеризации.

В 2021–2022 гг. были запущены процессы «восполнения пробела» отсутствия туристических кластеров в тех субъектах Западного порубежья РФ, где они не сформировались, и прежде всего – в неприморских регионах. Продолжается процесс нормативной регламентации, разработки и внедрения территориальных брендов (в особенности – в неприморских Белгородской и Воронежской областях). Также важно отметить, что развитие внутреннего туризма в целом положительно (хотя и неоднородно) сказалось на экономике как приморских, так и континентальных западных регионов РФ, несмотря на существенное усиление угроз со стороны зоны вооружённого конфликта и сопутствующие транспортно-логистические ограничения. Отчасти они стали причиной смещения вектора в сторону неприморских регионов в срезе континентально-океанической дихотомии.



Список источников

- Безруков Л.А. 2008. Континентально-океаническая дихотомия в международном и региональном развитии. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 369 с.
- Белновости. 2013. Концепцию брендинга Белгорода обсудили на Общественном совете. URL: <https://www.belnovosti.ru/11279.html#> (дата обращения: 17.02.2024).
- Борцова А. 2021. Кластер «Воронежский» возродит туристическую привлекательность области. Время Воронежа. URL: <https://vrntimes.ru/articles/analitika/klaster-voronezhskiy-vozrodit-turisticheskuyu-privlekatelnost-oblasti> (дата обращения: 13.10.2023).
- Вольный Дон. 2023. Официальный туристический портал Ростовской области. URL: <https://visitdon.ru/> (дата обращения: 16.10.2023).
- ВШЭ. 2014. В Белгородской области создают туристический кластер «Северский Донец». URL: <https://www.hse.ru/org/hse/cluster/news/212293345.html> (дата обращения: 15.01.2024).
- Патентус. 2023. Заявка на регистрацию товарного знака «Ого Белогорье» подана в Роспатент. URL: <https://patentus.ru/blog/2023/03/zayavka-na-registratsiyu-tovarnogo-znaka-ogo-belogore-podana-v-rospatent/> (дата обращения: 15.10.2023).
- Приморские зоны России на Балтике: факторы, особенности, перспективы и стратегии трансграничной кластеризации. 2018. Под ред. А.Г. Дружинина. Сер. Научная мысль Балтийского федерального университета. Москва, 216 с.
- Проблемы экономической безопасности регионов Западного побережья России. 2019. Под ред. Г.М. Федорова, Калининград, Изд.-во БФУ им. И. Канта, 267 с.
- Российская кластерная обсерватория. 2023. Карта кластеров России: Кластер туристической отрасли. URL: <https://map.cluster.hse.ru/cluster/526> (дата обращения: 17.10.2023).
- Росстат. 2023. Туризм. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/turizm> (дата обращения: 13.10.2023).
- ТАСС. 2022. В Белгородской области на средства гранта «Агротуризм» реализуют три проекта. URL: <https://tass.ru/ekonomika/14878055> (дата обращения: 17.02.2024).
- Туризм и отдых. 2023. Губернатор и правительство Белгородской области. URL: <https://belregion.ru/region/priorities/turizm-i-otdykh/> (дата обращения: 18.10.2023).
- Экономическая безопасность регионов Западного побережья России. 2021. Под ред. Г.М. Федорова, Калининград, Изд.-во БФУ им. И. Канта, 232 с.
- Russian Event Awards. 2014. Финалист Национальной премии в области событийного туризма «Russian Event Awards» 2014 года — «Возрождение орнаментальных хороводов «Кривые танки Грайворонской слободы». URL: <https://rea-awards.ru/news/finalist-nacionalnojj-premii-v-oblasti-sobytijjnogo-turizma-russian-event-awards-2014-goda-vozrozhdenie-ornamentalnykh-khorovodov-krivye-tanki-grajvoronskojj-slobody/> (дата обращения: 10.10.2023).

Список литературы

- Горочная В.В. 2023. Преодоление геоэкономической турбулентности в аспекте континентально-экономической дихотомии (на примере Ростовской и Калининградской областей). Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества: материалы VII международной научно-практической конференции / отв. ред. А.А. Михайлова. — Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 7: 79–87.
- Горочная В.В. 2019. Резистентность морехозяйственного комплекса западных регионов России в условиях геоэкономической турбулентности: факторы, механизмы, региональный опыт. Экономические науки, 180: 29–38.
- Гуляев И.И., Лиховец К.В. 2016. Анализ культурного брендинга города Белгорода и Белгородской области. NovaInfo, 48: 338–342.
- Дружинин А.Г. 2023. Центро-периферийное реструктурирование «морских» регионов российского побережья: современные геополитические и геоэкономические детерминанты. Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества: материалы VII международной научно-практической конференции / отв. ред. А.А. Михайлова. — Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 7: 11–15.
- Зверев Ю.М. 2023. Три российских региона на Балтике в условиях противостояния России и Запада. Балтийский регион, 15(4): 24–41. DOI: 10.5922/2079-8555-2023-4-2

- Коноплева В.С., Герасимова А.В., Коноплева И.А. 2023. Формы и перспективные направления развития туризма в Калининградской Области. *Экономический вектор*, 2(33): 65–72. DOI:10.36807/2411-7269-2023-2-33-65-72
- Окорочкова Ю.А. 2022. Совершенствование транспортно-логистических цепей в приграничных регионах России в новых реалиях. *Московский экономический журнал*, 9, 646–656.
- Сафронова Т.Н., Яброва О.А., Шитова Д.Д., Ханеева М.А. 2023. Рынок туризма в мире и в России: современное состояние и перспективы развития. *Наука Красноярья*, 12(3): 26–43. DOI:10.12731/2070-7568-2023-12-3-26-43
- Смородинская Н.В., Катукон Д.Д. 2022. Россия в условиях санкций: пределы адаптации. *Вестник Института экономики Российской академии наук*, 6: 52–67. DOI: 10.52180/2073-6487_2022_6_52_67
- Шалыгина Н.П., Селюков М.В. 2014. Брендинг и его роль в создании инвестиционной привлекательности региона. *Современные проблемы науки и образования*, 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14688> (дата обращения: 04.10.2023).
- Gorochnaya V., Mikhaylov A., Plotnikova A., Mikhaylova A. 2021. The interdependence between tourism and innovation activity in the western borderlands of Russia. *GeojournalofTourismandGeosites*, 34(1): 147–154.
- Gorochnaya V.V., Mikhaylov A.S., Plotnikova A.P., Mikhaylova A.A. 2020. Tourism clusters and innovation security: dialectics in the western border regions of Russia. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 28(1): 127–139. DOI: 10.30892/gtg.28110-457
- Mikhaylov A.S., Gorochnaya V.V., Hvalev D.V., Gumenyuk I.S. 2020. Innovatedevelopmentof Russian coastalregions: North-South divergence. *Baltic Region*, 12(3): 105–126.
- Mikhaylova A.A., Bocharnikov V.N., Giricheva E.E., Hvalev D.V., Mikhaylov, A.S. 2023. Geospatial modeling of the distribution of tourist attractions for the functional delimitation of coastal zones. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 50(4): 1494–1505. DOI: 10.30892/gtg.50429-1147

References

- Gorochnaya V.V. 2023. Overcoming geo-economic turbulence in the aspect of the continental-oceanic dichotomy (on the example of the Rostov and Kaliningrad regions). *Borderland Issues. New Trajectories of International Cooperation: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference / vol. ed. A. A. Mikhaylova.* — Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press, 7: 79–87 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2019. Resistance of the maritime economic complex of the western regions of Russia in conditions of geo-economic turbulence: factors, mechanisms, regional experience. *Economic Sciences*, 180: 29–38 (in Russian).
- Gulyaev I.I. Likhovets K.V. 2016, Analysis of cultural branding of the city of Belgorod and the Belgorod region. *NovaInfo*, 48: 338–342 (in Russian).
- Druzhinin A.G. 2023. Central-peripheral restructuring of the «Maritime» regions of the Russian borderlands: modern geopolitical and geo-economic determinants. *Borderland Issues. New Trajectories of International Cooperation: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference / vol. ed. A. A. Mikhaylova.* — Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press, 7: 11–15 (in Russian).
- Zverev Yu.M. 2023, Three Russian Baltic regions in the context of confrontation between Russia and the West. *Baltic region*, 15(4): 24–41 (in Russian). DOI: 10.5922/2079-8555-2023-4-2
- Konopleva V.S., Gerasimova A.V., Konopleva I.A. 2023. Forms and promising directions of tourism development in the Kaliningrad region. *Economic Vector*, 2(33): 65–72 (in Russian). DOI: 10.36807/2411-7269-2023-2-33-65-72
- Okorokova Yu.A. 2022. Improvement of transport and logistics chains in the border regions of Russia in the new realities. *Moscow economic journal*, 9: 646–656 (in Russian).
- Safronova T.N., Yabrova O.A., Shitova D.D., Khaneeva M.A. 2023. Tourism Market in the World and In Russia: Modern State and Development Prospects. *Krasnoyarsk Science*, 12(3): 26–43 (in Russian). DOI: 10.12731/2070-75682023-12-3-26-43
- Smorodinskaya N.V., Katukov D.D. 2022. Russia under sanctions: limits of adaptation. *The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 6: 52–67 (in Russian). DOI: 10.52180/2073-6487_2022_6_52_67



- Shalygina N.P., Selyukov M.V. 2014. Branding and its role in creating investment the attractiveness of the region. *Modern problems of science and education*, 5, URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14688> (availableat: 04.10.2023) (in Russian).
- Gorochnaya V., Mikhaylov A., Plotnikova A., Mikhaylova A. 2021, The interdependence between tourism and innovation activity in the western borderlands of Russia. *Geojournal of Tourism and Geosites*. Vol. 34, 1: 147–154.
- Gorochnaya V.V., Mikhaylov A.S., Plotnikova A.P., Mikhaylova A.A. 2020, Tourism clusters and innovation security: dialectics in the western border regions of Russia. *Geojournal of Tourism and Geosites*. Vol. 28, 1: 127–139. DOI: 10.30892/gtg.28110-457
- Mikhaylov A.S., Gorochnaya V.V., Hvalei D.V., Gumenyuk I.S. 2020, Innovative development of Russian coastal regions: North-South divergence. *Baltic Region*. 2020. Vol. 12, 3: 105–126.
- Mikhaylova A.A., Bocharnikov V.N., Giricheva E.E., Hvalei D.V., Mikhaylov A.S. 2023. Geospatial modeling of the distribution of tourist attractions for the functional delimitation of coastal zones. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 50(4): 1494–1505. <https://doi.org/10.30892/gtg.50429-1147>

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 12.03.2024

Received March 12, 2024

Поступила после рецензирования 26.03.2024

Revised March 26, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Горочная Василиса Валерьевна, кандидат экономических наук, специалист по учебно-методической работе, Академия психологии и педагогики Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Vasilisa V. Gorochnaya, PhD in Economics, Specialist on Educational and Methodic Work, Academy of Psychology and Educational Sciences of South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Михайлова Анна Алексеевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт геополитических и региональных исследований Балтийского федерального университета им. И. Канта, г. Калининград, Россия

Anna A. Mikhaylova, PhD in Geography, Senior Researcher, Institute of Geopolitical and Regional Studies, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

УДК 338.24

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-283-295

Отдельные аспекты реализации поведенческого механизма управления развитием муниципальных образований

¹ Куприянов С.В., ¹ Климов А.В., ² Герасимова Н.А.

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: kaf-mvd@yandex.ru, klim-23@list.ru, ngerasimova@bsu.edu.ru

Аннотация. Проблема повышения эффективности функционирования хозяйствующих субъектов включает различные аспекты. Одним из них является достижение соответствия развития производительных сил производственным отношениям, поскольку между ними существуют противоречия, сдерживающие реализацию потенциала любого способа производства. Ключевым инструментом устранения указанных противоречий способа производства выступает механизм управления. Несмотря на многочисленность публикаций по проблематике экономического (хозяйственного) механизма управления, которые, несомненно, сыграли положительную роль в теории и практике хозяйствования, необходимы дополнительные исследования, более полно отвечающие современным вызовам. Целью данного исследования является анализ современной практики хозяйствования и обоснования предложений по совершенствованию механизма управления хозяйствующими субъектами за счет повышения роли подсистемы поведенческого обеспечения. Исследование проблемы модернизации механизма управления позволило выявить такое явление, как появление «поведенческого человека», а с ним и значимость учета поведенческого аспекта менеджмента. В процессе исследования применялись такие методы как конкретно-исторический, системный метод, аналитический и балансовый, социологические методы (анкетирование, интервьюирование, тестирование), а также психологические методы управления. Поведенческий механизм управления, органически включая в себя хозяйственный и экономический механизмы, позволяет более реально оценить сложившуюся ситуацию в соответствии производительных сил производственным отношениям. Результаты исследования поведенческого механизма управления открывают новое теоретическое направление в изучении проблем повышения эффективности хозяйствования.

Ключевые слова: производительные силы, производственные отношения, способ производства, эффективность, поведенческий аспект, хозяйственный, экономический, поведенческий механизм

Для цитирования: Куприянов С.В., Климов А.В., Герасимова Н.А. 2024. Отдельные аспекты реализации поведенческого механизма управления развитием муниципальных образований. Экономика. Информатика, 51(2): 283–295. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-283-295

Selected Aspects of the Implementation of the Behavioral Mechanism for Managing the Development of Municipalities

¹ Sergey V. Kupriyanov, ¹ Anatoly V. Klimov, ² Natalia A. Gerasimova

¹ Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
46 Kostyukova St, Belgorod, 308012, Russian Federation

² Belgorod State National Research University
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russian Federation

E-mail: kaf-mvd@yandex.ru, klim-23@list.ru, ngerasimova@bsu.edu.ru

Abstract. The problem of increasing the efficiency of the functioning of economic entities includes various aspects. One of them is to achieve compliance of the development of productive forces with production



relations, since there are contradictions between them that restrain the realization of the potential of any method of production. The key tool for eliminating these contradictions of the production method is the control mechanism. Despite the numerous publications on the problems of the economic management mechanism, which undoubtedly played a positive role in the theory and practice of management, additional research is needed that more fully meets modern challenges. The purpose of this study is to analyze modern business practices and substantiate proposals for improving the management mechanism of economic entities by increasing the role of the behavioral support subsystem. The study of the problem of modernization of the management mechanism made it possible to identify such a phenomenon as the appearance of a "behavioral person", and with it the importance of taking into account the behavioral aspect of management. In the course of the research the following methods were used: concrete historical method, systematic method, analytical and balance methods, sociological methods (questioning, interviewing, testing), as well as psychological management methods. The behavioral management mechanism, organically including economic and economic mechanisms, allows a more realistic assessment of the current situation in accordance with the productive forces of production relations. The results of the study of the behavioral management mechanism open up a new theoretical direction in the study of problems of improving the efficiency of management.

Keywords: productive forces, production relations, method of production, efficiency, behavioral aspect, economic, behavioral mechanism

For citation: Kupriyanov S.V., Klimov A.V., Gerasimova N.A. 2024. Selected Aspects of the Implementation of the Behavioral Mechanism for Managing the Development of Municipalities. Economics. Information technologies, 51(2): 283–295. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-283-295

Введение

Актуальность исследуемой темы обусловлена необходимостью непрерывного совершенствования процесса управления хозяйственной деятельностью. В учении К. Маркса указано, что создание материальных благ, предназначенных для личного и производственного потребления, представляется неперемным условием возникновения и существования человеческого общества, а также, что «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится...» [Маркс, 1935]. Способ создания материальных благ или способ производства характеризуется, с одной стороны, производительными силами (средства производства плюс рабочая сила), с другой стороны, производственными отношениями (отношениями, складывающимися между людьми в процессе воспроизводства). Обеспечение их соответствия одного другому является обязательным условием эффективного функционирования данного способа производства. В современной практике хозяйствования достижение желаемой пропорциональности в развитии производительных сил и производственных отношений достигается посредством механизма управления. Меняющиеся внешние и внутренние условия производства вызывают, в свою очередь, необходимость изменения и самого механизма управления. Следует отметить, что проблема совершенствования механизма управления в целом и отдельных его элементов на разных уровнях управления и сферах деятельности постоянно находилась в центре внимания ученых-экономистов. Она получила отражения в трудах видных отечественных исследователей: Л.И. Абалкина [Абалкин, 1973], А.Г. Аганбегяна [Аганбегян, 1979], Г.А. Егиазаряна [Егиазарян, 1980], Л.И. Евенко [Евенко, 2012], Ю.А. Дорошенко [Дорошенко, 1997] и других ученых середины прошлого и начала нынешнего века. Однако новое время, новые вызовы требуют дополнительных исследований с учетом происходящих изменений.

Целью данного исследования является анализ современной практики хозяйствования и обоснования предложений по совершенствованию механизма управления муниципальными образованиями за счет повышения роли подсистемы поведенческого обеспечения.

Задачами исследования являются:

- уточнение роли механизма управления в повышении эффективности общественного производства;
- обоснование появления «поведенческого человека» наряду с «экономическим человеком» и «социологическим человеком»;

- необходимость признания наличия «поведенческого механизма» как современного этапа развития механизма управления совместно с хозяйственным и экономическим механизмами.

Рабочая гипотеза исследования – предположение о роли и месте «поведенческого механизма» в системе механизма управления муниципальными образованиями на современном этапе их развития.

Методы исследования

Две стороны способа производства находятся в диалектических взаимодействиях. Взаимосвязь проявляется в том, что уровни развития производительных сил и производственных отношений должны определенным образом совпадать. Зависимость характера производственных отношений от уровня развития производительных сил выражается законом их соответствия. При этом необходимо принимать во внимание, что каждая из сторон способа производства развивается по собственному сценарию, сообразно собственным закономерностям.

Причем главенствующая роль принадлежит производительным силам, которые определяют характер и темпы развития производственных отношений. Однако может быть и наоборот. Тем не менее, как в первом, так и во втором случае возникает диспропорция между указанными сторонами, ведущая в итоге к снижению эффективности общественного производства. Вместе с тем способ производства обладает собственным, внутренним источником развития. Он самодостаточен и не нуждается во вмешательстве извне каких-то сил для того, чтобы что-то изменить. Но для этого он должен обладать внутренней противоречивостью, поскольку только внутренняя противоречивость образует внутреннюю логику и создает внутренний импульс развития. Таким противоречием является противоречие производительных сил и производственных отношений. Это и есть, как представляется, внутренний источник движения, приводящий к изменению способа производства материальных благ. Противоположность знаков, образующих систему потенциалов, формирует необходимые условия для возникновения такого источника самодостаточности. Тенденция к достижению оптимального уровня соответствия производительных сил производственным отношениям приводит к росту эффективности способа производства. При этом возникает устойчивость, определенная стабильность, но, вместе с тем разница потенциалов ослабевает и мощность внутреннего источника саморазвития падает, что, в свою очередь, отражается на темпах и результатах происходящих изменений. Такая закономерность неизбежна и, в конечном счете, влечет смену данного способа производства.

Таким образом, совершенствование управления в теоретическом плане сводится к решению двух противоположных задач. Во-первых, устранить до определенных пределов противоречие между производительными силами и производственными отношениями и создать тем самым условия устойчивого развития. Во-вторых, не позволить этой устойчивости снизить потенциал собственного источника развития.

В соответствии с системным подходом предполагается исследовать способ производства как систему, состоящую из двух подсистем: производительных сил и производственных отношений при доминирующей роли производительных сил. Каждая из приведенных составляющих в определенной мере самодостаточна, развивается по собственной траектории, но только в единстве образуя нечто цельное, а именно способ производства материальных благ. Причем необходимая пропорциональность в уровнях их развития должна создавать благоприятные условия эволюции каждой, обеспечивая при этом синергетический эффект становления общей системы как целого, но при этом сохраняя и, по возможности, наращивая мощность собственного потенциала. Возникает несколько парадоксальная ситуация: соединение в одном процессе устойчивости и движения. Тем не менее выход из взаимоисключающих требований всегда находился, но был далек от оптимального.



Как правило, проблема решалась силовыми методами: путем войн, революций, мятежей, переворотов и прочих социальных столкновений в наиболее радикальных формах. Проблема решалась, требуемое соответствие временно достигалась, но цена этому была велика. Издержки применения насильственных методов превышали полученный эффект. Но и избежать применяемого насилия, как представляется, было невозможно. Закон соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил носит объективный характер, он не зависит от воли человека, хотя в социальном обществе приобретает некоторые специфические формы проявления.

Поэтому, допуская объективный характер способа производства, признавая неодинаковые направления и темпы развития производительных сил и производственных отношений, необходимость приведения этих составляющих способа производства к единому знаменателю, приходим к необходимости поиска пути, альтернативного силовому решению проблемы. Кроме того, особенности проявления в человеческом обществе объективного через субъективное, разрушительный характер применения силовых инструментов для установления необходимых пропорций, а также существование внутреннего источника для саморазвития способа производства предполагает наличие менее радикального механизма в преодолении расхождений в гармонизации общественного развития.

Закон аналогии представляет способ производства в виде машины, преобразовывающей один вид энергии в другой. Для этого требуется механизм, то есть специфическое внутреннее устройство, совокупность сочлененных звеньев, обеспечивающих полезную работу. Теория механизмов и машин определяет механизм как кинематическую цепь, в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев относительно любого из них все остальные звенья совершают однозначно определенные движения [Артоболевский, 1988]. С учетом того, что, как отмечал К. Маркс, «Способ производства материальной жизни обуславливает социальный, политический и духовный процессы жизни вообще» [Маркс, Энгельс, 1959], его механизм управления образует необычайно сложное устройство.

Создать такой механизм, увязывающий все эти процессы в единую модель, возможно при наличии соответствующей теории, практического опыта во всех сферах деятельности, учете отраслевых и территориальных особенностей, уровней управления. Отдельное место в методологии разработки такого механизма занимает принцип историзма, означающий конкретный исторический подход на различных этапах развития общества.

Тем не менее единого понимания категории «механизма управления» не было достигнуто. Кроме того, при использовании этого термина прибегали к различным прилагательным к слову «механизм», в частности, наиболее часто можно было встретить употребление сочетания «хозяйственный механизм», «экономический механизм». Часто эти понятия употреблялись как синонимы.

Несмотря на неоднозначность толкования приведенных категорий, следует отметить, что они получили достаточный для своего времени уровень теоретического, методологического и методического обоснования, накоплен значительный опыт практического использования [Абалкин, 1903; Аганбегян, 1979; Егиазарян, 1980; Евенко, 2012; Дорошенко, 1997; Куприянов, 1998; Куприянов, 2021]. Однако, чтобы идти дальше, необходимо учитывать изменения, происшедшие в обществе, в его производительных силах, определиться с вектором исследования.

Исходным пунктом начала исследования может быть этимология понятия «экономика». Слово «экономика», как известно, имеет древнегреческое происхождение. Первоначально оно представляет собой соединение двух греческих слов «хозяйство» и «закон», так что в буквальном, изначальном смысле, экономику можно трактовать как хозяйство, ведущееся в соответствии с законами, правилами, нормами. Тогда, исходя из приведенных рассуждений, следует, что «хозяйственный механизм» причастен к управлению непосредственно хозяйственной деятельностью. Что же касается «экономического механизма», то его границы по сравнению с «хозяйственным механизмом» несколько шире за счет включения в его состав правовой

составляющей, образующейся юридическими законами, указами, постановлениями, распоряжениями и прочими формами их проявления. Таким образом, «хозяйственный» и «экономический механизм» охватывают управление только одной частью способа производства – производительными силами, другая же часть – производственные отношения – вынесены за скобки. Следует отметить, что «охват» или «не охват» носит несколько условный характер. Тем не менее в действительности управление ограничивается элементами только внутренней среды организации, на которые менеджмент может оказать относительно прямое воздействие. Поэтому для характеристики способа производства представляется недостаточным использование методов исследования только экономических наук (исторического, системного, комплексного, монографического, программно-целевого и других), необходимо также учитывать и применять достижения в области социологии, психологии.

Современные изменения коснулись и основного фактора производства – рабочей силы. В работе «Исследование о природе и причинах богатства народов» (1776 г.) А. Смит применил понятие «экономический человек». Это разумный человек, который при принятии решения руководствуется экономическими интересами, выражающимися в получении максимальной выгоды. Его заботят функциональные обязанности, справедливость оплаты, материальное стимулирование.

Несколько позже, по мере развития человека как социального существа и возникновения социологии, изучающей человека в его социальной среде, появилось понятие «социологический человек». В отличие от экономического человека, ориентированного на индивидуальные характеристики, для социологического человека на первый план выходит его социальная среда, то есть комплекс условий, определяющих поступки и мышление человека, созданных обществом и культурой. Основными факторами, влияющими на поведение человека в обществе, стали социальные нормы, принадлежность его к какой-либо социальной группе, социальное место в обществе, роли и институты. Социологический человек ведет себя по-разному в различных социальных ситуациях, поскольку каждая социальная группа имеет свои традиции, обычаи и правила поведения. В итоге социологический человек должен соответствовать требованиям общества, оправдывать ожидания общества. Естественно, что такая метаморфоза личности – «стирания» индивидуального в угоду развития в рамках, определенных обществом, не может не отразиться на формировании механизма управления. Школа человеческих отношений в управлении (представители М.П. Фоллетт, Э. Мэйо) связана с использованием и применением социальных методов изучения человеческого фактора как основного фактора эффективности хозяйственной деятельности. В качестве основных социологических методов в данном исследовании использовались: социальное наблюдение; интервью, мониторинг.

Развитие науки психологии, обладающей собственными методами исследования (наблюдение, беседа, эксперимент, тестирование, контент-анализ и другие [Купцов, Пивоварова, 2020]), позволяет выявить закономерности поведения людей в различных ситуациях, в том числе то, как разные факторы влияют на поведение человека. Возникнув в середине прошлого века, школа поведенческих наук, казалось, определила направление решения управленческих проблем. Однако ожиданиям не суждено сбыться [11]. С тех пор миновало более 80 лет. Во всех сферах жизни произошли кардинальные изменения. Наиболее интегральную, обобщающую оценку всем этим преобразованиям дает тот факт, что человечество оказалось на пороге третьей мировой ядерной войны. Изменился и сам Homo sapiens. Возникла необходимость более глубокого изучения его психологического состояния [Фромм, 2023; Гебер, Розенштиль, 2017; Мартин, 2013; Архипова, 2015].

Вместе с тем нам представляется, что использование различного научного инструментария для анализа и характеристики управления является необходимым, но недостаточным этапом. Достоверность полученных результатов и предположений должна быть доказана опытным путем, практикой управления.

Результаты исследования

Итак, изменения личности – процесс непрерывный. «Экономического человека» сменяет «социологический человек». Общественное превалирует над индивидуальным. Персональное сознание уступает место коллективному (хотя они могут существовать и параллельно). Вместе с тем логично допустить, что дальнейшее развитие личности будет происходить в направлении «отрицание отрицания», то есть переход из качественного состояния общественного в индивидуальное после преодоления старого качества и вторичного принятия за новое старого. В результате появляется человек с новой сущностью, условно назовем его «поведенческий человек». Рассматривая поведение как внешнюю форму проявления человека в обществе, следует иметь в виду, что за ней стоит целый набор факторов, ее определяющих: психологический тип, намерения, интересы, мотивы, убеждения, восприятие, ценности и другие личностные характеристики. Добавляя к перечисленным характеристикам групповые факторы (отношения в коллективе, коммуникации, отношения в семье, наличие авторитетов, степень лидерства в коллективе), в итоге получим функцию-поведение. Соответственно, для управления в условиях «поведенческого человека» необходим новый механизм управления и, в качестве варианта, остановимся на его названии как «поведенческий механизм».

Справедливости ради следует отметить, что создатели первых школ менеджмента (школа научного управления, классическая (административная) школа управления, школа человеческих отношений, школа количественных методов, школа социальных систем и др.) признавали поведенческий аспект менеджмента. Однако они не делали акцента на человеческом измерении, отводя ему второстепенную роль по сравнению с техникой, технологией, организационной структурой. Кроме того, внешнеэкономические и политические условия, а также технические возможности были несколько иными. Время «поведенческого человека» еще не наступило.

В качестве обоснования названия категории «поведенческий механизм управления» можно отнести следующее:

- во-первых, изменение места и роли «поведенческого человека» в производстве;
- во-вторых, дальнейшее развитие теоретических основ школы поведенческих наук как реакции на недостатки классических подходов для роста эффективности производства за счёт совершенствования управлением межличностных отношений;
- в-третьих, развитие теории явления «поведенческая экономика», совмещающая психологию с неоклассической экономической теорией, а также процессы коллективного выбора, содержащие элементы когнитивных ошибок и эгоизм при принятии решений. В 2007 году Нобелевскую премию по экономике получил Р. Талер, специалист по поведенческой экономике [Талер, 2017];
- в-четвёртых, в первой четверти XXI века практика хозяйствования характеризуется приоритетом политики над экономикой, амбиций над здравым смыслом, зависимости над суверенитетом, иррационального над разумным.

Таким образом, как представляется, поведенческий механизм управления наиболее полно соответствует теории и практике развития способа производства на современном этапе, поскольку он ориентирован на обеспечение синхронности функционирования производительных сил и производственных отношений на основе учета особенностей «поведенческого человека». А это, в свою очередь, отражается на эффективности всего производственного процесса. При этом поведенческий механизм управления из трех образующих способ производства элементов (средства производства, рабочая сила и производственные отношения) непосредственно в качестве объекта управления выбирает два из трех. Это рабочая сила и производственные отношения. Средства производства рассматриваются в качестве заданных условий, константы, в рамках которых и с учетом их особенностей осуществляется управление. Основной целью «поведенческого механизма» является повышение эффективности деятельности в результате повышения уровня использования потенциала человеческих ресурсов, а также сокращения потерь от иррациональности решений, принятых «поведенческим человеком».

Упрощенная схема рассматриваемых механизмов управления представлена на рис. 1.

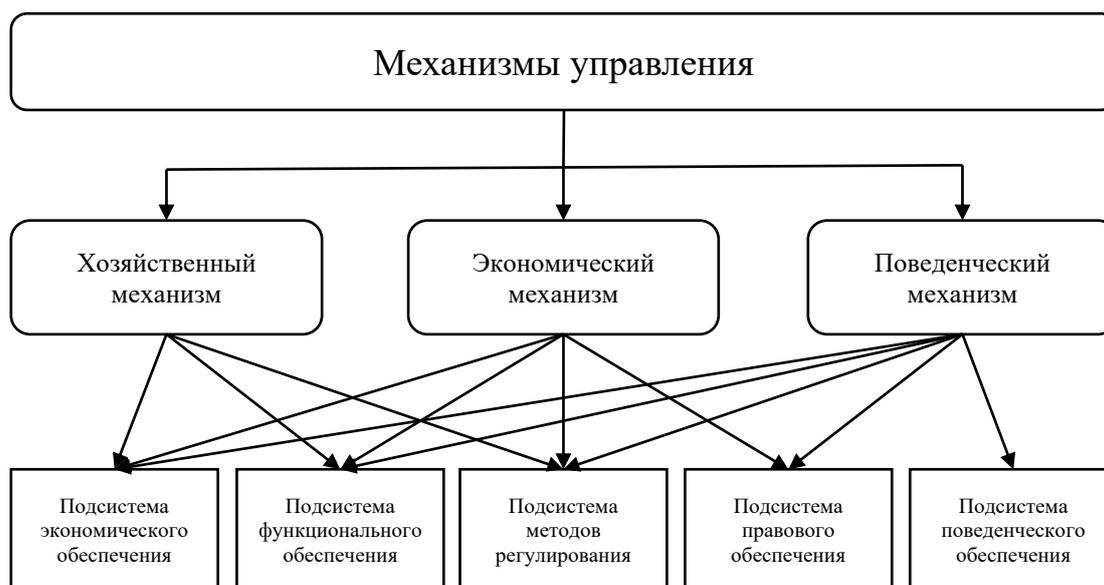


Рис.1. Механизмы управления и формирующие их подсистемы
 Fig.1. Control mechanisms and their forming subsystems

Как видно из рис.1, поведенческий механизм содержит составляющие подсистемы хозяйственного и экономического механизмов плюс подсистему поведенческого подхода. Формируется образ «матрешки», каждая фигурка усложняется по мере перехода на новый уровень, но остается приверженной общей идее. То есть здесь наблюдается эволюционный путь развития, отход от революционных преобразований. Что касается экономического (хозяйственного) механизма менеджмента, то его структура и функции более подробно рассмотрены в статье [Куприянов, 2021], поэтому уделим больше внимание подсистеме поведенческого подхода.

Поведенческий подход находит свое применение в ходе реализации механизма управления теми или иными субъектами. Причем необходимость применения поведенческого подхода объясняется требованиями не только теории, но и практики. С точки зрения теории, необходимо обеспечить определенное соответствие производительных сил и производственных отношений с целью эффективного развития всего общественного производства. Это возможно на данном историческом этапе только признав наличие «поведенческого человека», его реальности и объективности.

Сделаем акцент, что применение поведенческого подхода при совершенствовании механизма управления в полной мере адекватно сложившейся ситуации и востребовано, прежде всего, на уровне муниципальных формирований региона. Именно муниципальное управление занимает особое место в иерархии управления публичных образований на том или ином уровне.

Муниципальные образования – это относительно новая форма территориальной организации экономики и управления страны, которая относится к разряду неустановившихся понятий. В данном исследовании под муниципальным образованием понимаем «...населенную территорию в рамках существующего территориального административно-управленческого деления страны», перед которой стоит задача объединения в едином управленческом процессе государственного управления и местного самоуправления.

Поскольку муниципальное образование является не только научной, пространственно-региональной категорией, но и обладает определенной прикладной направленностью, то представляется целесообразным исследовать эту категорию на примере конкретного административно-территориального образования.

В качестве объекта изучения применения поведенческого подхода на совершенствование механизма управления нами выбран орган местного самоуправления муниципального района – «Ракитянский район» Белгородской области. Ракитянский район существенно превосходит по среднестатистическим показателям муниципальные районы и городские округа не только в Белгородской области, но и в Центрально-Чернозёмном экономическом районе, и в Центральном федеральном округе Российской Федерации.

Структура управления Ракитянского района состоит из органов, представляющих интересы федерации, и органов управления, выражающих интересы населения.

Систему общественного самоуправления, выражающую интересы населения, образуют:

Советы общественности в 13 поселениях Ракитянского района, как городских, так и сельских. В обязанности Советов входит работа с асоциальными группами населения, профилактика безнадзорности и правонарушения несовершеннолетними, профилактика семейного неблагополучия, благоустройство территории, уборка свалок, озеленение территории, уход за пустующими домовладениями и другие общественно-значимые проблемы.

Территориальные общественные самоуправления (ТОСы). ТОСы ориентированы на объединение волеизъявления граждан с деятельностью органов, ими избираемых. Главная задача ТОСов – формирование и возрождение традиций на территории поселений, развитие народного творчества путем целенаправленной организации отдыха населения, проведения культурно-массовых и спортивных мероприятий, праздников.

Старосты. В районе сформирован механизм создания института старост. На сходах граждан выдвигаются кандидатуры на должность старост из числа уважаемых и авторитетных жителей сел и хуторов.

Уличные комитеты. Уличные комитеты являются элементом системы общественного самоуправления населения и первичным звеном самоуправления на улицах с домовладением на праве частной собственности. Уличные комитеты решают проблемы людей, связанные с благоустройством каждой улицы, каждого села, а также развитием инициативы и расширением возможностей жителей для самостоятельного решения вопросов местного значения.

Таким образом, в Ракитянском районе в общественном самоуправлении участвует до 80 % (более 20 тысяч) взрослого населения. Однако на практике явно недостаточно разработать структуру управления регионом, необходимо делегированные полномочия подкрепить соответствующими финансовыми потоками. Так, рассмотрим бюджет района в динамике за последние пять лет (табл. 1).

Из анализа приведенных в табл. 1 данных следует, что на протяжении периода с 2019 по 2023 годы доля собственных средств в доходной части районного бюджета колебалась от 28,1 % до 39,8 %, то есть в среднем 34,2 %. Получается, что из всех предполагаемых доходов только одна треть остается в бюджете района как собственные средства, а две трети из него изымаются с последующим возвращением в виде различных безвозмездных поступлений. Однако вернуть ранее изъятые средства не всегда удается в силу разных причин, и тогда недополученная разница компенсировалась за счет собственных средств районного бюджета. Об этом свидетельствует доля расходов собственных оборотных средств в расходной части бюджета (в среднем 48,4 %). То есть получается, что объем инвестиций остается неизменным, но источники у них разные. А из такого предположения следует, что используемые финансы прежде всего отражают интересы вкладчиков, что проявляется в содержании самих проектов.

Основные источники финансирования проектов Ракитянского района за отчетный период приведены в табл. 2.

Анализируя приведённые в табл. 2 данные, можно утверждать, что на финансирование основных проектов, создаваемых в течение трех лет, непосредственно из районного бюджета ушло 21 % всех затрат, инвестируемых в данные проекты. Соответственно, что почти 80 % выделенных средств затрачено на проекты, финансируемые из федерального и областного бюджетов.

Таблица 1
Table 1

Доходы и расходы бюджета Ракитянского района
за 2019–2024 гг. (млн руб.) [Доклад главы администрации муниципального района
«Ракитянский район»]
Revenues and expenditures of the Rakityansky district budget for 2019–2024 (million rubles)
[Report of the head of the administration of the municipal district "Rakityansky district"]

Показатели	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год (оценка)	2024 год (план)	Темп роста оценки 2023 г. к факту 2019 г. (%)
Доходы ВСЕГО	1735	1843	1965	2340	2362	2234	136,2
1. Собственные налоговые и неналоговые доходы	523	521	709	739	940	769	179,9
1.1. Налог на доходы физических лиц	378	378	557	584	789	628	208,7
1.2. Имущественные налоги	61	69	64	66	69	71	113,1
2. Безвозмездные поступления	1212	1322	1256	1601	1422	1465	117,3
Расходы ВСЕГО	1730	1810	1877	2378	2361	2281	136,5
1. За счёт собственных средств	812	797	940	1123	1267	1075	156,0
Доля расходов за счёт собственных средств (%)	46,9	44,0	50,1	47,2	53,7	47,1	114,3

Признавая безусловное главенство федеральных и областных интересов, следует, на наш взгляд, обратить внимание на тот факт, что в самоуправлении района задействовано 80 % его населения, а на долю исполнения их желаний приходится только пятая часть выделяемых для района финансов.

Существенно изменилась роль волонтеров в жизни региона (рис. 2).

Таблица 2
Table 2

Источники финансирования проектов на территории «Ракитянский район» в 2021–2023 гг.
[Доклад главы администрации муниципального района «Ракитянский район»]
Sources of financing for projects in the territory of the Rakityansky district in 2021–2023 [Report of the head of the administration of the municipal district "Rakityansky district"]

Источники финансирования	Всего	2021	2022	2023
Национальные проекты, млн руб.	132,6	38,9	9,4	84,3
Проекты губернатора, млн руб.	110,648	31,580	68,542	10,526
Районный бюджет с учетом софинансирования, млн руб.	61,399	1,579	3,427	50,861
Всего, млн руб.	304,647	72,059	81,369	145,687

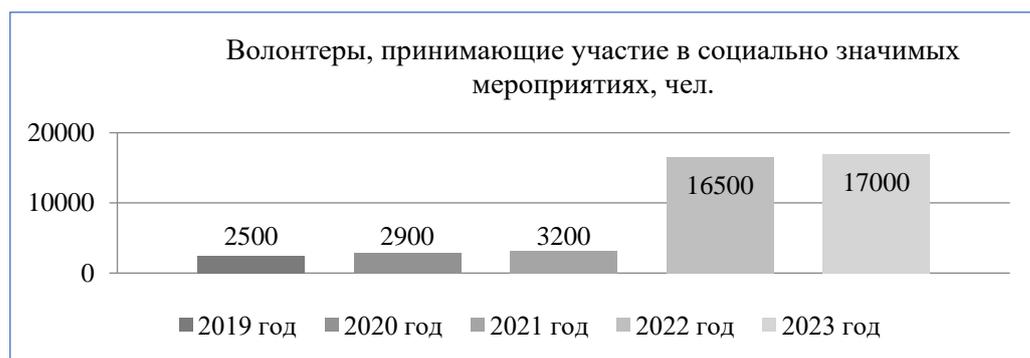


Рис. 2. Динамика числа волонтеров, принимающих участие в социально значимых мероприятиях, Ракитянский район, 2019–2023 гг. [Доклад главы администрации муниципального района «Ракитянский район»]

Fig. 2. Dynamics of volunteers participating in socially significant events, Rakityansky district, 2019–2023 [Report of the head of the administration of the municipal district "Rakityansky district"]

За пять лет, с 2019 по 2023 годы, численность волонтеров увеличилась почти в 7 раз, а это в основном молодые люди со своим восприятием реальности, перегруженным поведенческими характеристиками.

Кроме того, принципиальной особенностью муниципального уровня управления является качественно иная система показателей, используемых для организации, планирования и оценки управления. Для характеристики состояния экономики на макроуровне используется система национальных счетов, позволяющая осуществлять учет и анализ макроэкономического состояния и развития, разрабатывать модели и прогнозы темпов экономического роста, осуществлять планирование доходов и расходов государственного бюджета, регулирование инфляции, рынка труда и т. п. В то время как людей, втянувшихся в процесс управления собственной жизнью, интересует нечто иное. В частности, обустройство стадиона за счет установки дополнительных скамеек и ворот, разбивка зон отдыха с беседками, высадкой многолетних цветов, благоустройство разновозрастных детских площадок, проектирование троп «здоровья», установка светильников торшерного типа, очистка водоемов, ликвидация свалок и еще многое другое, выражающее интересы местного населения. А это не что иное, как ориентация на «поведенческого человека». Поэтому муниципалитеты обязаны делать ставку на свои уникальные географические, природные, исторические, культурные особенности, создать точки притяжения сообществ, которые вовлекают в новые бизнес-процессы жителей и меняют структуру городской или сельской экономики.

Таким образом, на основании вышеизложенных положений можно утверждать, что применение поведенческого подхода при совершенствовании механизма управления в полной мере адекватно сложившейся ситуации и востребовано, прежде всего, на уровне муниципальных формирований.

Подсистема поведенческого подхода предполагает необходимость учета поведения работника исходя из его эмоционального состояния. Это его «конечная», «видимая» форма проявления. Здесь уместно привести «модель черного ящика», когда возможно наблюдать только вход и выход. Что же происходит внутри системы – неизвестно. То есть реально есть возможность влиять только на входящую информацию, а точнее, на ее интерпретацию в конкретном контексте, поскольку сами факты изменению не подлежат. Тогда в рамках указанных ограничений на подсистему поведенческого подхода в структуре поведенческого механизма возлагается:

- формирование психологического портрета как всего коллектива, так и каждой личности его образующей;

- выявление неформальных лидеров и групп внутри коллектива;
- проведение социологических исследований по изучению коллективного и индивидуального мнения на проводимые в организации мероприятия;
- своевременность реагирования на полученную информацию и принятие адекватного решения на происходящие изменения;
- прозрачность стратегии развития и тактических действий по всей иерархии хозяйствования, от рабочего места до Федерации;
- четкие перспективы (с указанием конкретных сроков) для каждого работника, его профессионального роста и т. д., если соблюдаются оговоренные условия;
- степень удовлетворенности, получаемой от выполняемой работы, выявление причин позитивно и отрицательно на нее влияющих;
- наличие обратной связи как по вертикали, так и по горизонтали;
- максимальное вовлечение работников в обсуждение и принятие решений стратегического и тактического характера.

Данный список можно расширять, конкретизировать, уточнять, но в этом нет нужды. Главное – каждый работник знает свой маневр, и как его успешное выполнение отразится на положении всего муниципального образования и его личном благосостоянии. Естественно, что при уделении внимания поведенческому аспекту никто не устраняет функции хозяйственного и экономического характера.

По вполне понятным причинам «поведенческий механизм», как и любая экономическая категория, наряду с общей целью – повышение эффективности на основе гармонизации производительных сил и производственных отношений – будет, как правило, индивидуален в зависимости от времени, пространства, функциональной деятельности и других особенностей производства.

Выводы и заключение

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- уточнена роль механизма управления в повышении эффективности общественного производства, позволяющая «смягчить» противоречие между производительными силами и производственными отношениями эволюционными методами;
- обоснование появления «поведенческого человека» наряду с «экономическим человеком» и «социологическим человеком»;
- отмечено, что поведенческий подход представляется наиболее востребованным муниципалитетами, поскольку именно на этом уровне предусматривается не только максимальное участие в управлении местного населения, но и молодежи со свойственными ей особенностями восприятия действительности;
- необходимо признать потребность в теоретическом и практическом обосновании «поведенческого механизма» как современного этапа развития механизма управления совместно с хозяйственным и экономическим механизмами. Внешние и внутренние вызовы XXI века обуславливают важность такой модернизации современного менеджмента.

В заключение следует отметить, что полученные результаты, выводы не являются истиной в последней инстанции. Авторы приглашают всех желающих принять участие в дискуссии о таком новом явлении в современном менеджменте, как «поведенческий механизм управления», о природе его возникновения, содержании, определении степени влияния на экономическую, политическую, социальную жизнь общества.

Список источников

- Артоболевский И.И. 1988. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. -4-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, Гл. ред. физ.- мат лит., 640 с.
- Доклад главы администрации муниципального района «Ракитянский район» Белгородской области о достигнутых значениях ключевых показателей эффективности деятельности управленческой

команды органов местного самоуправления муниципального района «Ракитянский район» Белгородской области за 2023 год. 2023. Режим доступа: https://rakitnoeadm.gosuslugi.ru/netcat_files/752/5465/Doklad_glavy_administratsii_Rakityanskogo_ayona_za_2023_god_Regional_nyu_sbor_.pdf

Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. 1997. Основы менеджмента. М: Издательство: Дело, 704 с.

Список литературы

- Абалкин Л.И. 1973. Хозяйственный механизм развитого социалистического общества. М.: Мысль, 263 с.
- Аганбегян А. Г. 1979. Управление социалистическими предприятиями: Вопросы теории и практики. М.: Экономика, 447 с.
- Архипова А. 2015. Кривые безразличия – основные инструменты теории поведения потребителя: моногр. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 225 с.
- Геберт Д. 2017. Организационная психология. Человек и организация. М.: Гуманитарный центр, 322 с.
- Дорошенко Ю.А. 1997. Экономический потенциал территории. СПб.: Химия: С.-Петербург. отд-ние, 237 с.
- Евенко Л.И. 2012. Трансформация организационных структур и методов их проектирования. Креативная экономика, 6–10: 26–135.
- Куприянов С.В. 1998. Использование природных ресурсов региона. СПб, Химия, 214 с.
- Купцов И.И., Пивоварова Т.В. 2020. Основные методы психологических исследований: особенности и опыт применения. Прикладная юридическая психология, 4–53: 32–39.
- Маркс К. 1953. Капитал. М.: Изд-во АСТ, 121 с.
- Маркс К., Энгельс Ф. 1959. Сочинения. М.: Государственное издательство политической литературы, 2 изд., Т. 13., 805 с.
- Мартин Р. 2013. Как мы делаем это. Эволюция и будущее репродуктивного поведения человека. М.: Альпина Диджитал, 316 с.
- Национальные социально-экономические системы в условиях перехода к новому технологическому укладу: монография. Под ред. проф. С.В. Куприянова. 2021. Белгород: Изд-во БГТУ, 300 с.
- Новые подходы к взаимодействию реального и финансового секторов региональной экономики: монография под общ. ред. проф. А.С. Трошина. 2024. Белгород: Изд-во БГТУ, 243 с.
- Совершенствование экономических методов управления в отрасли (на примере промышленности) под ред. Г.А. Егизаряна. 1980. М.: Изд-во МГУ, 248 с.
- Талер Р. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать. 2017. М.: Издательство «Э», 368 с.
- Фромм Э. 2023. Иметь или быть? М.: Издательство ФСТ, 352 с.

References

- Abalkin L.I. 1973. The economic mechanism of a developed socialist society. Moscow: Mysl, 263 p. (in Russian).
- Aganbegyan A.G. 1979. Management of socialist enterprises: Issues of theory and practice. Moscow: Ekonomika, 447 p. (in Russian).
- Arkhipova A. 2015. Indifference curves are the main tools of the theory of consumer behavior: monograph. M.: LAP Lambert Academic Publishing, 225 p. (in Russian).
- Gebert D. 2017. Organizational psychology. Man and organization. Moscow: Humanitarian Center, 322 p. (in Russian).
- Doroshenko Yu.A. 1997. The economic potential of the territory. St. Petersburg: Chemistry: St. Petersburg department, 237 p. (in Russian).
- Evenko L.I. 2012. Transformation of organizational structures and methods of their design. Creative Economics, 6–10: 26–135 (in Russian).
- Kupriyanov S.V. 1998. The use of the natural resources of the region. St. Petersburg, Chemistry, 214 p. (in Russian).
- Kuptsov I.I., Pivovarova T.V. 2020. The main methods of psychological research: features and application experience. Applied Legal Psychology, 4–53: 32–39 (in Russian).
- Marx K. 1953. Capital. M.: Publishing house of AST, 121 p. (in Russian).
- Marx K., Engels F. 1959. Works. M.: State Publishing House of Political Literature, 2nd ed., vol. 13., 805 p. (in Russian).

- Martin R. 2013. How we do it. Evolution and the future of human reproductive behavior. Moscow: Alpina Digital, 316 p. (in Russian).
- National socio-economic systems in the context of transition to a new technological order: monograph. Edited by Prof. S.V. Kupriyanov. 2021. Belgorod: Publishing house of BSTU, 300 p. (in Russian).
- New approaches to the interaction of the real and financial sectors of the regional economy: a monograph under the general editorship of prof. A.S. Troshin. 2024. Belgorod: Publishing house of BSTU, 243 p. (in Russian).
- Improvement of economic management methods in the industry (on the example of industry), edited by G.A. Yeghiazaryan. 1980. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 248 p. (in Russian).
- Thaler R. The New Behavioral Economics. Why do people violate the rules of the traditional economy and how to make money from it. 2017. Moscow: Publishing house "E", 368 p. (in Russian).
- Fromm E. 2023. To have or to be? Moscow: FST Publishing House, 352 p. (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 12.03.2024

Received March 12, 2024

Поступила после рецензирования 26.03.2024

Revised March 26, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Куприянов Сергей Васильевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры мировой экономики и финансового менеджмента, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Sergey V. Kupriyanov, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of World Economy and Financial Management, Belgorod State Technological University V.G. Shukhova, Belgorod, Russia

Климов Анатолий Викторович, ассистент кафедры мировой экономики и финансового менеджмента, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Anatoly V. Klimov, Assistant of the Department of World Economy and Financial Management, Belgorod State Technological University V.G. Shukhova, Belgorod, Russia

Герасимова Наталья Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Natalia A. Gerasimova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК 332.14
DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-296-308

Методика оценки сбалансированного пространственного развития региона

Михайличенко М.Ю.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: mikhailichenko@bsu.edu.ru

Аннотация. В результате возрастания значимости каждого субъекта Российской Федерации в повышении эффективности социально-экономического развития экономики страны произошла актуализация научных исследований в сфере сбалансированного развития территорий. Рост межрегиональных неравенств в социально-экономическом развитии порождает разнообразные структурные и параметрические противоречия, что требует анализа взаимосвязей основных показателей социально-экономического развития регионов, выявления причин неравенств, отслеживания тенденций процессов интеграции и дезинтеграции. Целью данного исследования является изучение существующих подходов и показателей, а также разработка методики оценки сбалансированного пространственного развития региона. В ходе исследования автором проанализировано сбалансированное пространственное развитие регионов Центрального федерального округа на основе применения стандартизованных значений показателей по трем блокам: экономическое развитие, социальное развитие и экологическое развитие; построена матрица, отражающая степень пропорциональности развития региона.

Ключевые слова: пространственное развитие, сбалансированность развития, пропорциональность, регион

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания НИУ «БелГУ» FZWG-2023-0014, тема проекта «Пространственно-сетевое взаимодействие российских регионов в контексте новых вызовов технологического развития».

Для цитирования: Михайличенко М.Ю. 2024. Методика оценки сбалансированного пространственного развития региона. Экономика. Информатика, 51(2): 296–308. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-296-308

Methodology for Assessing Balanced Spatial Development of the Region

Marina Yu. Mikhailichenko

Belgorod State National Research University
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russian Federation
E-mail: mikhailichenko@bsu.edu.ru

Abstract. As a result of the increasing importance of each constituent entity of the Russian Federation in improving the efficiency of socio-economic development of the country's economy, there has been an actualisation of scientific research in the field of balanced development of territories. The growth of interregional inequalities in socio-economic development gives rise to a variety of structural and parametric contradictions, which requires analyzing the interrelationships of the main indicators of socio-economic development of regions, identifying the causes of inequalities, tracking the trends of integration and disintegration processes. The purpose of this study is to examine the existing approaches and indicators, as well as to develop a methodology for assessing the balanced spatial development of the region. In the course of the study the author analyzed the balanced spatial development of the regions of the Central Federal District on the basis of the application of standardized values of indicators in three blocks: economic development,

social development and environmental development; a matrix reflecting the degree of proportionality of the region's development was constructed.

Keywords: spatial development, balanced development, proportionality, region

Acknowledgements: the research was carried out within the framework of the state assignment of National Research University «BelsU» FZWG-2023-0014, the topic of the project «Spatial and network interaction of Russian regions in the context of new challenges of technological development».

For citation: Mikhailichenko M.Yu. 2024. Methodology for Assessing Balanced Spatial Development of the Region. Economics. Information technologies, 51(2): 296–308. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-296-308

Введение

Хозяйственная деятельность региона представляет собой сложную, многопараметрическую систему. Перспективы развития хозяйственной системы региона зависят от различных балансов между совокупностью ее компонентов. Для достижения сбалансированного развития любой системы необходимы согласованные изменения во всех ее компонентах, при этом основные пропорции между ними должны оставаться без изменений.

Одним из ключевых направлений региональной политики Российской Федерации является достижение сбалансированности уровня социально-экономического развития регионов. Аналитический обзор методик оценки сбалансированного пространственного развития региона показал, что в экономической литературе такие методики представлены достаточно широко и изучаются с точки зрения таких составляющих, как: пространственные каркасы [Атаева, Аслаева, 2022]; системы расселения [Растворцева, Манаева, 2020]; социо-эколого-экономические компоненты [Барабаш, 2014; Бойцов, 2021]; муниципальные образования [Мамлеева, Сазыкина, Трофимова, 2019; Сульдина, Хамидулина, 2012]. Выявлению дисбаланса развития по линии «город-село» посвящены труды [Ускова, Патракова, 2024]. Исследования [Гайнанов, Гатауллин, Атаева, 2021; Бабкова, Панахов, 2018; Садыков, 2022] также посвящены совершенствованию оценки сбалансированного развития региона.

Одним из наиболее распространенных подходов к оценке сбалансированности развития региона является использование обобщенного индекса для каждого региона, который затем сравнивается с индексами других регионов. Этот метод основан на статистическом индексном подходе, который объединяет различные показатели в один.

Методика оценки сбалансированного пространственного развития региона является сложным и многофакторным процессом, а также важным инструментом для определения текущего состояния и перспектив развития территории. «Разрабатываемая методика имеет конечную цель в виде создания количественно выраженной интегральной оценки уровня сбалансированности развития региона» [Бойцов, 2021].

Целью исследования является оценка уровня сбалансированного пространственного развития регионов Центрального федерального округа и в частности Белгородской области, определение степени пропорциональности их развития.

Материалы и методы

Объектом исследования выступают регионы Центрального федерального округа. В исследовании использовались общенаучные методы, такие как метод индукции, дедукции, анализа и синтеза, а также экономико-математический и сравнительный. Материалами для исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики.

Результаты и их обсуждение

Региональная система состоит из трех важных взаимосвязанных частей – экономики, социума и экологии. В связи с этим для проведения оценки сбалансированного пространственного

развития региона используются комплексные методы и индикаторы, которые учитывают различные аспекты социального, экологического и экономического развития.

Для включения определенных показателей в методику оценки необходима конкретизация сущности социо-эколого-экономической сбалансированности. В рамках пространственного развития под сбалансированностью подразумевается наличие стабильной взаимосвязанной структуры развития территории. Данная методика предполагает пропорциональное соотношение выбранных социальных, экологических и экономических показателей. Указанные показатели будут сгруппированы в соответствии с их областью применения – в социальный, экологический и экономический блоки, содержащие несколько критериев, отражающих текущий уровень развития (рис. 1). Все выбранные показатели – это величины, рассматриваемые в динамике.



Рис. 1. Показатели оценки сбалансированного пространственного развития
 Fig. 1. Indicators for assessing balanced spatial development of the region

Система комплексной оценки сбалансированного пространственного развития региона позволяет наиболее точно учесть особенности территории, сделать вывод о текущем состоянии региона и определить направления для его дальнейшего развития. На рисунке 2 представлен алгоритм оценки уровня сбалансированности пространственного развития региона.

Для определения уровня сбалансированности пространственного развития региона предлагается рассчитывать интегральный индекс, обобщающий значение комплекса показателей. Важнейшим условием включения показателей в методику интегральной оценки стало выделение ключевых характеристик, отражающих развитие территории.

Поскольку отобранные параметры оценки несоизмеримы, необходимо провести их стандартизацию (нормирование) к одному числовому измерителю. Стоит обратить особое внимание на тот момент, что среди показателей есть такие, которые оказывают обратное (негативное) влияние на уровень развития региона.



Рис. 2. Алгоритм оценки уровня сбалансированности пространственного развития региона
 Fig. 2. Algorithm for assessing the level of balance in the region's spatial development

Для расчета индексов комплексной оценки основных показателей экономического, социального и экологического развития региона используется следующая формула:

$$I_p = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n} \quad (1)$$

где, k_i – стандартизированные частные индексы по каждому из показателей блоков;
 n – количество показателей в каждом блоку.

Далее рассчитывается интегральный индекс развития, который в данной методике представляет собой среднеарифметическое значение индексов комплексной оценки основных показателей экономического, социального и экологического развития, в связи с тем, что все они равнозначны по вкладу в обеспечение сбалансированности:

$$I_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{эр}} + I_{\text{ср}} + I_{\text{экр}}}{3} \quad (2)$$

На основе полученных результатов расчета интегрального индекса необходимо установить его пороговые значения, отражающие уровень сбалансированности развития региона (табл. 1). В связи с тем, что индекс является интегральным, его пороговые значения находятся в диапазоне от 0 до 1. Представленная шкала сбалансированного развития регионов состоит из пяти уровней.

Для того, чтобы выявить конкретные проблемы обеспечения сбалансированного пространственного развития региона, а также определить, по какому исследуемому блоку происходит отклонение, на основании полученных данных индексов комплексной оценки основных показателей экономического, социального и экологического развития, необходимо составить матрицу, характеризующую насколько пропорционально развивается регион (табл. 2). Для этого необходимо рассчитать отклонение индексов комплексной оценки $I_{\text{эр}} - I_{\text{ср}}$, $I_{\text{ср}} - I_{\text{экр}}$, $I_{\text{эр}} - I_{\text{экр}}$ и присвоить баллы при условии, что «1» балл присваивается, если отклонение индексов находится в диапазоне $[-0,15; 0,15]$, «0» баллов, если отклонение индексов находится в диапазоне $(-\infty; -0,15)$; $(0,15; +\infty)$.



Таблица 1
 Table 1

Шкала определения уровня сбалансированности пространственного развития региона
 Scale for determining the level of balance in the region's spatial development

Уровень развития регионов ЦФО	Пороговые значения интегрального показателя сбалансированного развития	Уровень сбалансированности развития региона
1	$0,800 < I_{\text{спр}} < 1,000$	Высокий уровень сбалансированности развития
2	$0,600 < I_{\text{спр}} < 0,799$	Нормальный уровень сбалансированности развития
3	$0,400 < I_{\text{спр}} < 0,599$	Средний уровень сбалансированности развития
4	$0,200 < I_{\text{спр}} < 0,399$	Низкий уровень сбалансированности развития
5	$0,000 < I_{\text{спр}} < 0,199$	Крайне низкий уровень сбалансированности развития

Таблица 2
 Table 2

Степень пропорциональности развития регионов
 Degree of proportionality of regional development

Степень пропорциональности развития	Условия пропорциональности	Отклонение экономического и социального развития	Отклонение социального и экологического развития	Отклонение экологического и экономического развития
Высокая пропорциональность развития	1.1.1	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} < \pm 0,15), 1$
Нормальная пропорциональность развития	0.1.1	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} < \pm 0,15), 1$
	1.0.1	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} < \pm 0,15), 1$
	1.1.0	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} > \pm 0,15), 0$
Низкая пропорциональность развития	1.0.0	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} > \pm 0,15), 0$
	0.1.0	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} < \pm 0,15), 1$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} > \pm 0,15), 0$
	0.0.1	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} < \pm 0,15), 1$
Критически низкая пропорциональность развития	0.0.0	$(I_{\text{эр}} - I_{\text{сп}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{сп}} - I_{\text{экр}} > \pm 0,15), 0$	$(I_{\text{экр}} - I_{\text{эр}} > \pm 0,15), 0$

Для выявления диспропорций регионального развития на основании предложенной авторской методики проведем оценку сбалансированного пространственного развития регионов Центрального федерального округа. Результаты расчета стандартизированных значений показателей по каждому блоку представлены в таблицах 3–5.

На основании данных, полученных в таблице 2.7, можно сделать вывод, что в 2022 г. лидирующие позиции по уровню экономического развития среди регионов Центрального федерального округа занимали г. Москва, Тульская, Московская и Белгородская области. К числу регионов-аутсайдеров относятся Костромская и Липецкая области, поскольку индекс комплексной оценки по критерию экономического развития данных регионов не превышает 0,2.

Таблица 3
 Table 3

Показатели индекса комплексной оценки регионов Центрального федерального округа в 2022 г. по блоку «Экономическое развитие» (рассчитано автором по данным [Регионы России. Социально-экономические показатели, 2023])

Indicators of the index of comprehensive assessment of the regions of the Central Federal District in the 2022 for the block «Economic Development» (calculated by the author according to the data [Regions of Russia. Socio-economic indicators, 2023])

Наименование субъекта ЦФО	Нормированные показатели					Индекс комплексной оценки, $I_{\text{эп}}$	Рейтинг регионов
	ВРП на душу населения	Инвестиции в основной капитал на душу населения	Индекс производительности труда в текущем году к предыдущему	Степень износа основных фондов	Объем инновационных товаров, работ, услуг от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг		
Белгородская область	0,259	0,161	0,493	0,734	0,941	0,518	4
Брянская область	0,044	0,032	0,845	0,483	0,426	0,366	5
Владимирская область	0,106	0,184	0,041	0,411	0,277	0,204	16
Воронежская область	0,115	0,213	0,351	0,768	0,267	0,343	6
Ивановская область	0,000	0,004	0,682	0,498	0,287	0,294	9
Калужская область	0,141	0,172	0,000	0,560	0,178	0,210	15
Костромская область	0,047	0,000	0,520	0,000	0,000	0,113	18
Курская область	0,126	0,314	0,230	0,696	0,347	0,342	7
Липецкая область	0,170	0,206	0,264	0,063	0,257	0,192	17
Московская область	0,283	0,237	0,480	0,986	0,624	0,522	3
Орловская область	0,072	0,051	0,459	0,570	0,010	0,232	13
Рязанская область	0,095	0,047	0,791	0,237	0,406	0,315	8
Смоленская область	0,086	0,025	0,500	0,130	0,347	0,217	14
Тамбовская область	0,051	0,045	0,466	0,271	0,535	0,274	10
Тверская область	0,067	0,018	0,514	0,048	0,535	0,236	12
Тульская область	0,156	0,195	1,000	0,807	1,000	0,631	2
Ярославская область	0,127	0,079	0,615	0,092	0,436	0,270	11
г. Москва	1,000	1,000	0,804	1,000	0,356	0,832	1

На основе величин индексов комплексной оценки можно сделать вывод, что в 2022 г. наиболее высоким уровнем социального развития располагали г. Москва, Курская, Московская, Воронежская области. В рейтинге регионов в исследуемом блоке Белгородская область занимает 5 место. Последние три места рейтинга занимают Брянская, Ярославская и Орловская области.

Таблица 4
 Table 4

Показатели индекса комплексной оценки регионов Центрального федерального округа в 2022 г. по блоку «Социальное развитие» (рассчитано автором по данным [Регионы России. Социально-экономические показатели, 2023])

Indicators of the index of comprehensive assessment of the regions of the Central Federal District in the 2022 for the block «Social development» (calculated by the author according to [Regions of Russia. Socio-economic indicators, 2023])

Наименование субъекта ЦФО	Нормированные показатели						Индекс комплексной оценки, $I_{Эр}$	Рейтинг регионов
	Средний месячный доход на душу населения	Коэффициент Джини	Численность населения с денежными доходами ниже границы бедности/величины прожиточного минимума на 10 000 человек населения	Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры на 10 000 человек населения	Заболееваемость на 1 000 человек населения	Уровень безработицы		
Белгородская область	0,138	0,506	0,841	0,420	0,734	0,481	0,520	5
Брянская область	0,054	0,598	0,137	0,203	0,560	0,667	0,370	16
Владимирская область	0,000	1,000	0,346	0,179	0,304	0,889	0,453	10
Воронежская область	0,111	0,310	0,720	0,549	0,940	0,556	0,531	4
Ивановская область	0,031	0,897	0,123	0,310	0,309	0,667	0,389	14
Калужская область	0,050	0,966	0,689	0,179	0,321	0,407	0,435	11
Костромская область	0,034	1,057	0,164	0,159	0,567	0,630	0,435	12
Курская область	0,084	0,655	0,600	0,485	1,000	0,778	0,600	2
Липецкая область	0,105	0,517	0,729	0,142	0,925	0,481	0,483	7
Московская область	0,361	0,460	0,982	0,000	0,840	0,704	0,558	3
Орловская область	0,029	0,632	0,188	0,524	0,000	0,370	0,291	18
Рязанская область	0,017	0,724	0,184	0,326	0,691	0,778	0,454	9
Смоленская область	0,044	0,540	0,000	0,317	0,773	0,593	0,378	15
Тамбовская область	0,028	0,690	0,314	0,401	0,803	0,630	0,478	6
Тверская область	0,046	0,954	0,421	0,181	0,471	0,481	0,426	13
Тульская область	0,034	0,793	0,494	0,256	0,654	0,519	0,458	8
Ярославская область	0,091	0,713	0,504	0,326	0,382	0,000	0,336	17
г. Москва	1,000	0,000	1,000	1,000	0,854	1,000	0,809	1

Таблица 5
 Table 5

Показатели индекса комплексной оценки регионов Центрального федерального округа в 2022 г. по блоку «Экологическое развитие» (рассчитано автором по данным [Регионы России. Социально-экономические показатели, 2023])

Indicators of the index of comprehensive assessment of the regions of the Central Federal District in the 2022 for the block «Ecological development» (calculated by the author according to the data [Regions of Russia. Socio-economic indicators, 2023])

Наименование субъекта ЦФО	Нормированные показатели					Индекс комплексной оценки, $I_{\text{эп}}$	Рейтинг регионов
	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты	Расходы на охрану окружающей среды	Индекс физического объема природоохранных расходов		
Белгородская область	0,516	0,819	0,936	0,258	0,235	0,553	7
Брянская область	0,895	0,889	0,945	0,031	0,179	0,588	4
Владимирская область	0,825	0,013	0,896	0,057	0,422	0,443	14
Воронежская область	0,673	0,457	0,858	0,124	0,267	0,476	12
Ивановская область	1,000	0,075	0,937	0,039	0,793	0,569	5
Калужская область	0,978	0,593	0,919	0,053	0,151	0,539	9
Костромская область	0,945	0,259	0,962	0,033	0,153	0,471	13
Курская область	0,905	0,350	1,000	0,162	1,000	0,683	1
Липецкая область	0,000	0,727	0,929	0,209	0,000	0,373	18
Московская область	0,476	0,995	0,000	0,505	0,189	0,433	15
Орловская область	1,000	0,399	0,955	0,000	0,334	0,537	11
Рязанская область	0,789	1,000	0,921	0,040	0,284	0,607	3
Смоленская область	0,916	0,668	0,955	0,022	0,215	0,555	6
Тамбовская область	0,865	0,016	0,960	0,065	0,211	0,423	16
Тверская область	0,905	0,743	0,924	0,105	0,479	0,631	2
Тульская область	0,691	0,774	0,850	0,101	0,274	0,538	10
Ярославская область	0,775	0,000	0,827	0,150	0,271	0,405	17
г. Москва	0,855	0,558	0,086	1,000	0,235	0,547	8

Сформированный на основании индекса комплексной оценки рейтинг в таблице 5 демонстрирует, что большое внимание охране окружающей среды уделяется в Курской, Тверской и Рязанской областях. В развитии и внедрении природоохранных мер остро нуждаются Тамбовская, Ярославская и Липецкая области, поскольку их комплексный индекс экологического развития имеет самые низкие значения.



Итоговые значения интегрального индекса оценки сбалансированного пространственного развития регионов ЦФО в 2022 г. представлены в таблице 6.

Таблица 6
Table 6

Значение индекса интегральной оценки сбалансированного пространственного развития регионов Центрального федерального округа в 2022 г. (рассчитано автором по данным [Регионы России. Социально-экономические показатели, 2023])

The value of the index of integral assessment of balanced spatial development of the regions of the Central Federal District in 2022 (calculated by the author according to the data Regions of Russia. Socio-economic indicators, 2023)

Наименование субъекта ЦФО	Индекс интегральной оценки сбалансированного пространственного развития регионов
Белгородская область	0,530
Брянская область	0,441
Владимирская область	0,366
Воронежская область	0,450
Ивановская область	0,417
Калужская область	0,395
Костромская область	0,340
Курская область	0,542
Липецкая область	0,349
Московская область	0,504
Орловская область	0,353
Рязанская область	0,458
Смоленская область	0,384
Тамбовская область	0,391
Тверская область	0,431
Тульская область	0,542
Ярославская область	0,337
г. Москва	0,729

Согласно данным таблицы 6 можно сделать вывод, что наиболее высокими показателями уровня сбалансированности развития в 2022 г. обладают г. Москва, Тульская, Курская, Белгородская и Московская области. Низкие результаты показали Ярославская и Костромская области.

На основе предложенной авторской шкалы интерпретации величин интегральных индексов развития распределим регионы ЦФО по группам согласно уровню сбалансированности (табл. 7).

На основе интегральной оценки развития установлено, что ни один регион не достиг высокого уровня сбалансированного развития. Как видно из таблицы 7, нормальный уровень сбалансированности развития зафиксирован в г. Москва. В 2022 г. большее количество регионов имели средний уровень сбалансированности развития. В число регионов с низким уровнем сбалансированности развития в исследуемом периоде попали Владимирская, Калужская, Костромская, Липецкая, Орловская, Смоленская, Тамбовская и Ярославская области. Низкий уровень сбалансированности развития данных субъектов может свидетельствовать о слабом пространственном развитии, о критически низком уровне пропорциональности, или вовсе о ее отсутствии между экономической, социальной и экологической составляющими региональной системы. Стоит также отметить, что крайне низкого уровня сбалансированности развития в 2022 г. не достиг ни один регион.

Таблица 7
Table 7

Распределение регионов ЦФО по группам сбалансированности в 2022 г.
Distribution of the CFD regions by balance groups in 2022.

Наименование региона	Значение интегрального индекса	Числовое значение группы	Описание группы
–	–	0,800 - 1,000	Высокий уровень сбалансированности
г. Москва	0,729	0,600 - 0,799	Нормальный уровень сбалансированности
Курская область	0,542	0,400 - 0,599	Средний уровень сбалансированности
Тульская область	0,542		
Белгородская область	0,530		
Московская область	0,504		
Рязанская область	0,458		
Воронежская область	0,450		
Брянская область	0,441		
Тверская область	0,431		
Ивановская область	0,417		
Калужская область	0,395		
Тамбовская область	0,391		
Смоленская область	0,384		
Владимирская область	0,366		
Орловская область	0,353		
Липецкая область	0,349		
Костромская область	0,340		
Ярославская область	0,337		
–	–	0,000 - 0,199	Крайне низкий уровень сбалансированности

Поскольку Белгородская область находится в числе регионов со средним уровнем сбалансированности, для выявления конкретных проблем, образующих диспропорции пространственного развития регионов Центрального федерального округа данной группы, определения, по какому исследуемому блоку происходит отклонение, на основании полученных данных индексов комплексной оценки основных показателей экономического, социального и экологического развития составим матрицу, характеризующую, насколько пропорционально развиваются экономическая, социальная и экологическая составляющие указанных регионов (табл. 8).

Согласно полученным данным можно сделать вывод, что несмотря на средний уровень сбалансированного пространственного развития в 2022 году, в Белгородской и Московской областях соблюдаются все условия пропорциональности, что говорит о равномерном развитии регионов. Нормальная пропорциональность развития зафиксирована в Воронежской и Тульской областях. При условии пропорциональности «0.1.1» данным регионам следует уделить большее внимание улучшению экономического развития. В то же время в Брянской, Ивановской и Рязанской областях соблюдено только одно условие пропорциональности – между экономическим и социальным развитием, а в Курской – между социальным и экологическим. В Тверской области отмечается критически низкая пропорциональность развития.

Таблица 8
 Table 8

Степень пропорциональности развития регионов ЦФО со средним уровнем сбалансированности развития в 2022 г.
 The degree of proportionality of development of the CFD regions with an average level of balanced development in 2022.

Наименование субъекта ЦФО	Условия пропорциональности развития
Белгородская область	1.1.1
Брянская область	1.0.0
Воронежская область	0.1.1
Ивановская область	1.0.0
Курская область	0.1.0
Московская область	1.1.1
Рязанская область	1.0.0
Тверская область	0.0.0
Тульская область	0.1.1

Условные обозначения:

	- высокая пропорциональность развития
	- нормальная пропорциональность развития
	- низкая пропорциональность развития
	- критически низкая пропорциональность развития

С учетом вышеизложенного, можно отметить, что в Белгородской области большое внимание уделяется охране окружающей среды. В 2022 г. значения показателя комплексной оценки по блоку «Экологическое развитие» были выше показателей по блокам «Экономическое развитие» и «Социальное развитие». Это свидетельствует о серьезном отношении к защите экологии региона и стремлении к улучшению состояния окружающей среды. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что Белгородской области необходимо уделить большее внимание улучшению экономического развития, а также продолжить работу над повышением социальных показателей для достижения более сбалансированного пространственного развития всего региона.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что методика оценки сбалансированного пространственного развития региона представляет собой комплексный набор инструментов и показателей, направленных на анализ и оценку различных аспектов территориального развития с целью выявления уровня равномерности развития региона.

Разработанный методический подход к оценке сбалансированного пространственного развития региона основан на сравнении восемнадцати субъектов Центрального федерального округа между собой. Для соотнесения региональных систем рассматриваются величины шестнадцати показателей, сгруппированных в три блока: экономического, социального и экологического развития.

Авторская методика позволяет выявлять степень пропорциональности развития регионов по каждому из блоков, а также определять интегральный уровень сбалансированности развития территории.

Такой комплексный подход позволяет определить стратегические направления развития территории и повышения качества жизни ее жителей, получить более объективную картину развития региона и принять эффективные управленческие решения для его улучшения.

В результате исследования представленная методика оценки сбалансированного пространственного развития региона позволила выявить наличие диспропорций развития в экономической, социальной и экологической сферах, позиции регионов по уровню развития среди субъектов Центрального федерального округа.

Методический подход является динамичным, может быть дополнен параметрами в случае необходимости. Точность определения уровня развития и его сбалансированности обусловлена применением математического аппарата при анализе статистических данных регионов Центрального федерального округа.

Список источников

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. / Росстат. – М., 2023. 1126 с.
URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2023.pdf (дата обращения 23.04.2024 г.)

Список литературы

- Атаева А.Г., Аслаева С.Ш. 2022. Методика определения пространственных каркасов региона и их сбалансированности. Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право», 2: 203–208.
- Бабкова Э.Г., Панахов А.У. 2018. Рейтинговая оценка сбалансированного развития регионов Центрального федерального округа. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, 2: 19–27.
- Барабаш Д.А. 2014. Комплексный подход для оценки сбалансированности регионального развития. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки, 1 (187): 42–53.
- Бойцов А.Н. 2021. Оценка эффективности региональной социально-экономической политики на принципах социо-эколого-экономической сбалансированности. Фундаментальные исследования, 12: 68–73.
- Гайнанов Д.А., Гатауллин Р.Ф., Атаева А.Г. 2021. Методологический подход и инструментарий обеспечения сбалансированного пространственного развития региона. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, 14, 2: 75–91.
- Мамлеева Э.Р., Сазыкина М.Ю., Трофимова Н.В. 2019. Методика оценки сбалансированности муниципального образования. Вестник Евразийской науки, 11, 6, URL: <https://esj.today/PDF/72ECVN619.pdf> (дата обращения 23.04.2024 г.)
- Растворцева С.Н., Манаева И.В. 2020. Закон Ципфа в городах России. Анализ новых показателей. Экономика региона, 3: 935–947
- Сульдина Г.А., Хамидулина А.М. 2012. Оценка сбалансированности социально-экономического развития муниципальных образований в регионе. Вопросы экономики и права, 44: 111–115.
- Садьков А.И. 2022. Методика оценки сбалансированного социально-экономического развития региона. Экономические науки, 216: 153–158.
- Ускова Т.В., Патракова С.С. 2024. Сбалансированность регионального экономического пространства по линии «город – село». Проблемы прогнозирования, 1(202): 196–207.

References

- Ataeva A.G., Aslaeva S.Sh. 2022. Methodology for determining the spatial frameworks of the region and their balance. Bulletin of Udmurt University. Series «Economics and Law», 2: 203–208 (in Russian).
- Babkova E.G., Panakhov A.U. 2018. Rating assessment of balanced development of the regions of the Central Federal District. Scientific journal of the National Research University of ITMO. Series: Economics and environmental management, 2: 19–27 (in Russian).
- Barabash D.A. 2014. Complex approach to assess the balance of regional development. Scientific and Technical Vedomosti of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences, 1 (187): 42–53 (in Russian).
- Boytsov A.N. 2021. Estimation of efficiency of regional socio-economic policy on principles of socio-ecological-economic balance. Fundamental researches, 12: 68–73 (in Russian).



- Gaynanov D.A., Gataullin R.F., Ataeva A.G. 2021. Methodological approach and tools to ensure balanced spatial development of the region. Economic and social changes: facts, trends, forecast, 14, 2: 75–91 (in Russian).
- Mamleeva E.R., Sazykina M.Y., Trofimova N.V. 2019. Methodology for assessing the balance of municipal education. Bulletin of Eurasian Science, 11, 6, URL: <https://esj.today/PDF/72ECVN619.pdf> (date of circulation 23.04.2024) (in Russian).
- Rastvortseva S.N., Manaeva I.V. 2020. Zipf's law in Russian cities. Analysis of new indicators. Regional economy, 3: 935–947 (in Russian).
- Suldina G.A., Khamidulina A.M. 2012. Estimation of balance of socio-economic development of municipalities in the region. Economic and legal issues, 44: 111–115 (in Russian).
- Sadykov A.I. 2022. Methodology of assessment of balanced socio-economic development of the region. Economic Sciences, 216: 153–158 (in Russian).
- Uskova T.V., Patrakova S. S. 2024. Balanced regional economic space on the line «city – village». Problems of forecasting, 1(202): 196–207 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 27.04.2024

Received April 27, 2024

Поступила после рецензирования 22.05.2024

Revised May 22, 2024

Принята к публикации 28.05.2024

Accepted May 28, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Михайличенко Марина Юрьевна, аспирант кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Marina Yu. Mikhailichenko, Postgraduate Student of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 332.1

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-309-319

Сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона

Мухаметова А.Д.

Уфимский университет науки и технологий
Россия, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32
E-mail: aigul_md_f@mail.ru

Аннотация. В современных условиях стратегически важным становится формирование траектории регионального экономического развития, приоритетами которой является сбалансированное и оптимальное использование совокупного потенциала. Однако проблема «недоиспользования» сформированного человеческого капитала остается серьезной во всех российских регионах, особенно в условиях внешнеэкономической нестабильности и ограничений. Ключевая причина такой ситуации нам видится в несоответствии спроса и предложения человеческого капитала. Поэтому цель исследования – предложение сценариев регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала исходя из результатов анализа. При этом объекты исследования – характер и региональные особенности использования человеческого капитала в 85 субъектах РФ. В рамках данного исследования субъекты РФ сгруппированы по характеру регионального экономического развития. В целях повышения эффективности управления для каждой группы регионов были предложены сценарии, позволяющие определять траекторию регионального экономического развития в будущем.

Ключевые слова: региональное экономическое развитие, человеческий капитал региона, сценарии регионального экономического развития, траектория регионального экономического развития, воспроизводственный потенциал

Для цитирования: Мухаметова А.Д. 2024. Сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона. Экономика. Информатика, 51(2): 309–319. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-309-319

Scenarios for Regional Economic Development Based on the Use of Human Capital in the Region

Aigul D. Mukhametova

Ufa University Science and Technology
32 Zaki Validi St, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450076, Russia
E-mail: aigul_md_f@mail.ru

Abstract. In modern conditions, the formation of a trajectory of regional economic development, the priorities of which is the balanced and optimal use of the total potential, becomes strategically important. However, the problem of “underutilization” of formed human capital remains serious in all Russian regions, especially in conditions of external economic instability and restrictions. We see the key reasons for this situation as the discrepancy between demand and supply for human capital in the region. Therefore, the purpose of the article is to develop scenarios for regional economic development based on the use of human capital. The objects of study of this scientific work are the nature of regional economic development and the key features of the use of human capital in the constituent entities of the Russian Federation. As part of this study, scenarios for regional economic development were developed based on the use of human capital in Russian regions, depending on the nature of regional economic development and the type of region based on two criteria (GRP and human capital of the region). As a result of calculations, the subjects of the Russian Federation are grouped by the nature of regional economic development: regions with accelerated regional economic development; developing regions; underdeveloped regions; “backward” territories. For each group of regions, strategic guidelines and scenarios have been developed, which contain recommendations for managing the region’s human capital.



Keywords: regional economic development, human capital of the region, scenarios of regional economic development, regional economic development trajectory, reproductive potential

For citation: Mukhametova A.D. 2024. Scenarios for Regional Economic Development Based on the Use of Human Capital in the Region. *Economics. Information Technologies*, 51(2): 309–319. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-309-319

Введение

В настоящее время одной из главных проблем регионального экономического развития является «недоиспользование» человеческого капитала региона, что обусловлено значительными экономическими потерями потенциального валового регионального продукта. Результаты расчетов на основе модифицированной и дополненной формулы А. Оукена свидетельствуют о том, что потери потенциального ВРП по регионам-субъектам РФ в 2021 г. составляли от 1,14 % до 57,22 % ВРП [Мухаметова, 2021]. Основные причины этого явления – низкая экономическая активность населения в некоторых регионах, высокая безработица и миграция, значительная доля занятости в теневом секторе. Такая ситуация, на наш взгляд, объясняется тем, что спрос на человеческий капитал в регионах не соответствует предложению (и наоборот). Вместе с тем больше половины регионов-субъектов ориентированы на преимущественное использование воспроизводственного потенциала (а человеческий капитал региона является его важным структурным элементом), а не на его формирование [Янгилов, 2005, с. 41–43]. Это такие субъекты РФ, в которых наблюдаются значительный рост износа основных фондов, выбытие фондов превышает ввод, сокращается число предприятий и организаций. Все это также негативно влияет на сбалансированное и эффективное использование человеческого капитала региона, так как сформированные компетенции работников не находят применение в экономике региона. Данная проблема усугубляется в условиях цифровизации региональных экономик, где интеллектуальные и творческие (креативные) способности человеческого капитала региона еще более востребованы. Так, человеческий капитал региона становится эффективным инструментом управления цифровым региональным экономическим развитием, который позволяет обеспечить структурные изменения в региональной экономике и интенсификацию производства в условиях ограничений в связи с введенным на территории РФ санкционным режимом.

Таким образом, цель исследования – предложить сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала исходя из полученных результатов анализа.

Объекты и методы исследования

Для реализации авторского подхода, направленного на эффективное использование человеческого капитала на основе стимулирования спроса на инновации со стороны субъектов экономики (бизнес-структуры, государство, общество) [Мухаметова, 2022], предлагаются: меры по реструктуризации региональной экономики; снижение теневого сектора региональной экономики; стимулирование инновационного предпринимательства [Гришин и др., 2020]; повышение эффективности некоммерческого сектора региональной экономики и государственного управления [Валиев и др., 2018].

Для оценки уровня развития человеческого капитала в зарубежной и отечественной литературе разработано множество различных подходов: метод оценки интеллектуального капитала (как важного компонента человеческого капитала) [Stewart, 1988], подход к оценке человеческого капитала региона организации [Likert et al., 1969], расчеты ROI человеческого капитала [Fitz-enz, 2009], подход к оценке инвестиций в человеческий капитал [Sakalas, Liepe, 2011]), методика оценки человеческого капитала на макроуровне [Liepe, 2012], модель оценки чистой добавленной стоимости человеческого капитала [Milost, 2014], методика оценки условий формирования и развития человеческого капитала региона [Zaborovskaia et al., 2014], методика интегральной оценки человеческого капитала региона [Серебрякова и др., 2019],

территориальный подход [Vladimirovna et al., 2020], подход экономической оценки человеческого капитала региона [Дьяков, 2022], методика оценки человеческого капитала территорий с разным уровнем благополучия [Нешатаев, 2023], подход оценки человеческого капитала [Olimova, 2023]), модели оценки человеческого капитала [Shcherbakov, 2023] и др.

Проведенный анализ научных работ позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время не существует единой методики оценки человеческого капитала региона, так как каждый из исследователей при оценке исходит из собственных целей исследования. Поэтому нами проведена систематизация подходов к оценке человеческого капитала [Мухаметова, 2023] и предложена методика его оценки с учетом компонентной структуры. Вместе с тем применение только одной методики оценки человеческого капитала региона не позволяет дать комплексную оценку характера его развития. Поэтому были предложены методические подходы к оценке регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала, которые позволили сгруппировать регионы по типу и характеру использования человеческого капитала региона [Мухаметова, 2021].

Полученные результаты типологизации регионов-субъектов РФ представлены в матрице взаимосвязи регионального экономического развития и использования человеческого капитала региона (таблица 1).

В качестве критериев для определения уровня использования человеческого капитала региона использованы следующие пороговые значения выбранных показателей (i):

$$i_h = \bar{i} + \frac{i_{max} - \bar{i}}{2} < i \leq i_{max} \text{ (высокий уровень);}$$

$$\bar{i} < i \leq i_h \text{ (уровень выше среднего);}$$

$$i_l = \bar{i} - (\bar{i} - i_{min})/2 < i \leq \bar{i} \text{ (уровень ниже среднего)}$$

$$i_{min} \leq i \leq i_l \text{ (низкий уровень)}$$

Таблица 1
Table 1

Матрица взаимосвязи регионального экономического развития и использования человеческого капитала региона за 2021 г.
 The matrix of the relationship between regional economic development and the use of human capital in the region for 2021

Критерии выбранных показателей		Использование человеческого капитала региона			
		$0.590 < i \leq 0,434$ Высокий	$0.434 < i \leq 0.278$ Выше среднего	$0.278 < i \leq 0.192$ Ниже среднего	$0.192 \leq i \leq 0.105$ Низкий
1		2	3	4	5
Региональное экономическое развитие (ВРП)	$24471160.4 < i \leq 12948421,3$ Высокий	г. Москва	-	-	-
	$12948421,3 < i \leq 1425682,2$ Выше среднего	г. Санкт-Петербург, Респ. Татарстан	Московская обл., Ростовская обл., Респ. Башкортостан, Пермский край, Нижегородская обл., Самарская обл., Свердловская обл., ЯМАО, Челябинская обл., Красноярский край, Новосибирская обл., Респ. Саха (Якутия)	Тюменская обл., ХМАО-Югра, Иркутская обл.	Ленинградская обл., Кемеровская обл.-Кузбасс



Окончание табл. 1
 End of the table 1

	1	2	3	4	5
Региональное экономическое развитие (ВРП)	$1425682,2 < i \leq 748509,2$ Ниже среднего	-	Белгородская обл., Воронежская обл., Тульская обл., Мурманская обл., Краснодарский край, Омская обл., Приморский край, Хабаровский край	Липецкая обл., Респ. Коми, Вологодская обл., Волгоградская обл., Ставропольский край, Удмуртская Респ., Оренбургская обл., Саратовская обл., Алтайский край	Респ. Дагестан
	$748509,2 \leq i \leq 71336,2$ Низкий	Томская обл.	Калужская обл., Курская обл., Орловская обл., Рязанская обл., Ярославская обл., Псковская обл., Респ. Калмыкия, Респ. Мордовия, Пензенская обл., Ульяновская обл., Камчатский край, Магаданская обл.	Брянская обл., Владимирская обл., Ивановская обл., Костромская обл., Смоленская обл., Тамбовская обл., Тверская обл., Респ. Карелия, Архангельская обл., Ненецкий АО, Калининградская обл., Новгородская обл., Респ. Адыгея, Респ. Крым, Астраханская обл., г. Севастополь, Кабардино-Балкарская Респ., Респ. Северная Осетия-Алания, Респ. Марий Эл, Чувашская Респ., Кировская обл., Респ. Алтай, Респ. Хакасия, Респ. Бурятия, Забайкальский край, Амурская обл., Сахалинская обл.	Респ. Ингушетия, Карачаево-Черкесская Респ., Чеченская Респ., Курганская обл., Респ. Тыва, Еврейская авт. обл., Чукотский АО

Источник: Рассчитано автором на основе [Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ, 2024]

Примечание. Анализ проведен без учета данных по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям в связи с отсутствием статистической информации

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что только г. Москва имеет высокие значения по обоим показателям. К 6 группе отнесены только 12 регионов-субъектов РФ с уровнем выше среднего. Кроме того, в некоторых экспортоориентированных регионах наблюдаются низкие значения человеческого капитала (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область и др.), но значения выше среднего по ВРП. Вместе с тем у 66 российских регионов (или 77,6 % от общего числа субъектов РФ) уровень регионального экономического развития низкий или ниже среднего. Такая ситуация, возможно, обусловлена неблагоприятной средой и недостаточно эффективным использованием человеческого капитала на этих территориях.

Результаты и их обсуждение

В рамках предложенного концептуального и методических подходов регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала [Мухаметова, 2021, 2022] были разработаны сценарии регионального экономического развития с учетом особенностей использования человеческого капитала региона, характера регионального экономического развития и типа региона, содержащих рекомендации по управлению человеческим капиталом региона (таблица 2).

Таблица 2
Table 2

Сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона
 Scenarios of regional economic development based on the use of the region's human capital

Критерии		Оценка уровня развития человеческого капитала региона				
		1 группа Высокий уровень	2 группа Уровень выше среднего	3 группа Уровень ниже среднего	4 группа Критически низкий уровень	
1		2	3	4	5	
Региональное развитие (ВРП)	1 группа Высокий уровень 1 group High level	Сценарий управления ускоренным региональным экономическим развитием	I группа регионов – на основе комплексного использования человеческого капитала	II группа регионов – на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала	III группа регионов – сценарий управления на основе мобилизации человеческого капитала	IV группа регионов – на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала
	2 группа Уровень выше среднего	Сценарий управления региональным экономическим развитием для развивающихся регионов	V группа регионов – на основе комплексного использования человеческого капитала	VI группа регионов – на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала	VII группа регионов – на основе мобилизации человеческого капитала	VIII группа регионов – на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала



Окончание табл. 2
 End of the table 2

1		2	3	4	5	
Региональное развитие (ВРП)	3 группа Уровень ниже среднего	Поддерживающий сценарий управления региональным экономическим развитием для слаборазвитых регионов	IX группа регионов – на основе комплексного использования человеческого капитала	X группа регионов – на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала	XI группа регионов – на основе мобилизации человеческого капитала	XII группа регионов – на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала
	4 группа Критически низкий уровень	Сценарий управления региональным экономическим развитием для «отсталых» территорий	XIII группа регионов – на основе комплексного использования человеческого капитала	XIV группа регионов – на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала	XV группа регионов – на основе мобилизации человеческого капитала	XVI группа регионов – на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала

Источник: разработано автором на основе [Мухаметова, 2021, 2022].

I группа регионов – сценарий регионального экономического развития на основе комплексного использования человеческого капитала характеризуется высокими значениями показателей ВРП, ВРП на душу населения и оценками человеческого капитала региона. В I группе регионы эффективно и сбалансированно используют весь сформированный и внешний (привлечённый из других регионов) человеческий капитал в интересах инновационного развития территорий. В перспективе региональное экономическое развитие видится в дальнейшем наращивании воспроизводственного потенциала территории на основе комплексного использования человеческого капитала. Для достижения этой цели предполагается разработка комплекса мер по активизации спроса на инновации со стороны субъектов экономики (г. Москва).

II группа регионов – для этой группы предложен сценарий регионального экономического развития, направленный на создание условий для повышения эффективности использования человеческого капитала. Как видно из таблицы 1, в 2021 г. в эту группу не вошел ни один субъект РФ.

III группа регионов – сценарий регионального экономического развития на основе мобилизации и активизации человеческого капитала посредством разработки и реализации программ и проектов, направленных на формирование, привлечение (из других регионов), и использование человеческого капитала региона, а также:

- на развитие цифровой информационно-коммуникационной инфраструктуры в регионе;
- на стимулирование инновационной предпринимательской активности и внедрение информационных и цифровых технологий и др.

IV группа регионов – сценарий регионального экономического развития на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала. Этот вариант сценария предназначен для регионов, которые в данный момент не рассматривают человеческий капитал региона как главный драйвер регионального экономического развития

из-за того, что базой социально-экономического развития региона являются полезные ископаемые и природные ресурсы. В связи с этим наблюдается миграционный отток населения в трудоспособном возрасте, образовательная миграция, что в будущем может привести к значительным потерям ВРП. В данном случае этим территориям необходимо разработать: механизмы привлечения инвестиций в человеческий капитал региона, концепции управления талантливой молодежью региона, меры поддержки инициативных проектов, направленных на инновационное региональное развитие и др.

V группа регионов – сценарий регионального экономического развития для развивающихся регионов на основе комплексного использования человеческого капитала. Регионы этой группы формируют высококачественный человеческий капитал региона, но из-за влияния объективных причин он не используется для удовлетворения потребностей региональной экономики. Поэтому для решения данной проблемы следует:

- модернизировать имеющиеся производственные мощности и переориентировать их на создание высокотехнологических производств;
- обеспечить развитие новых форм и технологий инвестирования;
- разработать комплекс мер для развития малого и среднего предпринимательства в регионе и др. для устранения дисбаланса на рынке труда (г. Санкт-Петербург, Республика Татарстан).

VI группа регионов – сценарий регионального экономического развития для развивающихся регионов на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала. В этих регионах наблюдается сильная взаимосвязь между воспроизводственным потенциалом региона и человеческим капиталом. В этой связи необходимо повысить качество управления системами образования, здравоохранения, ЖКХ и др. (Московская область, Ростовская область, Республика Башкортостан и др.).

VII группа регионов – сценарий регионального экономического развития для развивающихся регионов на основе мобилизации человеческого капитала. Как видно из таблицы 1, человеческий капитал используется недостаточно эффективно, что отражается на результатах функционирования экономики регионов. Проблема, возможно, связана с тем, что некоторые регионы данной группы непривлекательны для миграции человеческого капитала региона. В этой связи важно сформировать благоприятные условия для формирования и привлечения его в регион, а также принять меры, направленные на повышение качества и уровня жизни населения. Поэтому на этих территориях необходимы региональные проекты развития современной информационно-коммуникационной и социальной инфраструктуры, стимулирования инвестиционной активности, создания высокотехнологических рабочих мест с соответствующим уровнем оплаты труда, развитие молодёжного предпринимательства и др. (Тюменская область, Иркутская область и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра).

VIII группа регионов – сценарий регионального экономического развития для развивающихся регионов на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала. Эти территории обладают природно-ресурсным потенциалом, но из-за недостаточно развитой инфраструктуры и достаточно неблагоприятных природно-климатических условий не в состоянии формировать (сохранять), привлекать человеческий капитал. Для дальнейшего развития этих территорий необходима разработка мер, направленных на повышение качества образования, создание научно-образовательных центров, увеличение бюджетных мест в вузах по целевым направлениям подготовки, разработку механизма распределения выпускников по системообразующим предприятиям региона, предоставление молодым специалистам государственного жилья с возможностью дальнейшего выкупа и переоформления его в собственность, развитие бизнес-инкубаторов на базе вузов и др. Также необходимо использовать имеющиеся конкурентные преимущества территории, например, природно-ресурсный потенциал территории для развития туристического бизнеса (Ленинградская область, Кемеровская область – Кузбасс).



IX группа регионов – главной особенностью поддерживающего сценария регионального экономического развития для слаборазвитых регионов на основе комплексного использования человеческого капитала является поддержка и развитие имеющихся производств в регионе и на основе них формирование новых на долгосрочную перспективу, а также меры, стимулирующие спрос на инновации, а значит и на человеческий капитал в регионе.

X группа регионов – поддерживающий сценарий регионального экономического развития для слаборазвитых регионов на основе преимущественного наращивания и повышения эффективности использования человеческого капитала. Низкие объемы и темпы экономического развития также объясняются недостаточно развитым человеческим капиталом региона, что обусловлено нерешенными региональными проблемами в области образования, здравоохранения, ЖКХ, рынка труда, в социальной политике и др. В рамках реализации данного сценария предлагается разработка и реализация инфраструктурных проектов на основе государственно-частного партнерства, создания комплексной системы инфраструктурного и инновационного обеспечения предпринимательской активности на территории этих регионов (Белгородская область, Воронежская область и др.).

XI группа регионов – поддерживающий сценарий регионального экономического развития для слаборазвитых регионов на основе мобилизации человеческого капитала. Приоритетом дальнейшего развития данных территорий должна стать грамотная и активная социальная политика, направленная на развитие человеческого капитала региона (Липецкая область, Республика Коми, Алтайский край и др.).

XII группа регионов – поддерживающий сценарий регионального экономического развития для слаборазвитых регионов на основе преимущественного формирования (сохранения) человеческого капитала. В рамках реализации данной стратегии необходимо разрабатывать меры по стимулированию инвестиций в человеческий капитал, программы поддержки молодежи, а также проекты по привлечению «внешнего» человеческого капитала и др. (Республика Дагестан).

XIII группа регионов – сценарий регионального экономического развития для «отсталых» территорий на основе комплексного использования человеческого капитала. На практике такая ситуация, что сформированный и развитый человеческий капитал не используется в создании валовой добавленной стоимости региона, встречается редко. Поэтому здесь для наращивания воспроизводственного потенциала и темпов регионального экономического развития необходимо создать условия для инвестирования в экономику региона:

- совершенствование организационно-правовых основ и институциональной среды для поддержки и стимулирования инвестиционной активности в регионе;
 - разработка и внедрение механизма инвестиционной поддержки и гарантий;
 - реализация приоритетных инвестиционных инфраструктурных проектов на территории региона;
 - стимулирование вовлеченности населения региона в инвестиционные процессы;
 - поддержка уровня занятости в регионе на основе развития предпринимательства и др.
- (Томская область).

XIV группа – сценарий регионального экономического развития для «отсталых» территорий на основе преимущественного наращивания и повышение эффективности использования человеческого капитала. Ситуация схожа с предыдущей группой, поэтому в данном случае помимо создания условий инвестиционной привлекательности территории предлагается разработать также механизмы инвестирования в человеческий капитал региона (Курская область, Камчатский край и др.).

XV группа регионов – сценарий регионального экономического развития для «отсталых» территорий на основе мобилизации человеческого капитала. В рамках данного сценария предполагается разработать научно обоснованную социально-экономическую политику, направленную на повышение уровня и качества жизни населения региона с одной стороны, а с другой – следует направить ресурсы на модернизацию производственных мощностей,

развитие смежных видов деятельности, возможно, «импорт» технологий и др. (Республика Крым, г. Севастополь, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Бурятия, Забайкальский край и др.)

XVI группа регионов – ключевыми приоритетами сценария регионального экономического развития для «отсталых» территорий для этой группы видится создание условий для трудовой миграции высококвалифицированных кадров, использование лучших мировых и отечественных практик регионального экономического развития проблемных территорий, формирование новых производств на импорте технологий и пр. (Республика Ингушетия, Чеченская Республика, Республика Тыва и др.).

Таким образом, предложенные сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона, представленные в таблице 2, позволяют обосновывать комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности управления территориями. Так, при высоком уровне оценки человеческого капитала регионам предлагаются меры комплексного его использования, при уровне выше среднего – наращивания и повышения эффективности его использования посредством создания высокопроизводительных рабочих мест и т. д., при уровне ниже среднего – мобилизации человеческого капитала региона, а при низком – эффективное его формирование (сохранение).

Заключение

Проведенный анализ различных подходов к оценке человеческого капитала позволил заключить, что в научной литературе в настоящее время не существует единого мнения по данному вопросу. Поэтому в рамках данного исследования был использован методический подход к оценке человеческого капитала с учетом его компонентной структуры. Такая оценка позволяет характеризовать уровень развития человеческого капитала и его ключевых компонент. В целях получения системной и объективной оценки влияния использования человеческого капитала на региональное экономическое развитие была построена матрица взаимосвязей на основе двух критериев. На основе полученной матрицы и разработанных профилей использования человеческого капитала региона были предложены сценарии регионального экономического развития на основе использования человеческого капитала региона. Это позволило сгруппировать регионы в 16 групп, определив их общие особенности, и разработать рекомендации по обеспечению целей регионального экономического развития. Практическая реализация предложенных сценариев позволит российским регионам повысить конкурентоспособность и позволит наращивать воспроизводственный потенциал.

Список источников

Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс.URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 25.09.2023 г.).

Список литературы

- Валиев Ш.З., Чинаев Т.В., Габидуллина Э.В. 2018. О методических подходах к оценке эффективности управления развитием территории. Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика, 2 (24): 73–79.
- Гришин К.Е., Казакова О.Б., Кузьминых Н.А., Тимирьянова В.М. 2020. Экономическое пространство: подходы к исследованию и форма представления. Экономика и управление: научно-практический журнал, 3 (153): 4–10.
- Дьяков М. Ю. 2022. Экономическая оценка человеческого капитала региона. Экономика региона, 18(2): 556–568.
- Мухаметова А.Д. 2023. Методические подходы к оценке человеческого капитала региона. Бизнес.Образование. Право, 3(64): 36–39. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.64.685
- Мухаметова А.Д. 2021. Методика оценки экономических потерь от «недоиспользования» человеческого капитала региона. Финансовый бизнес, 4 (214): 69–72.



- Мухаметова А.Д. 2022. Концептуальный подход к управлению региональным развитием на основе использования человеческого капитала. Экономика и управление: научно-практический журнал, 1 (163): 60–64.
- Мухаметова А.Д. 2022. Формирование траектории регионального развития в зависимости от профиля использования человеческого капитала региона. Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика, 1 (39): 78–85.
- Нешатаев А.В. 2023 Человеческий капитал на территориях с разным уровнем благополучия: измерение и влияние. Регионология, 31, 1: 123–142. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.123-142>
- Серебрякова Н.А., Волкова С.А., Волкова Т.А. 2019. Методика интегральной оценки человеческого капитала региона. Вестник ВГУИТ, 81, 3: 375–380.
- Янгиров А.В. 2005. Воспроизводственный потенциал в системе управления региональной экономикой: дисс. на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством: региональная экономика. Уфа, 389 с.
- Fitz-enz J. 2009. The ROI of Human Capital: Measuring the Economic Value of Employee Performance. New York, Amacom, 312 p.
- Liepe Z. 2012 Methodology principles of human capital evaluation in macro-level. Economics and management, 17 (2): 747–753. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.em.17.2.2208>
- Likert R., Bowers D.G. and Norman R.M. 1969. How to increase the firm's lead time in recognising and dealing with problems of managing ist human organization. Michigan Business Review, 22: 617–632.
- Milost F. 2014. Net value added monetary model for evaluating human capital. European scientific journal, 1: 1–16.
- Olimova N.O. 2023. Assessment methods of human capital. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 4(6): 363–369. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/C5FPE>
- Sakalas A., Liepe Z. 2011. Evaluation methods of investment in human capital. Economics and management, 16: 900–906.
- Shcherbakov A. S. 2023. Factual models for human capital assessment. Journal of New Economy, 24, 2: 86–103
- Stewart T.A. 1988. Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations. London Published by Nicholas Brealey Publishing, 320 p.
- Vladimirovna D.N., Ivanovna A.A., Nikolaevna S.Y., & Urban, O.A. 2020. Conceptual Framework To Study Human Capital In Territorial And Interdisciplinary Dimensions. In D.K. Bataev (Ed.), Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism» Dedicated to the 80th Anniversary of Turkayev Hassan Vakhitovich, European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, 92: 3479–3484.
- Zaborovskaia O.V., Plotnikova E.V., Sharafanova E.E. 2014. Assessment of Conditions for Formation and Development of Human Capital in the Regions of the Russian Federation. Asian Social Science, 10, 21: 267–274.

References

- Valiev Sh.Z., Chinaev T.V., Gabidullina Je.V. 2018. O metodicheskikh podhodah k ocenke jeffektivnosti upravlenija razvitiem territorii [On methodological approaches to assessing the effectiveness of territorial development management]. Bulletin USPTU. Science, education, economy. Series economy, 2 (24): 73–79.
- Grishin K.E., Kazakova O.B., Kuz'minyh N.A., Timir'janova V.M. 2020. Jekonomicheskoe prostranstvo: podhody k issledovaniju i forma predstavlenija [Economic space: research approaches and presentation form]. Economics and management: research and practice journal, 3 (153): 4–10. DOI: <https://doi.org/10.34773/EU.2020.3.1>
- D'jakov M. Ju. 2022. Jekonomicheskaja oценка chelovecheskogo kapitala regiona [Economic assessment of the human capital of the region]. Economy of Regions, 18(2), 556–568. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-18>
- Muhametova A.D. 2023. Metodicheskie podhody k ocenke chelovecheskogo kapitala regiona [Methodological approaches to the assessment of the human capital of the region]. Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law, 3(64): 36–39. DOI: <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2023.64.685>
- Muhametova A.D. 2021. Metodika oцenki jekonomicheskikh poter' ot "nedoispolzovanija" chelovecheskogo kapitala regiona [A methodology for assessing economic losses from the "underutilization" of the region's human capital]. Financial business, 4 (214): 69–72.
- Muhametova A.D. 2022. Konceptual'nyj podhod k upravleniju regional'nym razvitiem na osnove ispol'zovanija chelovecheskogo kapitala [A conceptual approach to managing regional development

- based on the use of human capital]. *Economics and management: research and practice journal*, 1 (163): 60–64. DOI: <https://doi.org/10.34773/EU.2022.1.11>
- Muhametova A.D. 2022. Formirovanie traektorii regional'nogo razvitiya v zavisimosti ot profilja ispol'zovanija chelovecheskogo kapitala regiona [Formation of the trajectory of regional development depending on the profile of the use of human capital in the region]. *Bulletin USPTU. Science, education, economy. Series economy*, 1 (39): 78–85. DOI: <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2022-1-39-78-85>
- Neshataev A.V. 2023. Chelovecheskij kapital na territorijah s raznym urovnem blagopoluchija: izmerenie i vlijanie [Human capital in territories with different levels of well-being: measurement and impact]. *Russian Journal of Regional Studies*, 31(1): 123–142. DOI: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.123-1>
- Serebrjakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A. 2019. Metodika integral'noj ocenki chelovecheskogo kapitala regiona [The methodology of the integral assessment of the human capital of the region]. *Vestnik VGUIT*, 81(3): 375–380. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-3-375-380>
- Jangirov A.V. 2005. Vosproizvodstvennyj potencial v sisteme upravlenija regional'noj jekonomikoj [Reproductive potential in the management system of the regional economy]: diss. for the degree of Doctor of Economics in the specialty 08.00.05 - Economics and management of the national economy: regional economics. Ufa, 389 p.
- Fitz-enz J. 2009. *The ROI of Human Capital: Measuring the Economic Value of Employee Performance*. New York, Amacom, 312 p.
- Liepe Z. 2012. Methodology principles of human capital evaluation in macro-level. *Economics and management*, 17 (2): 747–753. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.em.17.2.2208>
- Likert R., Bowers D. G. and Norman R. M. 1969. How to increase the firm's lead time in recognising and dealing with problems of managing ist human organization. *Michigan Business Review*, 22: 617–632.
- Milost F. 2014. Net value added monetary model for evaluating human capital. *European scientific journal*, 1: 1–16.
- Olimova N.O. 2023. Assessment methods of human capital. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 4(6): 363–369. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/C5FPE>
- Sakalas A., Liepe Z. 2011. Evaluation methods of investment in human capital. *Economics and management*, 16: 900–906.
- Shcherbakov A.S. 2023. Factual models for human capital assessment. *Journal of New Economy*, 24, 2: 86–103
- Stewart T. A. 1988. *Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations*. London Published by Nicholas Brealey Publishing, 320 p.
- Vladimirovna D.N., Ivanovna A.A., Nikolaevna S.Y., & Urban, O.A. 2020. Conceptual Framework To Study Human Capital In Territorial And Interdisciplinary Dimensions. In D. K. Bataev (Ed.), *Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism» Dedicated to the 80th Anniversary of Turkeyev Hassan Vakhitovich*, *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 92: 3479-3484.
- Zaborovskaia O.V., Plotnikova E.V., Sharafanova E.E. 2014. Assessment of Conditions for Formation and Development of Human Capital in the Regions of the Russian Federation. *Asian Social Science*, 10, 21: 267–274.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 30.10.2023

Received October 30, 2023

Поступила после рецензирования 30.05.2024

Revised May 30, 2024

Принята к публикации 31.05.2024

Accepted May 31, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Мухаметова Айгуль Данияровна, старший преподаватель кафедры экономики и регионального развития, Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

Aigul D. Mukhametova, Senior Lecturer, Department of Economics and Regional Development, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia



УДК 332.14
DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-320-329

Оценка пространственной интеграции макрорегионов Российской Федерации

Стрябкова Е.А., Скребова А.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: stryabkova@bsu.edu.ru, skrebova@bsu.edu.ru

Аннотация. Целью исследования является оценка пространственной интеграции макрорегионов. Одним из ключевых аспектов региональной экономической политики является пространственная интеграция, которая базируется на взаимовыгодных отношениях, способствующих достижению максимального социально-экономического эффекта для каждого региона, участвующего в данном процессе. Уменьшение межрегионального взаимодействия приводит к снижению производственного потенциала региона и замедлению экономического роста. В связи с чем современные экономические условия требуют совершенствования механизмов межрегиональной интеграции. В статье предложена авторская алгоритмизированная модель комплексной оценки пространственной интеграции макрорегионов Российской Федерации. Отмечается, что предложенная модель позволит выстроить рейтинг макрорегионов страны по каждому из выбранных блоков, выявить сильные и слабые стороны объединения макрорегионов, определить дельнейшие перспективы развития пространственных объединений.

Ключевые слова: пространственная интеграция, макрорегионы, алгоритмизированная модель, синергетический эффект, пространственное взаимодействие, система показателей

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания НИУ «БелГУ» FZWG-2023-0014, тема проекта «Пространственно-сетевое взаимодействие российских регионов в контексте новых вызовов технологического развития».

Для цитирования: Стрябкова Е.А., Скребова А.В. 2024. Оценка пространственной интеграции макрорегионов Российской Федерации. Экономика. Информатика, 51(2): 320–329. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-320-329

Assessment of Spatial Integration of the Macroregions of the Russian Federation

Elena A. Stryabkova, Alesya V. Skrebova

Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod 308015, Russian Federation
E-mail: stryabkova@bsu.edu.ru, skrebova@bsu.edu.ru

Abstract. The purpose of the study is to assess the spatial integration of macroregions. One of the key aspects of regional economic policy is spatial integration, which is based on mutually beneficial relations that contribute to achieving maximum socio-economic effect for each region involved in this process. A decrease in inter-regional cooperation leads to a decrease in the production potential of the region and a slowdown in economic growth. In this regard, modern economic conditions require improving the mechanisms of interregional integration. The article proposes the author's algorithmized model of a comprehensive assessment of the spatial integration of the macroregions of the Russian Federation. It is noted that the proposed model will make it possible to build a rating of the country's macroregions for each of the selected blocks, to identify the strengths and weaknesses of the association of macroregions, and to determine the most important prospects for the development of spatial associations.

Keywords: spatial integration, macroregions, algorithmized model, synergetic effect, spatial interaction, system of indicators

Acknowledgement: the study was prepared as part of the state task of NRU "BelSU" FZWG-2023-0014, the project topic is "Spatial-network interaction of Russian regions in the context of new challenges of technological development".

For citation: Stryabkova E.A., Skrebova A.V. 2024. Assessment of Spatial Integration of the Macroregions of the Russian Federation. Economics. Information technologies, 51(2): 320–329 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-320-329

Введение

На сегодняшний день пространственная интеграция является ключевым аспектом в формировании региональной экономической политики, поскольку для региона важны не только его собственные экономические ресурсы, но и те, которые поступают из других регионов [Тамова, 2015]. На основании данного тезиса можно считать, что активизация межрегионального сотрудничества является важнейшим фактором развития регионов в нынешних экономических условиях.

Основное значение пространственной интеграции заключается в укреплении экономических связей, оптимизации инфраструктуры, совместной работе для уменьшения финансовых затрат, включая устранение дублирования структур и конкуренцию между регионами. Объединение экономического потенциала для осуществления крупных инвестиционных проектов и обмен передовым опытом также является важной составляющей пространственной интеграции [Забнина, Скребова, 2023].

Некоторые аспекты пространственной интеграции являются наиболее значимыми как в экономике, так и в ряде смежных отраслей знаний, поэтому существует немалое число публикаций, в которых в той или иной мере затрагивается подход к оценке межрегиональной интеграции [Гранберг, 2003, Глотов, 2023, Кожевников 2022, Растворцева, 2016]. Минакир отмечает сильную связь между уровнем экономического развития и интеграции регионов в пространстве [Минакир, 2020]. В свою очередь, для успешного управления пространственной интеграцией необходим соответствующий методический инструментарий. Оценка пространственной интеграции макрорегионов Российской Федерации становится неотъемлемой частью процесса, способной выявить слабые места системы и указать на направления ее усовершенствования.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступает пространственное развитие макрорегионов как социально-экономических систем, обладающих функциональной способностью к межрегиональной интеграции. Материалами данного исследования послужили труды отечественных и зарубежных авторов в области региональной экономики, пространственного развития, межрегионального сотрудничества. В анализе применялись следующие методы теоретического и эмпирического познания: анализ, синтез, научное абстрагирование, моделирование, метод количественной и качественной оценки, а также экономический метод и метод нормативно-правового анализа. Также в анализе применялись специальные приемы, а именно: пространственный, структурно-функциональный и измерительный.

Результаты и их обсуждение

В Российской Федерации с 2017 года происходит обновление концептуальных основ формирования и реализации государственной политики регионального развития. Актуальным вопросом в пространственной экономике является объединение регионов в макрорегионы согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [Стрябкова, Скребова, 2023]. Макрорегион представляет собой «часть территории Российской Федерации, которая включает в себя территории двух и более субъектов Российской Федерации, социально-экономические условия в пределах которой требуют выделения отдельных

направлений, приоритетов, целей и задач социально-экономического развития при разработке документов стратегического планирования» [Федеральный закон от 28.06.2014 №172-ФЗ].

На основании представленного определения, выделим этапы формирования пространственной интеграции на уровне макрорегионов: 1 этап связан с формированием механизмов, реализующихся в результате относительных конкурентных преимуществ [Джалалян, 2012]; 2 этап представляет собой рост эффективности интеграционной структуры за счет проведения межрегиональных мероприятий [Никитюк, 2023]; 3 этап представляет построение технологического признака организационно-управленческой структуры [Швец, 2019]. Отметим, что все этапы тесно взаимосвязаны между собой, они влияют как на экономическую детальность отдельных регионов, так и на состояние экономики страны в целом.

Предлагаемая нами собственная модель включает 7 этапов, логическим образом выстроенных в соответствующий алгоритмизированный порядок.

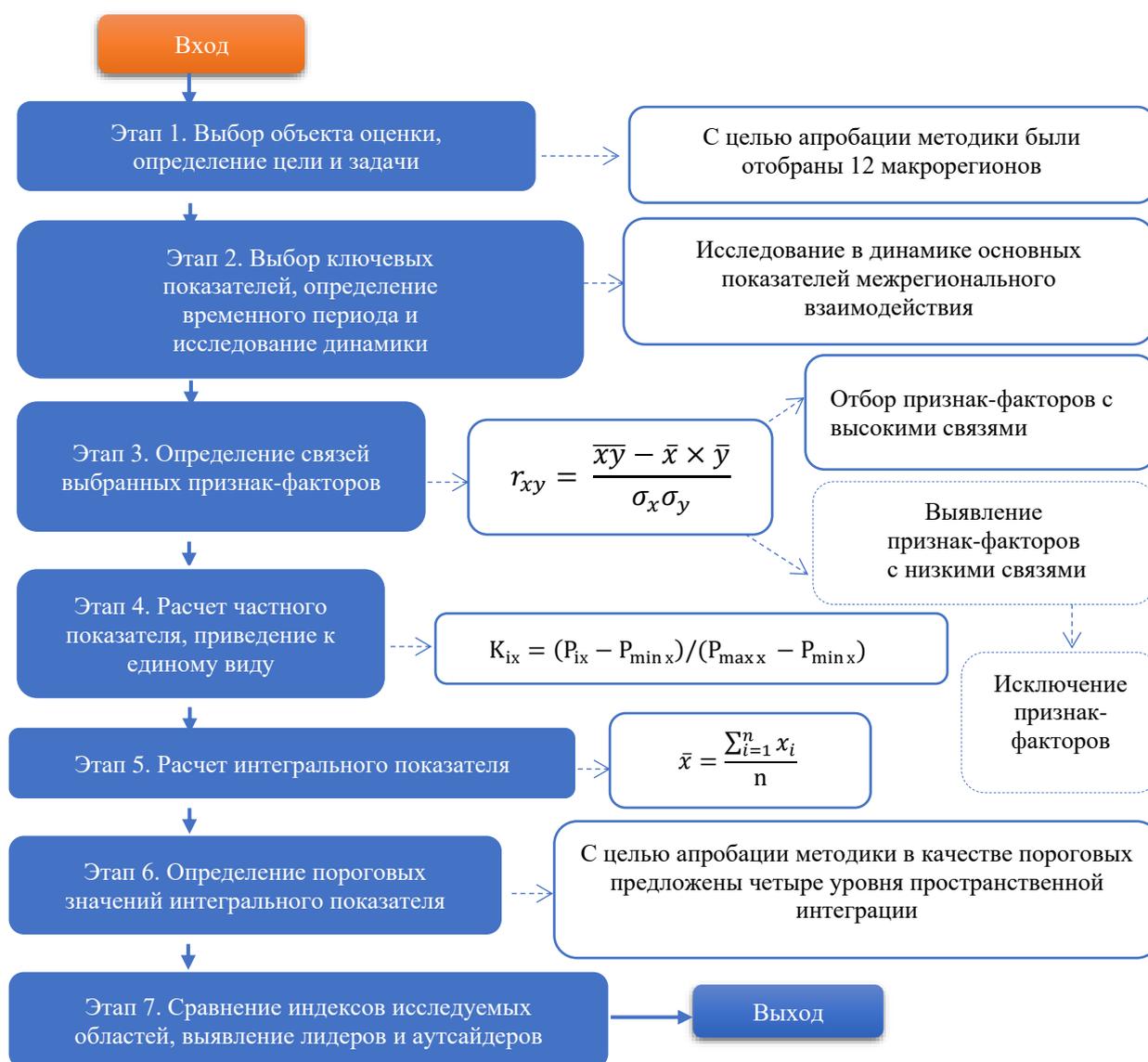


Рис. 1. Алгоритмизированная модель оценки пространственной интеграции в рамках макрорегионов
 Fig. 1. An algorithmized model for assessing spatial integration within macroregions

1. *Выбор объекта оценки, определение цели и задачи.* С целью апробации методики отобраны все 12 макрорегионов, представленные в модели.

Отметим, что целью предложенной алгоритмизированной модели является оценка уровня пространственной интеграции макрорегионов. Для решения поставленной цели необходимо последовательное решение следующих логически соотнесенных задач: выбор

ключевых показателей, определение временного периода и исследование динамики, определение связей выбранных признаков-факторов, расчет частного показателя, расчет интегрального показателя, шкалирование показателей, сравнение индексов исследуемых областей, выявление лидеров и аутсайдеров.

2. *Выбор ключевых показателей, определение временного периода и исследование динамики.* Учитывая идею формирования макрорегионов страны, их значения для национальной экономики и особенности пространственных объединений отметим, что ключевыми оцениваемыми параметрами межрегиональных связей являются показатели межрегиональной торговли, инвестиционного взаимодействия, научно-технического взаимодействия, взаимодействия органов государственной власти между макрорегионами, уровня связанности территорий и кластерное развитие. Оценка выбранных ключевых показателей осуществляется по следующим методам: корреляционный метод, интегральный метод, аналитический метод.

Представленная система комплексной оценки пространственной интеграции макрорегионов позволяет наиболее точно учесть особенности территории как экономического пространства, взаимодействующего между регионами в целях взаимной выгоды и достижения стратегических социально-экономических показателей для каждого субъекта отношений.

3. Определение связей выбранных признаков-факторов. В нашем исследовании набор базовых факторов был определен на основе изученной литературы. Он позволяет рассмотреть возможности пространственного взаимодействия внутри макрорегионов со всех сторон. Используя формулу расчета линейной корреляции

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$$

необходимо провести отбор факторов, имеющих сильные корреляционные связи между переменными и результатами деятельности экономики страны, выраженными в показателе ВРП.

Далее целесообразно сформировать комплексную систему показателей интегральной оценки пространственной интеграции в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Комплексная система показателей интегральной оценки пространственной интеграции
 A comprehensive system of indicators for the integrated assessment of spatial integration

Название блока	Индикаторы оценки	Обозначение
1	2	3
Межрегиональная торговля	Валовый макрорегиональный продукт на душу населения, тыс. руб./ чел.	P_1
	Товарооборот организаций макрорегионов, млн руб.	P_2
	Объем отгруженных товаров макрорегиона, млн руб.	P_3
Инвестиционное взаимодействие	Инвестиции в основной капитал в изучаемых регионах, млн руб.	P_4
	Стоимость основных фондов, млн руб.	P_5
	Количество инвестиционных соглашений между взаимодействующими регионами, ед.	P_6
Научно-техническое взаимодействие	Число организаций, выполняющих научные исследования и разработки, ед.	P_7
	Количество совместных образовательных проектов и программ во взаимодействующих регионах, ед.	P_8
	Количество научно-образовательных центров, ед.	P_9



Окончание табл. 1
 End of the table 1

1	2	3
Взаимодействие региональных органов власти	Количество соглашений и программ сотрудничества между региональными органами государственной власти, ед.	P_{10}
	Число работников в органах власти взаимодействующих регионов, ед.	P_{11}
	Количество макрорегиональных партнерств, ед.	P_{12}
Уровень связанности территорий	Количество муниципальных образований макрорегиона, ед.	P_{13}
	Общая длина автомобильных дорог, км.	P_{14}
	Количество совместных инфраструктурных проектов, ед.	P_{15}
Кластерное развитие	Количество действующих межрегиональных кластеров, ед.	P_{16}
	Число организаций-участников межрегиональных кластеров, ед.	P_{17}
	Количество занятых в межрегиональных кластерах, тыс. чел.	P_{18}

Этап 4. Расчет частного показателя подразумевает агрегирование массива показателей в частный коэффициент, отражающий сравнительные позиции макрорегиона по данному параметру (табл. 2.).

Таблица 2
 Table 2

Расчет частного показателя
 Calculation of a private indicator

Формула расчета частного показателя	Условные обозначения
$K_{ix} = (P_{ix} - P_{\min x}) / (P_{\max x} - P_{\min x})$	где, K_{ix} – шкалированное значение показателя x -макрорегиона; P_{ix} – значение i -го показателя x -макрорегиона; $P_{\min i}$ – минимальное значение i -го показателя всех макрорегионов; $P_{\max i}$ – максимальное значение i -го показателя всех макрорегионов.

Этап 5. Расчет интегрального показателя. В предложенной методике оценки пространственной интеграции на основе макрорегионов целесообразно применять для расчета формулу среднего арифметического

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Этап 6. Определение пороговых значений интегрального показателя. Шкала интерпретации пороговых значений интегрального индекса пространственной интеграции макрорегионов представлена в таблице 3.

Исходя из предложенной шкалы пороговой оценки, можно отметить, что если макрорегион обладает высоким уровнем интеграции, то он имеет значительные преимущества по сравнению с другими территориями в межрегиональной торговле, инвестиционном взаимодействии, научно-техническом развитии, во взаимодействии органов государственной власти, в уровне связанности территорий и кластерном развитии.

Таблица 3

Table 3

Пороговые значения интегрального индекса пространственной интеграции в макрорегионе
Threshold values of the integral index of spatial integration in the macroregion

Уровень пространственной интеграции макрорегиона	Пороговые значения интегрального показателя пространственной интеграции	Уровень пространственной интеграции макрорегиона
1	$0,750 < I_{rim} < 1,00$	Высокий уровень пространственной интеграции в макрорегионе
2	$0,500 < I_{rim} < 0,749$	Нормальный уровень пространственной интеграции в макрорегионе
3	$0,250 < I_{rim} < 0,499$	Низкий уровень пространственной интеграции в макрорегионе
4	$0,000 < I_{rim} < 0,249$	Очень низкий уровень пространственной интеграции в макрорегионе

Макрорегион, обладающий нормальным уровнем интеграции, имеет менее выгодные позиции в исследуемых сферах по сравнению с территориями с высоким уровнем пространственной интеграции.

Макрорегион с низким уровнем интеграции практически не располагает достаточными интеграционными связями в исследуемых областях.

Макрорегион с очень низким уровнем интеграции не располагает достаточными интеграционными связями, а также отстает от других территорий по уровню развития межрегиональных кластеров.

Этап 7. Сравнение индексов исследуемых областей, выявление лидеров и аутсайдеров, определение неравномерности пространственной интеграции в макрорегионах. На основе предложенной авторской шкалы интерпретации величин интегральных индексов необходимо распределить макрорегионы Российской Федерации по степени интегрированности. Данное распределение позволит оценить уровни интеграции макрорегионов.

Для наглядности на основании официальных статистических данных и реестров представим интегральный индекс пространственной интеграции макрорегионов.

Из данных рисунка 2 можно сделать вывод, что очень высокими уровнем пространственной интеграции в исследуемых областях макрорегионы не обладают.

Волго-Уральский макрорегион и Уральско-Сибирский макрорегион обладают нормальным уровнем пространственных объединений.

Центральный макрорегион, Центрально-Черноземный макрорегион, Северо-Западный макрорегион, Северный макрорегион, Южный макрорегион, Волго-Камский макрорегион и Южно-Сибирский макрорегион обладают низким уровнем пространственных объединений.

Макрорегионами с очень низким индексом являются: Северо-Кавказский, Ангаро-Енисейский и Дальневосточный.

Однако отметим, что принципом данной методики является объединение макрорегионов с целью синергии потенциалов регионов, т.к. синергетическая результативность территориального взаимодействия будет выше суммы результатов деятельности суммы регионов по отдельности. По мнению исследователей, эффект синергии возникает не только от благоприятного сочетания ресурсов, но и от согласованного поведения, производственно-хозяйственных связей и отношений [Абдокова, 2016; Костов, 2010].

На рисунке 3 представим положительные синергетические реакции пространственной интеграции макрорегионов.

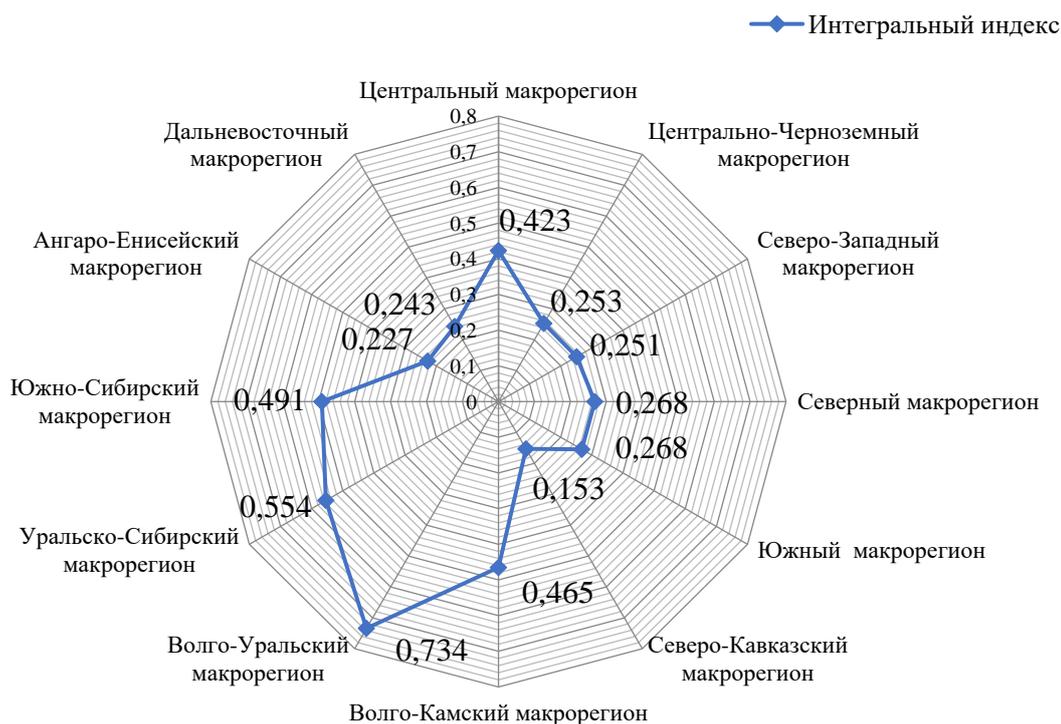


Рис. 2. Интегральный индекс пространственной интеграции макрорегионов
 Fig. 2. Integral index of spatial integration of macroregions



Рис. 3. Синергетические реакции пространственной интеграции
 (составлено на основе [Владыка, Чистникова, Ермаченко, 2020])
 Fig. 3. Synergistic reactions of spatial integration
 (compiled on the basis of [Vladyka, Chistnikova, Ermachenko, 2020])

Заключение

Таким образом, представленное исследование позволило прийти к следующим выводам:

1. Пространственная интеграция превышает границы территориальных образований и является ключевым аспектом региональной экономической политики. Устойчивый рост достигается путем объединения региональных ресурсов, обмена опытом и достижения общих целей. Федеральным органам власти следует создавать условия, способствующие развитию сотрудничества между регионами.

2. Предлагаемая модель оценки пространственной интеграции базируется на использовании всесторонних индикаторов, позволяет выявить рейтинг макрорегионов страны по каждому из блоков, выявлять сильные и слабые стороны объединения макрорегионов и определить дельнейшие перспективы развития.

3. Расчет интегрального индекса пространственной интеграции макрорегионов показал, что высоким уровнем пространственной интеграции макрорегионы не обладают. Нормальным уровнем пространственных объединений обладают Волго-Уральский и Уральско-Сибирский макрорегионы, то есть данные макрорегионы имеют наивысшие показатели в межрегиональной торговле, инвестиционном взаимодействии, научно-технической сфере, в сфере взаимодействия региональных органов власти, в уровне связанности территорий и кластерном развитии. Центральный макрорегион, Центрально-Черноземный макрорегион, Северо-Западный макрорегион, Северный макрорегион, Южный макрорегион, Волго-Камский макрорегион и Южно-Сибирский макрорегион обладают низким уровнем пространственных объединений. Однако, Северо-Кавказский макрорегион, Ангаро-Енисейский макрорегион и Дальневосточный макрорегион обладают очень низким уровнем пространственной интеграции, в связи с чем данные макрорегионы имеют слабый индекс в исследуемых областях.

Список источников

- Горбунова Е.И. 2022. Методы оценки конкурентоспособности макрорегиона на основе кластерного подхода, 199 с.
- Гранберг А.Г. 2003. Основы региональной экономики, 495 с.
- Ермаченко Ф.М. 2021. Развитие методов оценки роли макрорегиона в национальной экономике, 169 с.
- Растворцева С.Н., Лебедев А.О. 2016. Развитие методов оценки факторов и форм межрегиональной экономической интеграции, 213 с.
- О стратегическом планировании в Российской Федерации федер. закон от 28.06.2014 №172-ФЗ (ред. от 31.07.2020 г.) Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 03.02.2024).

Список литературы

- Абдокова Л.З. 2016. Синергетический эффект как результат эффективного управления. Фундаментальные исследования, 10-3: 581–584.
- Владыка М.В., Чистникова И.В., Ермаченко Ф.М. 2020. Межрегиональная интеграция в пространстве макрорегиона как фактор развития национальной экономики. Научный результат. Экономические исследования, 4: 33–43.
- Готов Д.С. 2023. Оценка эффективности межрегионального взаимодействия в системе обеспечения конкурентоспособности региона. Экономика. Информатика, 50(4): 735–742.
- Джалалян А.Р. 2012. Инновационные интеграционные структуры: предпосылки и перспективы. Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики), 3(1): 15–22.
- Забнина Г.Г., Скребова А.В. 2023. Влияние пространственной интеграции на развитие макрорегиона. Журнал прикладных исследований, 2: 8–13.
- Кожевников С.А. 2022. Пространственная интеграция экономики: теоретические концепции и проблемы обеспечения на региональном уровне. Всероссийский экономический журнал ЭКО, 3 (573): 84–107.



- Костров А.Н. 2010. Новые подходы в понимании интеграционных преобразований. Ярославский педагогический вестник, 1(4): 116–118.
- Минакир П.А. 2020. Экономические макрорегионы: интеграционный феномен или политико-географическая целесообразность? Случай Дальнего Востока. Пространственная экономика, 1: 66–105.
- Никитюк Н.Н. 2023. Межрегиональное взаимодействие как инструмент достижения стратегических целей социально-экономического развития региона. Вестник евразийской науки, 3: 1–17.
- Стрябкова Е.А., Скребова А.В. 2023. Оценка возможностей межрегиональной интеграции в стратегиях социально-экономического развития центрально-черноземного макрорегиона. Общество: политика, экономика, право, 5(118): 101–106.
- Тамова Б.А. 2015. Межрегиональное экономическое взаимодействие как фактор регионального стратегического развития. Вестник Адыгейского государственного университета, 4(170): 130–133.
- Швец И.Ю. 2019. Закономерности экономической интеграционных процессов на уровне макрорегиона. Экономика строительства и природопользования, 4(73): 69–75.

References

- Abdokova L.Z. 2016. Synergetic effect as a result of effective management. *Fundamental Research*, 10-3: 581–584 (in Russian).
- Vladyka M.V., Chistnikova I.V., Ermachenko F.M. 2020. Interregional integration in the space of a macroregion as a factor in the development of the national economy. *Scientific result. Economic Research*, 4: 33–43 (in Russian).
- Glotov D.S. 2023. Assessing the effectiveness of interregional cooperation in system for ensuring the competitiveness of the region. *Economics. Information technologies*, 50(4): 735–742 (in Russian).
- Jalalyan A.R. 2012. Innovative integration structures: prerequisites and prospects. *Journal of Economic Regulation (Issues of economic regulation)*, 3(1): 15–22 (in Russian).
- Zabnina G.G., Skrebova A.V. 2023. The influence of spatial integration on the development of a macroregion. *Journal of Applied Research*, 2: 8–13 (in Russian).
- Kozhevnikov S.A. 2022. Spatial integration of the economy: theoretical concepts and problems of provision at the regional level. *All-Russian Economic Journal ECO*, 3(573): 84–107 (in Russian).
- Kostrov A.N. 2010. New approaches to understanding integration transformations. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 1(4): 116–118 (in Russian).
- Minakir P.A. 2020. Economic macro-regions: integration phenomenon or political-geographical expediency? The case of the Far East. *Spatial Economics*, 1: 66–105 (in Russian).
- Nikityuk N.N. 2023. Interregional interaction as a tool for achieving strategic goals of the socio-economic development of the region. *Bulletin of Eurasian Science*, 3: 1–17 (in Russian).
- Stryabkova E.A., Skrebova A.V. 2023. Assessment of the possibilities of interregional integration in the strategies of socio-economic development of the central black earth macroregion. *Society: politics, economics, law*, 5(118): 101–106 (in Russian).
- Tamova B.A. 2015. Interregional economic interaction as a factor in regional strategic development. *Bulletin of the Adygea State University*, 4(170): 130–133 (in Russian).
- Shvets I.Yu. 2019. Patterns of economic integration processes at the level of the macroregion. *Economics of construction and environmental management*, 4(73): 69–75 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 27.04.2024

Поступила после рецензирования 22.05.2024

Принята к публикации 28.05.2024

Received April 27, 2024

Revised May 22, 2024

Accepted May 28, 2024



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Стрябкова Елена Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Скребова Алеся Витальевна, аспирант кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena A. Stryabkova, Doctor of Economics, Associate Professor, Head of Department Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Alesya V. Skrebova, Postgraduate Student of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 65.012.3

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-330-343

Концепция и инструменты фасилитации для управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления

Митенков А.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Россия, 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1
E-mail: amit-77@mail.ru

Аннотация. Начало XXI века привнесло в жизнь социума значительные глобальные изменения, охватывающие практически все аспекты жизнедеятельности. Преобразования затрагивают и сферу менеджмента организаций, что обуславливает необходимость трансформации системы управления для обеспечения устойчивого функционирования организаций в этих условиях. Однако любые изменения неизбежно вызывают противоречия и разногласия среди заинтересованных сторон. Эффективное устранение и преодоление этих конфликтов является ключевым фактором, способствующим успешной реализации трансформационных проектов. В первой части исследования (Том 51, № 1 журнала «Экономика. Информатика») автором представлены результаты теоретического обзора и анализа учений о конфликте сторон при трансформациях. Сделан вывод о движущей силе конструктивного конфликта, который приводит к диалектическому развитию в ходе организационных изменений. Во второй, то есть в представленной части исследования, раскрыта концепция такого способа урегулирования конфликтов в менеджменте организаций, как фасилитация, а также представлены результаты изучения ее методов и техник. Представлены структурированные алгоритмы по подбору средств и методов фасилитации в соответствии с заданными критериями и раскрыт потенциал фасилитации в отношении устранения противоречий при принятии решений относительно изменений системы управления. Автором предлагается обновленный инструментарий фасилитации «интегральная фасилитация», который в авторской концепции и методологии трансформации системы управления является важным элементом, задача которой состоит как во внешнем стимулировании группы к выработке «хороших» решений по изменениям, так и к последующей их реализации за счет устранения конфликтной составляющей путем перевода деструктивной энергии конфликта в целенаправленный вектор мышления и действия группы в нужном направлении. Представленное исследование возможно к использованию экспертами-практиками для проведения стратегических сессий при трансформации систем управления промышленных предприятий.

Ключевые слова: организационное поведение, лидерство в организации, управление организацией, организационные изменения и организационное развитие, фасилитация

Для цитирования: Митенков А.В. 2024. Концепция и инструменты фасилитации для управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления. Экономика. Информатика, 51(2): 330–343. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-330-343

The Concept and Tools of Facilitation for Managing Conflicting Contradictions of Stakeholders During the Transformation of Management Systems

Alexey V. Mitenkov

National University of Science and Technology «MISIS»
4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russia
E-mail: amit-77@mail.ru

Abstract. The beginning of the 21st century has brought significant global and local changes to the life of society, covering almost all aspects of life. The transformations also affect the sphere of management of organizations, which necessitates the transformation of the management system to ensure the sustainable functioning of organizations. However, any changes inevitably cause controversy and disagreement among stakeholders. Effectively addressing and overcoming these conflicts is a key factor contributing to the successful implementation of transformation processes. In the first part of the study (Vol. 51, No. 1, journal “Economics. Information technologies”), the author presents the result of a theoretical review and analysis of teachings on stakeholder conflict during transformations. The first part draws a conclusion about the driving force of constructive conflict, which leads to dialectical development during organizational change. In the second part of the aforementioned study, the concept of such a method of conflict resolution in the management of organizations as facilitation is revealed, as well as the results of studying its methods and techniques are presented. Structured algorithms for the selection of means and methods of facilitation in accordance with the specified criteria are presented and the potential of facilitation in relation to the elimination of contradictions in decision-making regarding changes in the management system is revealed. The author proposes an updated facilitation toolkit "integral facilitation", which is an important element in the author's concept and methodology of management system transformation. The task of this element consists in both external stimulation of the group to develop "good" solutions to changes and their subsequent implementation by eliminating the conflict component by transferring the destructive energy of the conflict into a purposeful vector of thinking and the group's actions in the right direction. The presented research can be used by expert practitioners to conduct strategic sessions during the transformation of management systems of industrial enterprises.

Keywords: organizational behavior, leadership in organization, organization management, organizational change and organizational development, facilitation

For citation: Mitenkov A.V. 2024. The Concept and Tools of Facilitation for Managing Conflicting Contradictions of Stakeholders During the Transformation of Management Systems. Economics. Information technologies, 51(2): 330–343 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-330-343

Введение

Трансформация системы управления организации представляет собой процесс многоуровневого изменения, которое приводит к переосмыслению всех ключевых аспектов деятельности организации. Затрагивая фундаментальные ценности и смыслы, трансформация немыслима без изменения стратегий, организационной структуры и процессов компании, что неизбежно ведет к возникновению конфликтов.

Конфликт в процессах трансформации системы управления является неотъемлемой частью всех организационных преобразований. Анализ теорий конфликта и управления конфликтами в контексте трансформации системы управления организации показал (в первой части исследования), что конфликты могут быть как деструктивными, так и конструктивными.

Конфликт как источник развития системы может значительно и положительно повлиять на результаты управления изменениями в организации. Задача менеджмента состоит в инструментальном разрешении конфликта путем использования фасилитации для бесконфликтного принятия решений группой, содействия общему групповому развитию, а также развитию навыков и взаимодействия членов группы.



Целью всего исследования является анализ конфликтной составляющей в организационных изменениях и развитии компании, а также последующий синтез элементов авторской методологии трансформации системы управления организационных единиц в части инструмента фасилитации. Объектом исследования выступают промышленные предприятия. Предметом исследования являются процессы трансформации системы управления предприятия.

Исследование состоит из двух частей:

- 1 часть – теория управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления [Митенков, 2024].
- 2 часть – концепция и инструменты фасилитации для управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления.

В данной статье представлена вторая часть исследования, задача которого состоит в синтезе авторского инструментария «интегральной фасилитации» для разрешения конфликтных противоречий заинтересованных стороны при трансформации системы управления.

Представленное исследование является элементом более широкого исследования концепции и методологии трансформации системы управления промышленными предприятиями, проводимой в рамках научно-квалификационной работы на тему «Разработка и реализация концепции и методологии трансформации системы управления промышленными предприятиями в условиях постоянных изменений» [Митенков А.В., Тихонова-Быкодорова, 2023а; Митенков А.В., Тихонова-Быкодорова, 2023б; Митенков, 2023а; Митенков, 2023б].

Методы и материалы

В рамках данного исследования применен метод синтеза для разработки инструментария интегральной фасилитации. Практическое внедрение интегральной фасилитации осуществлялось с использованием полевого материала, собранного на промышленных предприятиях Российской Федерации и Узбекистана.

Дополнительно в исследовании применены опросы и групповые интервью, а также авторские фасилитационные сессии, проводимые на промышленных предприятиях. Для обработки и анализа собранной информации применялись Microsoft Word и Excel.

Результаты и обсуждение

Концепция фасилитации в трансформации системы управления

Концепция (от лат. *conceptio* – понимание, система) определяется автором как определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, как основная точка зрения на предмет или явление, руководящая идея для их систематического освещения.

Дословно термин «фасилитация» обозначается как облегчение чего-либо, от английского *to facilitate*: помогать, облегчать, способствовать. В структуре менеджмента организации предлагается рассматривать фасилитацию как оказание внешней помощи в организации взаимодействия и сотрудничества в команде, облегчение процесса общения и коммуникаций между участниками команды на этапах «выработки и реализации решений» относительно изменений в системе управления.

Исходя из определения термина можно вывести цель фасилитации, которая заключается во взаимном удовлетворении участников команды и формировании их заинтересованного и проактивного отношения к работе по трансформации системы управления. В авторской концепции трансформации – это важный инструмент построения культуры взаимного уважения и доверия в системе управления и трансформации модели поведения личности в организации.

Как отмечено в исследовании О.Л. Чулановой, фасилитация в современных условиях рассматривается как способ эффективной организации обсуждения какого-либо вопроса без

риска упустить важные детали и время из-за недопонимания, устранения конфликтов и несогласованных действий. Инструменты фасилитации, в свою очередь, нацелены на создание условий для более напряженной и активной работы мозга участников путем формирования их заинтересованности в рассматриваемой проблеме [Чуланова, 2019].

Во многих исследованиях фасилитация рассматривается как технология организационного развития и изменений. Согласно определению в работе Р. Маршака, организационное развитие представляет собой набор определенных теоретических концепций и практических приемов, которые направлены на планирование развития и изменения в организациях. Соответственно, фасилитация является одним из таких практических приемов, имеющих теоретическое обоснование, концепцию и методологию [Marshak, 2006].

Обобщая подходы к определению термина «организационное развитие», можно констатировать, что оно представляет собой использование знаний социальных наук по вопросам планирования развития, совершенствования стратегических систем и структур и повышения эффективности деятельности организаций. Р. Бехард отмечает, что бизнес-трансформации приведут к успешной деятельности организации только при соблюдении ряда условий, таких как [Beckhard, 2006]:

- формулирование четких целей и задач, которым будут следовать все подразделения и сотрудники организации;
- следование формы за функцией (задача определяет способ организации человеческих ресурсов);
- решение в команде принимается людьми, владеющими всей информацией о проекте;
- горизонтальные и вертикальные коммуникации в организации работают эффективно, между сотрудниками нет конфликтов и разногласий;
- на всех уровнях конфликтные ситуации в организации успешно разрешаются с помощью методов принятия решений;
- в организации отсутствуют межличностные столкновения, энергия тратится на обсуждение идей;
- ценности организации разделяют и поддерживают все ее сотрудники, и они прослеживаются в стратегии управления компанией;
- в компании выстраивается механизм обратной связи.

Концепция фасилитации основывается на тех вопросах, на которых она фокусируется. Так, в фокусе фасилитации лежат вопросы о предполагаемом результате работы, о вовлеченных лицах, об особенностях коммуникации участников проекта, о последовательности обсуждаемых проблем, психологической среды и т. д. Концепция также определяет основную цель фасилитации – это увеличение уровня эффективности группы в совместном решении задач. Результат фасилитации при трансформации системы управления – это повышение качества принимаемых группой решений и сокращение времени на их внедрение [Мартынова, 2011], а также целенаправленная концентрация психоэмоциональной энергии участников (рис. 1) к достижению стратегии трансформации системы управления к направлению сектора В согласно рисунку 1.



Рис.1. Направленность энергии конфликта и психоэмоциональной энергии участников трансформации системы управления (составлено автором)

Fig. 1. Directionality of conflict energy and psycho-emotional energy of participants in the transformation of the management system (compiled by the author)



В авторской концепции трансформации системы управления предлагается к инструментальному использованию специальный вид фасилитации, а именно «интегральная фасилитация». Основные элементы заимствованы из учения И. Адизеса [Адизес, Лави, 2017].

Задача такой интегральной фасилитации – интегрировать команду на выработку «хороших» решений и последующую их реализацию именно при трансформации системы управления организации. При этом автором предлагается использовать такую интегральную фасилитацию, как один из инструментов корректировки модели поведения заинтересованных лиц за счет последовательного соблюдения правил ее проведения и общения как внутри сессии, так и последующей деятельности.

Фасилитатор и его задачи в управлении трансформацией

Фасилитация имеет большой набор методов и инструментов. Однако эти инструменты не будут действенными без их профессионального и грамотного использования и внедрения в работу группы. Именно поэтому в рамках данного вопроса важную роль играет фасилитатор и его личность.

Так, групповое собрание, на котором нет фасилитатора, может проходить безрезультатно при отсутствии подготовки к совещанию, определения повестки, основной цели и т. д. Трансформация системы управления происходит в текущей оперативной действительности участников проекта, а изменение системы управления – это задача развития и, зачастую, менеджеры, находясь в вихре повседневности, не могут выстроить приоритеты в трансформации. Эти задачи «ложатся» на плечи фасилитатора [Швецова, 2019].

Человека, выполняющего функции фасилитатора, в авторской концепции трансформации предлагается называть «**интегратором**», так как он управляет процессом обсуждения и помогает найти и интегрировать способ решения проблемы. Профессиональное поведение фасилитатора должно быть направлено на синхронизацию целей, задач и действий, а главное сконцентрировать психоэмоциональную энергию участников проекта трансформации системы управления в единый вектор.

Как отмечает Т.Б. Загоруля, важным качеством фасилитатора является любовь к людям (эмпатия), терпеливость, толерантность и знание психологии человека. Только при позитивном подходе и наличии перечисленных выше навыков фасилитатор сможет привести сотрудников к эффективному решению и результату [Загоруля, 2020].

Сегодня существует международная Ассоциация фасилитаторов, которая как задает стандарты работы фасилитатора, так и развивает профессиональные компетенции фасилитаторов. В России действует Ассоциация фасилитаторов, созданная для развития практик использования фасилитации для решения социально и экономически значимых задач российского общества и организаций. Основные профессиональные компетенции фасилитатора, которые были сформулированы и представлены в Уставе российской Ассоциации фасилитаторов [Устав Ассоциации фасилитаторов, 2016], таковы:

- сотрудничество и управление отношениями, которое заключается в умении фасилитатора формировать и поддерживать атмосферу сотрудничества и командной работы;
- наличие навыка создания безопасной, безоценочной и комфортной среды для участников проекта за счет нивелирования рисков возможной критики и деструктивных конфликтов на фоне этих рисков (для этого фасилитатору целесообразно использовать методы провоцирования участников на разговор, методы побуждения к активности и т. д.);
- навык проектирования оптимального группового процесса, включающий в себя гибкость, способность к импровизации, владение техниками совещания и т. д.;
- навык управления групповой работой, предполагающий умение разрешать разного вида конфликты, фокусировать внимание участников на общих задачах и поддерживать в коллективе ресурсное состояние;
- владение знаниями из разных областей, таких как социология, менеджмент, психология;

– навык самоорганизации и эмоциональной регуляции, который позволяет избегать провокаций, удерживать равновесие и рациональное состояние.

Развитие в РФ институтов фасилитации однозначно будет иметь положительное влияние для совершенствования систем управления организациями и повышения уровня корпоративной культуры за счет устранения деструктивных конфликтов и придания динамике изменениям и проектам трансформации систем управления в организациях.

Множественность выбора инструментов фасилитации

Инструмент фасилитации в контексте управления конфликтными противоречиями в трансформациях систем управления реализуется поэтапно. С опорой на труды Е.В. Ширинкиной нами были выделены и систематизированы основные этапы фасилитации, представленные на рис. 2.

Выделенный алгоритм является универсальным при применении инструментария, а его практическая реализация зависит от конкретных выбранных методов и инструментов фасилитации [Ширинкина, 2021].

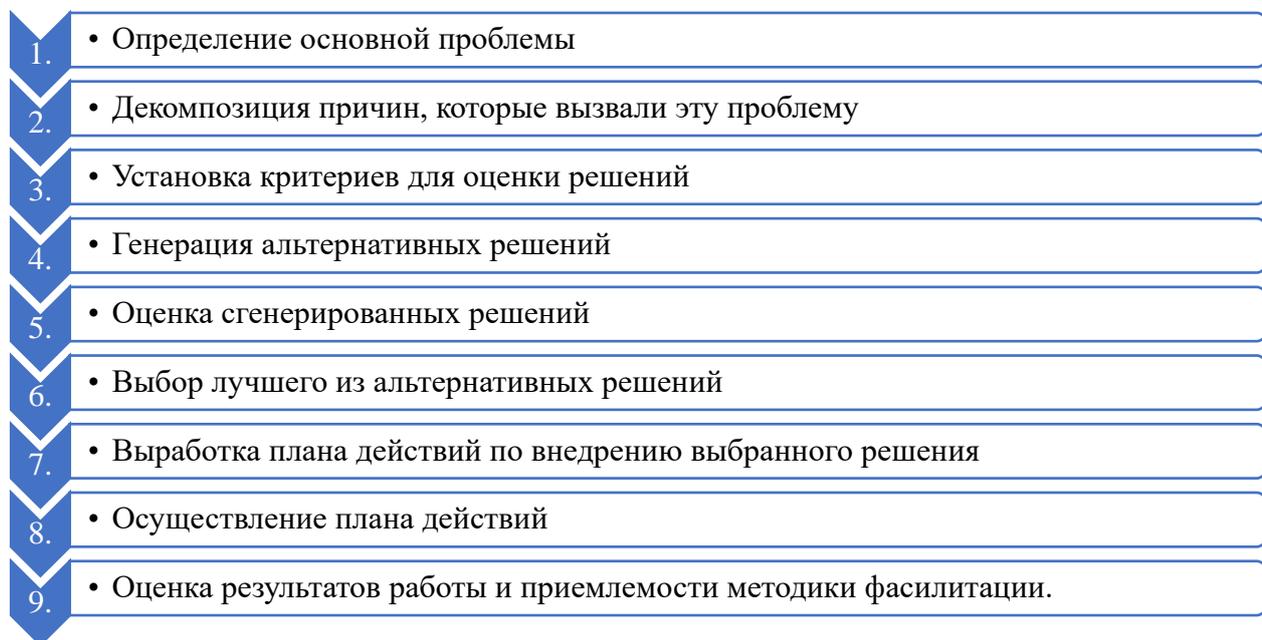


Рис. 2. Этапы фасилитации (составлено автором на основе [Bens, 2005])
Fig.2. Stages of facilitation (compiled by the author on the basis of [Bens, 2005])

В качестве инструментария, который позволяет реализовать большую часть этапов, выступает такой инструментарий управления изменениями и организационного развития, как «фасилитация».

Рассмотрим уровни процесса фасилитации. Для этого обратимся к работе Э. Дэвидсона, описывающего три уровня фасилитации в группе [Davidson, 2005].

Первый – уровень макропроцесса, отражает общую цель, которая должна быть достигнута группой в результате всей фасилитации или отдельного ее этапа. Такие цели связаны с определением миссии, видения, стратегии развития, командного развития и т. д. На этом уровне значимым является обсуждение, обозначение запроса для структурирования процесса фасилитации.

Второй – уровень методов. Здесь используются многоступенчатые модели решения проблемы. Примером метода, реализуемого на данном уровне процесса фасилитации, является метод «Мировое кафе», цель которого – сбор информации и обмен мнениями путем сбора группы и назначения «хозяина кафе» (чаще всего это фасилитатор). Суть этого метода заключается в обсуждении одной группы вопросов разными «столиками» с переходом участников кафе за

разные столы обсуждения в течение нескольких раундов. Не меняется «хозяин стола». В его задачу входит донесение основной сути обсуждения предыдущего раунда новой группе. Авторы метода Х. Браун и Д. Исаак [Brown, Isaacs, 2005]. Второй пример метода фасилитации, реализуемый на уровне методов, – «Поиск будущего». Данный инструмент разработан американскими психологами и коучами М. Вейсбордом и С. Дженоффом. Метод предполагает выделение следующих «ролей» участников процесса фасилитации:

- спонсор – заинтересованный в проведении процесса фасилитации;
- организационный комитет – определяет основные темы процесса;
- фасилитатор – сторонний руководитель процесса;
- участники процесса.

Метод используется с целью поиска общей основы для сотрудничества разными группами и командами и реализуется в несколько этапов [Weisbord M.R., Janoff, 2005]:

- разогрев участников и обсуждение прошлых установок, успехов и решений (взгляд на прошлое);
- создание общей тенденции, оказывающей влияние на группу в настоящем (взгляд на настоящее);
- составление эффективных и желаемых сценариев будущего развития (взгляд на будущее);
- этап выделения общих основ планируемого сценария будущего;
- составление конкретных планов и планирование будущего.

Третий уровень процесса фасилитации представляет собой отдельные микропроцессы и техники, которые реализуются на уровне методов. Другими словами, третий уровень процесса фасилитации определяет техники и инструменты, которые способствуют более эффективной реализации уровня методов и интегрируются в конкретные методики фасилитации. Примером таких техник могут служить следующие инструменты фасилитации: мозговой штурм, мысленные карты, анализ Парето и т. д.

Помимо владения необходимыми компетенциями и знаниями методологии, фасилитатор также должен уметь грамотно определять цель процесса фасилитации и отбирать инструменты и методы под конкретные запросы и цели. Так, на процесс выбора методик и техник влияет:

- количество участников, которые будут включены в процесс;
- подход, который будет комбинировать техники фасилитации;
- планируемые результаты и перспективы;
- ресурсы, имеющиеся у организации.

Соответственно, в зависимости от целей и задач процесса фасилитации определяются подходящие техники и методы. На основе исследования А.В. Мартыновой был определен алгоритм выбора методов фасилитации в соответствии с целью и концепцией процесса. Этот алгоритм представлен в таблице 1 [Мартынова, 2011].

Представленная таблица является примером алгоритма, который можно использовать при выборе метода и инструмента фасилитации с опорой на цели группового процесса и состав группы. При этом стоит учитывать, что многие методы фасилитации являются смешанными и предполагают синтез различных техник и инструментов, что открывает большой выбор для построения структуры процесса фасилитации. Также конкретные техники и методы адаптируются под запросы заказчика, под цели группы и задачи процесса фасилитации [Bens, 2005].

Психолог и консультант Дж. Дженкинс в своих работах делает акцент на том, что при существующем разнообразии методов и форм проведения процесса фасилитации выделяют несколько конкретных критериев, которые позволяют измерить эффективность самого процесса и подобрать нужные инструменты. Так, автором выделяются следующие критерии [Jenkins, 2005]:

- особенность процесса – по данному критерию определяется вид процесса, который может быть выстроен по схеме «структурированный самоорганизующийся процесс» или «спонтанное – запланированное распределение ролей»;
- охват решения проблемы – по данному критерию определяются границы и временные рамки фасилитационных мероприятий: одноразовые мероприятия, серия мероприятий, узкие границы, широкие границы проблем;
- тип интервенций фасилитатора – по данному критерию определяется содержание, процесс фасилитации и роль фасилитатора в этом процессе;
- тип итогового продукта – по данному критерию определяется итоговый продукт фасилитации, который может быть инструментальным, стратегическим или развивающим;
- тип аудитории – по данному критерию определяются особенности группы участников: большие и малые группы, однородные и неоднородные группы, с выраженной иерархичностью, эгалитарные и т. д.

Таблица 1
Table 1

Алгоритм выбора метода и инструмента фасилитации
The algorithm for selecting a facilitation method and tool

Цель процесса фасилитации	Рекомендуемый размер группы	Метод фасилитации	Инструмент фасилитации
Развитие группы	Малая (3–12 чел.), большая (не более 50 чел.)	Базовая фасилитация (по Шварцу)	– Карта групповой эффективности – Базовые правила коммуникации – Ментальные модели
	Большая группа (от 10 до 2000 чел.)	Стратегические изменения в реальности (по Джекобсу)	– Списки «Чем мы гордимся и о чем сожалеем» – Упражнения на визуализацию – Групповые нормы
Стратегическое планирование	Большая (20–30 чел.)	«Конференция «Поиск» (по Эмери)	– Анализ трендов – Мозговой штурм – История о прошлом
	Большая (от 30 до 1000 чел.)	«Саммит позитивных перемен» (по Людему)	– Карты: «позитивное ядро успеха», мысленные карты – Упражнения на визуализацию

При этом стоит также добавить еще один критерий, который был выделен как значимый на основе проделанной аналитической работы по проблеме исследования. Так, важным критерием определения сущности процесса фасилитации является критерий «сфокусированность воздействия», который предполагает определение метода для организационного развития, или для управления изменениями.

При этом фасилитатором самостоятельно или во взаимодействии с заказчиком определяется количество участников процесса, содержание процесса и инструментарий.

Сущность каждого критерия с примером подходящих методов фасилитации была рассмотрена с опорой на различные исследования и теории и представлена в виде таблицы, составленной автором (см. табл. 2).



Таблица 2
 Table 2

Критерии отбора методов и инструментов фасилитации (составлено автором)
 Criteria for selecting facilitation methods and tools (compiled by the author)

Критерий	Вектор критерия	Содержание	Примеры инструментов
Особенность процесса фасилитации	Структурированный процесс	Структурированный – возникает при разработке процесса фасилитатором совместно с заказчиком	Методы «Технология участия» (Technology of Participation – ToP), разработанные Институтом культурных контактов (Institute of Cultural Affairs – ICA)
	Самоорганизующийся процесс	Участники самостоятельно определяют содержание своей работы	«Технология открытого пространства» (Оуэна), «Динамическая фасилитация»
	Спонтанное разделение ролей	Роли каждого участника процесса формируются в ходе фасилитации	«Технология открытого пространства»
	Запланированное распределение ролей	Заранее обговаривают роли и уровень вклада каждого участника	«Выход за рамки»
Шкала охвата проблем	Одноразовые мероприятия	Единичное событие	«Поиск будущего»
	Серия мероприятий	Последовательность мероприятий	«Форум позитивных перемен» (Appreciative Inquiry)
Тип интервенций фасилитатора	Процесс	Фасилитатор управляет информационными потоками в группе, направляет	Методы, подходящие под другие критерии
	Содержание	Фасилитатор выступает экспертом	Методы, подходящие под другие критерии
Тип продукта	Инструментальный	Фокус на конкретном продукте	Метод «Мировое кафе»
	Развивающий	Фокус на совершенствовании групповых процессов	Методы «Поиск будущего», «Технология участия»
Тип аудитории	Большие группы	Необходимость разделения на подгруппы, организация отчетов и обсуждений	Методы «Поиск будущего» и «Технология открытого пространства»
	Малые группы	До 30 человек, легче организовать взаимодействие. Некоторые методы на малую группу не эффективны	Методы «Мировое кафе» и «Динамическая фасилитация»

Можно констатировать, что при наличии необходимых компетенций, соблюдении концепции фасилитации, грамотном использовании алгоритмов подбора и определения техник и методов фасилитации возможно прийти к эффективному результату по любым

вопросам и проблемам групповых проектов. Фасилитация – это один из эффективных способов урегулирования конфликтов заинтересованных сторон в бизнес-трансформациях, что подтверждается рассмотренным содержанием этого процесса.

Интегральная фасилитация при трансформации систем управления

В авторской концепции трансформации системы управления путем синтеза рассмотренных теорий и практик фасилитации предлагается к практическому использованию специальный вид фасилитации, а именно «*интегральная фасилитация*». Основные опорные элементы в такой фасилитации заимствованы из учения И. Адизеса [Адизес, Лави, 2017] и сетки стратегий разрешения конфликтов Томаса – Килмена.

Задача интегральной фасилитации автором определяется как интеграция команды на преобразование энергии «конflikта» на выработку «хороших» решений, последующую их реализацию, а также взаимное обучение и корректировку поведенческой модели участников в требуемом направлении согласно целевой ценностной модели.

При этом автором предлагается использовать *интегральную фасилитацию* как один из инструментов корректировки модели поведения заинтересованных лиц за счет последовательного соблюдения правил ее проведения и общения внутри сессии, опираясь на целевую модель поведения согласно ценностям организации, при условии установки правил «условного наказания» – подачи обратной связи в случае нарушения правил общепринятой модели поведения [Митенков А.В., Тихонова-Быкодорова, 2023а].

Интегральная фасилитация, по мнению автора, является практическим и апробированным инструментом стимулирования продвижения с помощью фасилитатора по спирали организационного развития как самой организации, так и сотрудников. Основываясь на общих принципах и правилах фасилитации, авторская интегральная фасилитация при трансформации систем управления имеет свои особенности и отличия.

Концептуальная задача интегральной фасилитации в трансформации системы управления продвинуть команду по авторской методологии вперед на любом этапе трансформации (от диагностики до системы мотивации), *устранив* шесть уровней пирамиды конфликтов, а также *повлияв* на седьмой конфликт – конфликт ценностей, путем постепенной корректировки модели поведения как отдельного индивидуума, так и управленческой команды.

К привнесенным лично автором специфичным элементам интегральной фасилитации, направленным на устранение конфликтов и нехарактерным для вышеописанных общих практик, относятся:

- Распределенная работа команды и наделение роли «администратора» и «наблюдателя» внутри команды, привнесение модели самоуправления. «Администратор» следит за временем, поведением и соблюдением правил как сессии, так и целевой модели поведения согласно выработанным и закрепленным ценностям. Задача «наблюдателя-смотрителя» в команде – производить в течение сессии фиксацию «что мешало» и «что помогало» работе команды, сфокусировав свою обратную связь после сессии на концентрацию «плюсов» и «минусов» групповой динамики для улучшения производительности на следующих сессиях интегральной фасилитации. В конце сессии наблюдатель публично делится перед группой сделанными записями. Команда фиксирует шаги для совершенствования своей деятельности через обратную связь наблюдателя: что мы берем в устранение (корректировку), и что мы можем продолжать («что нам помогает»). Такая триединая работа «интегратор (фасилитатор)» – «администратор» – «наблюдатель» помогает выстроить самовоспроизводящийся и саморазвивающийся механизм диалектического развития как работы команды, так и отдельных индивидуумов, что в дальнейшем позволяет командам постепенно выходить на самоорганизующийся и автономный уровень за счет возвращения собственных компетенций эффективной групповой работы.

- Фиксация договоренностей сразу на экране при помощи цифровых инструментов табличного редактора (например, Excel) или текстового редактора (например, Word). Благодаря



этому все участники видят на экране объективную реальность в режиме онлайн, таким образом сразу устраняется «конфликт определений», «конфликт есть-надо-хочу» и «конфликт «демократуры». Это, во многом, уникальность интегральной фасилитации и ее отличие от других инструментов.

- Фиксация индивидуальной и групповой психоэмоциональной энергии за счет обращения к чувственно-эмпатийной составляющей во время работы: сессия всегда открывается и закрывается универсальным вопросом «с каким чувством Вы начинаете нашу сессию?» (при открытии сессии) и «с каким чувством Вы завершаете нашу сессию?». Такая экспресс-техника позволяет включиться и выключиться каждому участнику на психоэмоциональном уровне, одновременно соотнести себя с группой и общей энергетикой, а также фиксировать момент начала и конца сессии, как бы зафиксировав отпечаток «сессия про...» на когнитивном уровне в виде серий сериала, позволяя накапливать информацию, решения и модели поведения данного конкретного мероприятия-события по трансформации системы управления.

- Принципиальное отсутствие деления на команды единой группы участников: фасилитационная работа всегда идет строго в единой команде, чтобы «все слушали всех», понимая аргументацию и позиции сторон-участников процесса трансформации по совместно выработанным правилам передачи слова при выступлении. Поскольку управленческая работа по трансформации системы управления требует наличия в команде «полномочий-власти-экспертизы», нам представляется крайне важным, чтобы участвующие заинтересованные лица всегда присутствовали в работе такой объединенной группы, не разбивались на субкоманды, а активно были вовлечены в процесс обсуждения и выработки решений «от» и «до», что позволяет нивелировать во многом пирамиду конфликтов.

В авторской концепции и методологии трансформации помимо инструментальных этапов присутствуют и этапы создания «культуры взаимного уважения и доверия», что возможно за счет корректировки модели поведения каждого отдельного сотрудника на основе единой согласованной модели ценностей организации [Митенков А.В., Тихонова-Быкодорова, 2023а].

Авторские элементы интегральной фасилитации, направленные на корректировку модели поведения и воспитание индивидуальной и групповой культуры взаимного уважения и доверия, нехарактерные для общих практик фасилитации, таковы:

- рассадка строго по полукругу,
- отсутствие столов,
- правило «каждый говорит столько, сколько считает нужным»,
- передача слова по кругу против часовой стрелки,
- фиксация временных интервалов сессий и строгое соблюдение тайминга («условный штраф» при опоздании),
- выяснение и уточнение позиции другой стороны с помощью оборота «правильно ли я понимаю...»,
- фиксация ценностей и модели поведения команды письменно; при этом нарушители ценностей могут быть в «корректирующей» зоне внимания. Отклонение их поведения во время интегральной фасилитации в зоне особого внимания и корректируется путем демонстрации отклонения от принятой модели – наказание «красной карточкой», что является задачей отрицательной обратной связи от группы с «мягким требованием» скорректировать свое поведение в дальнейшей работе.

Описанный автором инструмент интегральной фасилитации и концепция были успешно апробированы в ряде проектов по трансформации систем управления, в частности Группы «Челябинского трубопрокатного завода», а также АО «Криогенмаш» и кэптивных компаний Группы Объединенная металлургическая компания (ОМК): «ОМК-Информационные технологии» и «ОМК-Центр Единого Сервиса».



Рис. 3. Фото-пример проведения интегральной фасилитации (материал автора)
Fig. 3 Photo-example of integral facilitation (author's material)

Реализованные проекты показывали в итоговом расчете рост показателей прибыльности компаний и рост производительности труда около 20 %.

Заключение

Конфликт в процессах трансформации системы управления однозначно сопровождает все организационные преобразования.

Использование концепции и инструмента фасилитации как эффективного способа разрешения противоречий между участниками различных групп является одним из ключевых компонентов авторской методологии в бизнес-трансформациях. Существенный потенциал фасилитации в контексте заданных условий обусловлен тем, что фасилитация подразумевает привлечение внешнего специалиста, эксперта, который сможет выстроить, с опорой на обширный инструментарий фасилитации, адекватный, конструктивный диалог между участниками группы. Фасилитация используется для бесконфликтного принятия решения группой, общего группового развития, развития навыков и взаимодействия членов группы. Это происходит за счет организации обсуждения, в ходе которого у каждого участника группы есть возможность полноценного высказывания.

Задача грамотно выстроенной методологии состоит в использовании интегральной фасилитации как комплексного инструментария для конкретного вопроса (в том числе и конфликтного), так и для общего прогресса заинтересованной группы в целом. Потенциал фасилитации в рамках регулирования конфликтов и противоречий также обусловлен тем, что в процессе фасилитации создается комфортная для сотрудничества психологическая среда, что важно для конструктивного разрешения конфликтов.

Результаты проведенного анализа исследований, практических методов и инструментов показали, что для каждого коллектива характерны особые проблемы группового обсуждения. Гибкость и наполненность фасилитации как способа и процесса организации взаимодействия позволяет подстраиваться под различные запросы и особенности конкретных групп. В рамках организации процесса фасилитации специалистом учитывается множество факторов: количество участников, временные рамки, уровень групповой сплоченности, личностные особенности участников группы, цели и задачи, последствия и особенности трансформационных процессов.

В данной работе рассмотрены этапы, концепция, сущность, методы и техники фасилитации, что позволяет использовать материал статьи для разработки практических методов по устранению противоречий в бизнес-трансформациях с опорой на фасилитацию. Групповая фасилитация применяется в организациях и сообществах чтобы обеспечить проведение успешных групповых дискуссий, обсуждений, совещаний, конференций.

Интегральная фасилитация в авторской концепции и методологии трансформации является важным элементом, задача которого состоит как во внешнем стимулировании группы к выработке «хороших» решений по изменениям, так и к последующей их реализации за счет устранения конфликтной составляющей путем перевода деструктивной энергии конфликта в целенаправленный вектор мышления и действия группы в нужном направлении, а именно в



направлении «сектора Б» видения стратегического развития компании. Вторая задача инструмента интегральной фасилитации состоит в проактивной корректировке модели поведения участников трансформации за счет последовательного применения и соблюдения групповых правил проведения сессий интегральной фасилитации.

Результаты представленного исследования могут быть использованы в полевых проектах трансформации систем управления любых организаций.

Направления дальнейших исследований состоят в углублении инструментария интегральной фасилитации, и проведении серии эмпирических замеров уровня культуры взаимного уважения и доверия, а также замеров модели поведения участников в процессе проектов трансформации системы управления в календарной динамике.

Список источников

- Адизес Ш., Лави Н. 2017. Сопровождения по Адизесу. Практическое руководство. М., Манн, Иванов и Фербер, 144 с.
- Устав Ассоциации фасилитаторов. URL: https://xn--80aaxabp4blm1a4h.xn--p1ai/f/Ustav_Assotciatcii_fasilitatorov.pdf.

Список литературы

- Загоруля Т.Б. 2020. Менеджер-фасилитатор в современной организации. Менеджмент и предпринимательство в парадигме устойчивого развития. Материалы III Международной научно-практической конференции: 64–66.
- Мартынова А.В. 2011. Фасилитация как технология организационного развития и изменений. Организационная психология, 2(1): 53–91.
- Митенков А.В. 2024. Теория управления конфликтными противоречиями заинтересованных сторон при трансформации систем управления. Экономика. Информатика, 51(1): 70–82. <https://doi.org/10.52575/2712-746X-2024-51-1-70-82>
- Митенков А.В., Тихонова-Быкодорова И.В. 2023. Трансформация ценностей работников промышленного предприятия на основе модели Шинго. Экономика промышленности, 16 (1): 105–117. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-1-105-117>.
- Чуланова О.Л. 2019. Коучинг и фасилитация как инструменты повышения групповой эффективности в управлении проектными командами. Вестник НГУЭУ, 4: 184–196.
- Швецова А.А. 2019. Повышение эффективности управления проектом при помощи фасилитации. Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт. Девятнадцатая международная научно-практическая конференция: сборник статей. Белгород, Изд-во ООО ГиК: 384–388.
- Ширинкина Е.В. 2021. Фасилитация как новая форма организации труда. Вестник НГИЭИ, 10(125): 105–116. DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-105-116
- Beckhard R. 2006. What is organizational development? A Wiley Imprint: 3–12.
- Bens I. 2005. Advanced Facilitating Strategies: tools & techniques to master difficult situations. San Francisco, Jossey-Bass.
- Brown J., Isaacs D. 2005. The World Café. San Francisco, Berrett-Koehler Publishers Inc.
- Davidson A. 2005. Process Designs. The Skilled Facilitator Field book. San Francisco, Jossey-Bass: 107–114.
- Jenkins J.C. 2005. Operational Dimensions of the Profession of Facilitation. The IAF Handbook of Group Facilitation. San Francisco, Jossey-Bass: 473–494.
- Kerth N.L. 2001. Project retrospectives: a handbook for team reviews. Dorset House Publishing co. Inc.
- Marshak R.J. 2006. Organization development as a profession and a field. The NTL handbook of organization development and change: principles, practices, and perspectives. An Imprint of Wiley:13–27.
- Weisbord M.R., Janoff S. 2005. Faster, Shorter, Cheaper May Be Simple; It's Never Easy. Journal of Applied Behavioral Science, 41(1): 70–82.

References

- Zagorulya T.B. 2020. Manager-facilitator in a modern organization. Management and entrepreneurship in the paradigm of sustainable development: 64–66 (in Russian).
- Martynova A.V. 2011. Facilitation as a technology of organizational development and change. Organizational psychology, 2(1): 53–91 (in Russian).

- Mitenkov A.V. 2024. Theory of Management of Conflict Contradictions of Stakeholders in the Transformation of Management Systems. *Economics. Information Technologies*, 51(1): 70–82 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-746X-2024-51-1-70-82>
- Mitenkov A.V., Tikhonova-Bykodorova I.V. 2023. Transformation of values of employees of an industrial enterprise based on the Shingo model. *Economics of industry*, 16(1): 105–117. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-1-105-117> (in Russian).
- Chulanova O.L. 2019. Coaching and facilitation as tools for increasing group effectiveness in managing project teams. *Bulletin of NSUEM*, 4: 184–196 (in Russian).
- Shvetsova A.A. 2019. Enhancing project management efficiency through facilitation. *Science and Education: domestic and foreign experience. Twentieth International Scientific and Practical Conference: collection of articles*. Belgorod, Publishing House LLC GIK: 384–388 (in Russian).
- Shirinkina E.V. 2021. Facilitation as a new form of labour organization. *Bulletin of NGIEI*, 10 (125): 105–116 (in Russian). DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-105-116
- Beckhard R. 2006. *What is organizational development? A Wiley Imprint*: 3–12.
- Bens I. 2005. *Advanced Facilitating Strategies: tools & techniques to master difficult situations*. San Francisco, Jossey-Bass.
- Brown J., Isaacs D. 2005. *The World Café*. San Francisco, Berrett-Koehler Publishers Inc.
- Davidson A. 2005. *Process Designs. The Skilled Facilitator Fieldbook*. San Francisco, Jossey-Bass: 107–114.
- Jenkins J.C. 2005. *Operational Dimensions of the Profession of Facilitation. The IAF Handbook of Group Facilitation*. San Francisco, Jossey-Bass: 473–494.
- Kerth N.L. 2001. *Project retrospectives: a handbook for team reviews*. Dorset House Publishing co. Inc.
- Marshak R.J. 2006. *Organization development as a profession and a field. The NTL handbook of organization development and change: principles, practices, and perspectives. An Imprint of Wiley*: 13–27.
- Weisbord M.R., Janoff S. 2005. *Faster, Shorter, Cheaper May Be Simple; It's Never Easy*. *Journal of Applied Behavioral Science*, 41(1): 70–82.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 15.02.2024

Received February 15, 2024

Поступила после рецензирования 19.03.2024

Revised March 19, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Митенков Алексей Владимирович, кандидат философских наук, директор Института экономики и управления промышленными предприятиями, Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, Россия

Alexey V. Mitenkov, PhD in Philosophy, Director of the Institute of Industrial Economics, National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia



УДК 332.12,004

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-344-354

Информационно-аналитическая система мониторинга развития цифровых технологий и оценки их влияния на динамику структурных сдвигов экономики России

Петрова Е.А., Калинина В.В.

Волгоградский государственный университет
Россия, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, 100
E-mail: ea_petrova@mail.ru, verakalinina@mail.ru

Аннотация. Целью исследования является формирование методологических аспектов и разработки информационно-аналитической системы, предназначенной для анализа тенденций развития цифровых технологий, а также для проведения мониторинга оценки структурных сдвигов в региональной экономике Российской Федерации. Для оценки структурных изменений в экономике используется коэффициент К. Гатева, который является наиболее эффективным инструментом для расчета величин структурных сдвигов и позволяет оценить их изменения как в динамике, так и по результативности. В ходе исследования разработан инструментарий информационно-аналитического обеспечения, с помощью которого проведена оценка динамики коэффициентов структурных сдвигов К. Гатева, выявлена тенденция изменения коэффициентов К. Гатева на ближайший период от имеющихся данных с помощью нейросети, построена регрессионная модель взаимосвязи показателей развития информационного общества и валового регионального продукта на душу населения. Созданная информационно-аналитическая система позволяет повысить эффективность проведения мониторинга развития цифровых технологий в РФ; прогнозировать динамику структурных сдвигов в экономике и оценивать их качество; результаты регрессионного анализа могут использоваться для выявления ключевых факторов, способствующих росту валового регионального продукта. Научная новизна исследования заключается в том, что предлагаемая авторами региональная информационно-аналитическая система (ИАС), в отличие от аналогов, используемых органами региональной власти, аккумулирует результаты комплексного мониторинга структурных сдвигов в экономике регионов; фиксирует состояние и результаты социально-экономического развития регионов, в том числе и ИТ-сектора. Теоретическая значимость заключается в предложенном методологическом подходе разработки ИАС мониторинга развития цифровых технологий и оценки их влияния на динамику структурных сдвигов экономики России, включающей интерфейс, ориентированный на различные группы пользователей и сервис поиска данных с обеспечением удаленного многоаспектного доступа к актуальным данным. Практическая значимость заключается в возможности применения созданной ИАС органами региональной власти с целью повышения эффективности управления экономическими процессами в регионах.

Ключевые слова: структурные сдвиги в экономике, мониторинг, информационно-аналитическая система, экономический рост, цифровые технологии

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке FZUU-2023-0002 «Новая парадигма формирования хозяйственного (экономико-правового) механизма пространственного развития Российской Федерации в условиях пандемии, цифровой трансформации, локальных и глобальных вызовов».

Для цитирования: Петрова Е.А., Калинина В.В. 2024. Информационно-аналитическая система мониторинга развития цифровых технологий и оценки их влияния на динамику структурных сдвигов экономики России. Экономика. Информатика, 51(2): 344–354. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-344-354

Information and Analytical System for Monitoring the Development of Digital Technologies and Assessing Their Impact on the Dynamics of Structural Shifts in the Russian Economy

Elena A. Petrova, Vera V. Kalinina

Volgograd State University

100 Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russia

E-mail: ea_petrova@mail.ru, verakalinina@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to form methodological aspects and develop an information and analytical system designed to analyze trends in the development of digital technologies, as well as to monitor the assessment of structural shifts in the regional economy of the Russian Federation. To assess structural changes in the economy, the K. Gatev coefficient is used, which is the most effective tool for calculating the magnitude of structural shifts and allows you to assess their changes both in dynamics and effectiveness. In the course of the study, a toolkit of information and analytical support was developed, with the help of which the dynamics of K. Gatev's structural shift coefficients was assessed, the trend of K. Gatev's coefficients for the near future from available data using a neural network was revealed, a regression model of the relationship between indicators of information society development and gross regional product per capita was built. The created information and analytical system makes it possible to increase the effectiveness of monitoring the development of digital technologies in the Russian Federation; to predict the dynamics of structural shifts in the economy and assess their quality; the results of regression analysis can be used to identify key factors contributing to the growth of gross regional product. The scientific novelty of the study lies in the fact that the regional information and analytical system (IAS) proposed by the authors, unlike analogues used by regional authorities, accumulates the results of comprehensive monitoring of structural shifts in the economy of regions; it records the state and results of socio-economic development of regions, including the IT sector. The theoretical significance lies in the proposed methodological approach to the development of an IAS for monitoring the development of digital technologies and assessing their impact on the dynamics of structural shifts in the Russian economy, including an interface aimed at various user groups and a data search service providing remote multidimensional access to relevant data. The practical significance lies in the possibility of using the established IAS by regional authorities in order to improve the efficiency of managing economic processes in the regions.

Keywords: structural shifts in the economy, monitoring, information and analytical system, economic growth, digital technologies

Acknowledgements: the study was carried out with the financial support of FZUU-2023-0002 «A new paradigm for the formation of an economic (economic and legal) mechanism for the spatial development of the Russian Federation in the context of a pandemic, digital transformation, local and global challenges».

For citation: Petrova E.A., Kalinina V.V. 2024. Information and Analytical System for Monitoring the Development of Digital Technologies and Assessing Their Impact on the Dynamics of Structural Shifts in the Russian Economy. Economics. Information technologies, 51(2): 344–354. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-344-354

Введение

Одним из основных факторов экономического роста как национальной, так и региональных экономик являются структурные изменения, что обеспечивает новые возможности устойчивого развития. В качестве основного информационно-аналитического инструментария мониторинга структурных сдвигов в экономике, а также определения влияния НБИК-технологий на данный процесс, используются информационно-аналитические системы. Мониторинг, проводимый с помощью информационно-аналитической системы, предназначен для количественной оценки изменений и прогнозирования структурных сдвигов в экономике (используется коэффициент Гатева [Petrova, Vyayanova, Kalinina, 2023; Казинец, 1981; Казинец, 1963]), анализа взаимосвязи их с развитием ИТ-технологий, оценки влияния информационных технологий на структуру национальной экономики.



Поскольку мониторинг применяется в различных сферах, его определение напрямую зависит от контекста, однако в общем понимании мониторинг представляет собой процесс наблюдения и контроля, осуществляемый определенным субъектом. Мониторинг, согласно определению Ревайкина А., должен представлять собой систематическое эмпирическое наблюдение за ходом процесса и спецификой определенных выявленных существенных изменений в исследуемой системе, которые влияют на нее и связаны определенным образом с ее переходом из одного состояния в другое [Ревайкин, 1994]. И.В. Жужгов в свою очередь определяет понятие мониторинга как систему, включающую главные общенаучные и объективные эмпирические методы проводимого исследования, при этом предполагается, что данная система возникла в результате использования объединяющих и взаимодополняющих друг друга различных методологических подходов. Данная система может быть применима на каждом из имеющихся этапов как в процессе получения совершенно новых знаний, так и при изучении и исследовании свойств различных объектов, независимо ни от предметной области, ни от их содержания или научного направления. [Жужгов, 2005].

В качестве объектов в системе мониторинга, используемого для исследования тенденций экономического развития в разрезе территории, выступают экономические территориальные единицы, такие как районы, республики, края, области, автономные образования и города. Предметом мониторинга является совокупность различных региональных экономических и отраслевых тенденций. Таким образом, одной из основных целей проводимого мониторинга будет являться процесс наблюдения, выявления, отслеживания и последующего управления развитием региональной экономики.

Материалы и методы

Информационно-аналитические системы мониторинга предлагают комплексное решение для принятия обоснованных решений. Они позволяют автоматизировать процессы на различных стадиях, таких как: сбор информации, предобработка и очистка данных от различных аномалий, систематизации данных для подготовки их к загрузке в системы хранилищ и баз данных, оценка исследуемой информации, использование различных методологических инструментов на стадии прогнозирования состояния объекта, а также на стадии разработки различных вариантов воздействий и принятия управленческих решений для преодоления выявленных проблем. Собранные данные подвергаются предобработке, чтобы удалить нерелевантные или дублирующие данные. Затем они очищаются от ошибок и систематизируются для обеспечения согласованности и полноты. Используя статистические методы, машинное обучение и другие аналитические инструменты информационно-аналитической системы мониторинга, оценивают собранную информацию, выявляя закономерности, тенденции и взаимосвязи. Это позволяет управленческим структурам лучше понять текущее состояние объекта мониторинга и оценить его эффективность. Основываясь на исторических данных и текущих тенденциях, система мониторинга может прогнозировать будущие результаты. Это позволяет заранее планировать и принимать проактивные меры для достижения целей.

В процессе сбора информации решается основополагающая задача, лежащая в основе задач проводимого мониторинга, а именно – определение набора показателей, далее подбираются необходимые методы исследования, предназначенные для выявления закономерностей в исследуемом процессе. Сформированная система показателей и определенные методы исследования влияют на способы применения и выбор информационных технологий, используемых для автоматизации всех процессов мониторинга и задач анализа.

Мониторинг играет важную роль в исследовании структурных изменений в экономике России и развитии цифровых технологий. Его основными задачами являются:

1. Организация наблюдения и сбор данных: наблюдение за динамикой структурных изменений и развитии цифровых технологий на территории РФ; получение достоверной и объективной информации.

2. Анализ информации: проводится для выявления имеющихся и не выявленных закономерностей, причин отклонений от заданных параметров в социально-экономическом развитии регионов.

3. Выявление негативных факторов, тормозящих экономическое развитие территории.

4. Обеспечение информацией заинтересованных структур: предоставление органам управления, предприятиям, организациям и гражданам актуальной информации о структурной динамике экономики; разработка рекомендаций по корректировке экономической политики для содействия структурным изменениям.

5. Прогнозирование: разработка прогнозов развития структурной динамики в национальной и региональных экономиках; оценка возможных сценариев развития и влияния различных факторов на структурные изменения.

Основной целью функционирования системы мониторинга является обеспечение своевременной, достоверной и полной информацией всех заинтересованных лиц. Это достигается путем создания и внедрения информационно-аналитической системы (ИАС), которая обеспечивает систематизированный сбор, обработку и анализ данных.

Данная ИАС, в отличие от используемых органами региональной власти, аккумулирует результаты комплексного мониторинга структурных сдвигов в экономике регионов; фиксирует состояние и результаты социально-экономического развития регионов, в том числе и ИТ-сектора; а также включает интерфейс, ориентированный на различные группы пользователей и сервис поиска данных; обеспечивает удаленный многоаспектный доступ к актуальным данным.

ИАС мониторинга позволяет отслеживать ключевые показатели структурной динамики экономики, такие как: структура ВВП и его изменение по отраслям; распределение трудовых ресурсов; инвестиции в различные секторы; технологические сдвиги; динамика предпринимательской активности; уровень конкуренции; развитие цифровых технологий в экономике.

Анализ данных ИАС мониторинга помогает понять текущее состояние экономики, выявить структурные дисбалансы и принимать обоснованные решения по стимулированию экономического роста и повышению эффективности использования ресурсов. Кроме того, результаты мониторинга могут использоваться для разработки долгосрочных стратегий развития и внесения корректировок в действующие экономические программы. Так же мониторинг позволяет исследовать все процессы в динамике выявлять закономерности изменений объекта в пространстве и о времени.

В ходе использования, система мониторинга накапливает огромный массив информации, что позволяет проводить различные исследования и сопоставлять значения показателей в разрезе различных измерений [Шмельков, 2003].

Все расчеты, проводимые в рамках информационно-аналитической системы мониторинга основаны на данных, публикуемых официальными источниками информации в открытом доступе в сети Интернет за период с 2005 по 2023 год [Федеральная служба государственной статистики, 2024]. В научной литературе наиболее известными и широко применяемыми являются индексы Казинца Л.С. [Казинец, 1981], Гатева К. и Рябцева В.М. [Рябцев В.М., Чудилин Г.И. 2001].

В данном исследовании анализ динамики структурных сдвигов проведен на базе рассчитанного в исследовании коэффициента К. Гатева по следующей формуле:

$$K_t^\Gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{it} - x_{it-1})^2}{\sum_{i=1}^n x_{it}^2 + \sum_{i=1}^n x_{it-1}^2}} \quad (1)$$

где:

x_{it} — доля i -й отрасли в валовом показателе в период t ,

$x_{it-1} \geq 0$;

$x_{it} \geq 0$;

n — количество элементов структуры.

Значения коэффициента варьируется от 0 и выше, если значение стремится к нулю, то считается, что изменения практически отсутствуют и структура остается неизменной. Если значения коэффициента ближе к 1, то это говорит о наличии масштабных изменений в структуре.

Для проведения оценки структурных сдвигов используются статистические показатели из официальной статистики по показателям: отраслевая структура валовой добавленной стоимости, использование цифровых технологий, затраты на цифровые технологии за период с 2005–2023 год. Для прогнозирования динамики структурных сдвигов используется метод построения временного ряда с использованием нейросети.

В эпоху стремительного развития цифровых технологий отслеживание их влияния на экономические процессы является первостепенной задачей. Для эффективного мониторинга структурных сдвигов, обусловленных цифровизацией, необходимо использовать современные информационные технологии, такие как интеллектуальный анализ и хранилища данных. Хранилища данных служат информационной базой для аналитиков, содержащей большой объем структурированных данных. Они позволяют хранить и управлять данными из различных источников, обеспечивая их централизацию и доступность. Технология OLAP (многомерный анализ онлайн) позволяет предоставлять онлайн-доступ к данным, организованным в многомерных структурах. Это облегчает агрегирование и обработку данных по различным измерениям, что незаменимо для анализа динамических показателей. Технологии интеллектуального анализа данных включают алгоритмы машинного обучения и статистические методы и методы прогнозирования и оптимизации, предназначенные для обнаружения скрытых закономерностей, паттернов и знаний в больших объемах информации.

Результаты исследования

Для комплексного мониторинга развития цифровых технологий в экономике страны проводится комплексная оценка влияния цифровых технологий на экономические процессы. В качестве инструмента была разработана информационно-аналитическая система, представленная на рисунке 1, предназначенная для мониторинга. Основными объектами в ее структуре являются: хранилище данных и аналитическая платформа, позволяющая проводить оценку данных с помощью технологий Data Mining. Система позволяет проводить многомерный анализ данных, строить прогнозы и выявлять структурные сдвиги, вызванные цифровизацией.

Хранилище данных содержит показатели исследуемой предметной области (рисунок 2).

В ходе проведения мониторинга, анализ данных реализуется в аналитической платформе Deductor. OLAP-анализ в процессе мониторинга визуализирует информацию в различном разрезе: временном, территориальном, по выборочным показателям. Также используются инструменты графического отображения информации – диаграммы, графики, нейросети, проводится фильтрация данных. Так как с 2016 года в отраслевую структуру экономики России были добавлены новые отрасли экономической деятельности (деятельность в области информации и связи и деятельность профессиональная, научная и техническая), то в ИАС предусмотрено хранение данных по отраслевой структуре в двух таблицах – до 2016 и после. Для анализа тенденций развития не измененных отраслей экономической деятельности из этих таблиц, данные можно объединять путем различных инструментов запросов и визуализировать в виде таблиц, кубов, диаграмм.



Рис. 1. Архитектура информационно-аналитической системы мониторинга развития цифровых технологий и оценки их влияния на динамику структурных сдвигов в российской экономике
 Fig. 1. Architecture of an information and analytical system for monitoring the development of digital technologies and assessing their impact on the dynamics of structural shifts in the Russian economy

Примечание. Расчеты авторов.

Region	Year	Agriculture, forestry, hunting and fish farming	Mining	Manufacturing industries	Provision of electric energy, gas and steam, air conditioning	Water supply, sanitation, waste collection and disposal, pollution control activities	Construction	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	Transportation and storage	Activit and estal
Russian Federation	2016	5	10.9	17	3.5	0.6	6.7	17	8	
Russian Federation	2017	4.6	12.1	17.4	3.4	0.6	6.2	16.6	8	
Russian Federation	2018	4.3	14.8	18	3.1	0.6	5.6	15.8	7.6	
Russian Federation	2019	4.1	13.5	16.8	2.9	0.6	5.4	14.2	7.3	
Russian Federation	2020	4.7	10.5	17	3	0.6	5.8	14.1	7.1	
Russian Federation	2021	4.5	14.4	17.2	2.5	0.6	5.1	14.5	6.5	
Tyumen region	2016	0.8	54.2	3.9	2.6	0.3	10.1	6.1	7	
Tyumen region	2017	0.7	57.4	4.2	2.3	0.3	9.9	5.6	6.3	
Tyumen region	2018	0.6	63.7	4.3	1.8	0.2	8.1	4.8	5.1	
Tyumen region	2019	0.6	64.5	4.6	1.9	0.2	6.6	3.2	5.1	
Tyumen region	2020	0.8	55.8	5.3	2.1	0.3	9.2	3.6	6.1	
Tyumen region	2021	0.6	66.7	6.1	1.6	0.2	6.3	2.6	4.5	
Krasnoyarsk Territory	2016	2.9	19.2	31.9	4.7	0.7	7.2	6.8	6.2	
Krasnoyarsk Territory	2017	2.5	21.2	31.4	4.4	0.7	6.3	6.8	6.5	
Krasnoyarsk Territory	2018	2.5	25.6	31.8	3.9	0.6	4.6	6	5.9	
Krasnoyarsk Territory	2019	2.4	22.4	36.3	3.3	0.4	3.3	5.3	5.2	
Krasnoyarsk Territory	2020	3.1	16.2	40.7	3.3	0.5	3.7	5.4	5.1	
Krasnoyarsk Territory	2021	3.2	22.7	33.4	3.1	0.5	4.3	5.3	5.4	
The Republic of Tatarstan	2016	7.3	21.3	18.4	2.2	0.4	9.9	13.7	5.7	
The Republic of Tatarstan	2017	7.1	25.2	17.2	2.2	0.4	9.3	12.5	5.5	
The Republic of Tatarstan	2018	5.7	30.5	15.9	2.1	0.4	8.1	11.3	5.8	

Рис. 2. Фрагмент информационно-аналитической системы

Fig. 2. A fragment of an information and analytical system

Примечание. Расчеты авторов.

На рисунке 3 представлена диаграмма, отображающая выборочные данные из общего массива данных из двух таблиц по отраслевым структурам валовой добавленной стоимости: сельское хозяйство и добыча полезных ископаемых. По графику наглядно видно, как менялась тенденция развития данных отраслей.

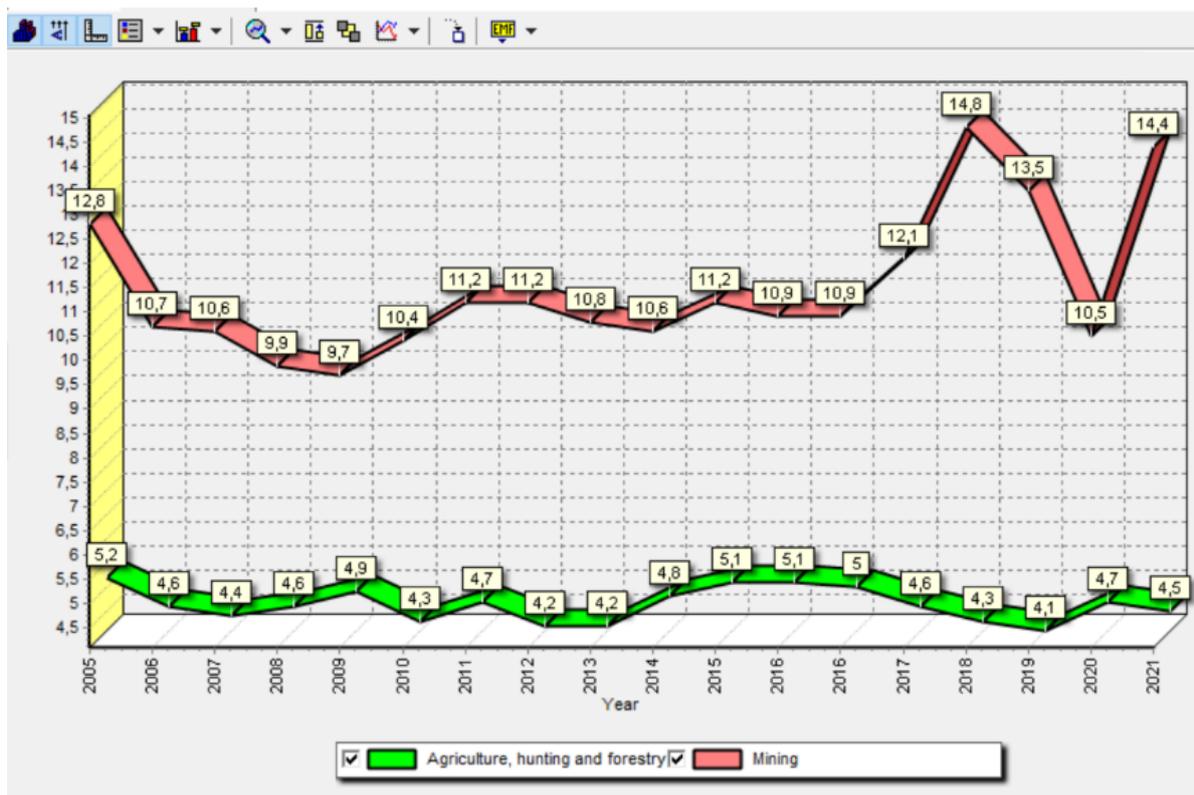


Рис. 3. Фрагмент анализа данных
 Fig. 3. A fragment of data analysis
 Примечание. Расчеты авторов.

На следующем этапе мониторинга проводится корреляционный и регрессионный анализ взаимосвязи ключевых показателей развития информационного общества и их влияние на валовый региональный продукт на душу населения. Информационную базу исследования составили официальные данные статистического издания Федеральной службы государственной статистики «Регионы России. Социально-экономические показатели» [Федеральная служба государственной статистики, 2024], «Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации», за период с 2010 по 2021 год [Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации, 2024].

В начале исследования было собрано 28 показателей, в числе которых 27 – X_i – показатели, характеризующие развитие информационного общества, в качестве Y – валовой региональный продукт на душу населения по РФ.

Корреляционный анализ проводится с целью выявления показателей развития информационного общества, наиболее сильно влияющих на величину валового регионального продукта. Он является основным этапом отбора значимых показателей для проведения регрессионного анализа.

В качестве способа отбора переменных, проанализируем корреляцию между входными переменными и выходной. В результате исследования исключаются те переменные X_i , для которых коэффициент корреляции ниже заданного порога (0,5) по отношению к Y и выше порога мультиколлинеарности (0,95) среди независимых переменных X_i . Таким образом, используем своего рода фильтр, который пропускает переменные с сильной корреляцией относительно выходной, и "подавляет" со слабой.

В результате для проведения регрессионного анализа остается 10 переменных из начального набора данных. Для отбора переменных в регрессионную модель используется метод прямого отбора, когда на каждом шаге в начальную модель будет включаться по одной переменной, если выполнится условие включения.

Общее качество регрессионной модели определяется с помощью коэффициента детерминации $R^2 = 0,9811$, что свидетельствует о высоком качестве модели, т. е. предлагаемая модель объясняет около 98 % дисперсии результативной переменной. Данные дисперсионного анализа показывают статистическую значимость модели в целом при уровне значимости 0,05. В итоге получаем регрессионную модель:

$$Y = -483444,7 + 8014,8X_1 + 13611X_3 + 22457X_5, \quad (2)$$

где:

Y – Валовой региональный продукт на душу населения по субъектам РФ;

X₁ – Число персональных компьютеров в расчете на 100 работников организаций, штук;

X₃ – Доля организаций, использовавших ERP-системы, в общем числе обследованных организаций, %;

X₅ – Доля организаций, получавших заказы на выпускаемые товары (работы, услуги) по Интернету, в общем числе обследованных организаций, %.

Из таблицы видно, что все параметры уравнения значимы при заданном уровне значимости 0,05. Таким образом, на валовой региональный продукт оказывают наибольшее положительное влияние показатели, характеризующие развитие электронной коммерции и использование компьютеров в организациях.

Одним из этапов мониторинга структурных сдвигов в региональной экономике является метод «Прогнозирования результата на определенное время вперед», основываясь на данных за прошедшее время. Deductor Studio предлагает для этого соответствующий инструмент «Прогнозирование». Прогнозировать на несколько шагов вперед имеет смысл только временной ряд, поэтому для реализации данной задачи в исследовании используется временной ряд по значениям структурных сдвигов в Российской экономике с 2006 по 2021 год. Основываясь на этих данных, можно предсказать, какое значение выбранного параметра будет через 1–3 и более периодов.

Прогноз на будущее основывается на данных прошлых периодов. Предполагается, что изменение структурных сдвигов зависит от его значений за предыдущие года. Таким образом, входными факторами для прогноза являются значения структурных сдвигов за прошлые года, а результатом будут значения данного показателя за будущие несколько лет. Поэтому для начала необходимо трансформировать данные к скользящему окну, таким образом будут доступны все требуемые факторы для построения прогноза.

Далее строится модель прогноза с помощью нейронной сети. Чтобы оценить качество обучения, можно проанализировать данные, представленные на диаграмме, где: поля «Gatev's coefficient» и «Gatev's coefficient _OUT» – реальное и спрогнозированное значение; «Gatev's coefficient-ERR» – ошибка (<0,05) (см. рисунок 4). Ошибка достаточно мала, а спрогнозированные значения максимально приближены к реальным.

Нейросеть обучена, теперь построим прогноз изменения значений структурных сдвигов на последующие 3 года с помощью обработчика «Прогнозирование» и визуализируем результат в виде *Диаграммы прогноза*, (см. рисунок 5).

По результатам прогноза можно предположить, что значительные структурные изменения в отраслевой структуре экономики происходили в 2023 году в РФ. По графику видно, что они не постоянны, т. е. бывают периоды стабильного развития экономики (характеризуются низким значением коэффициента Гатева).

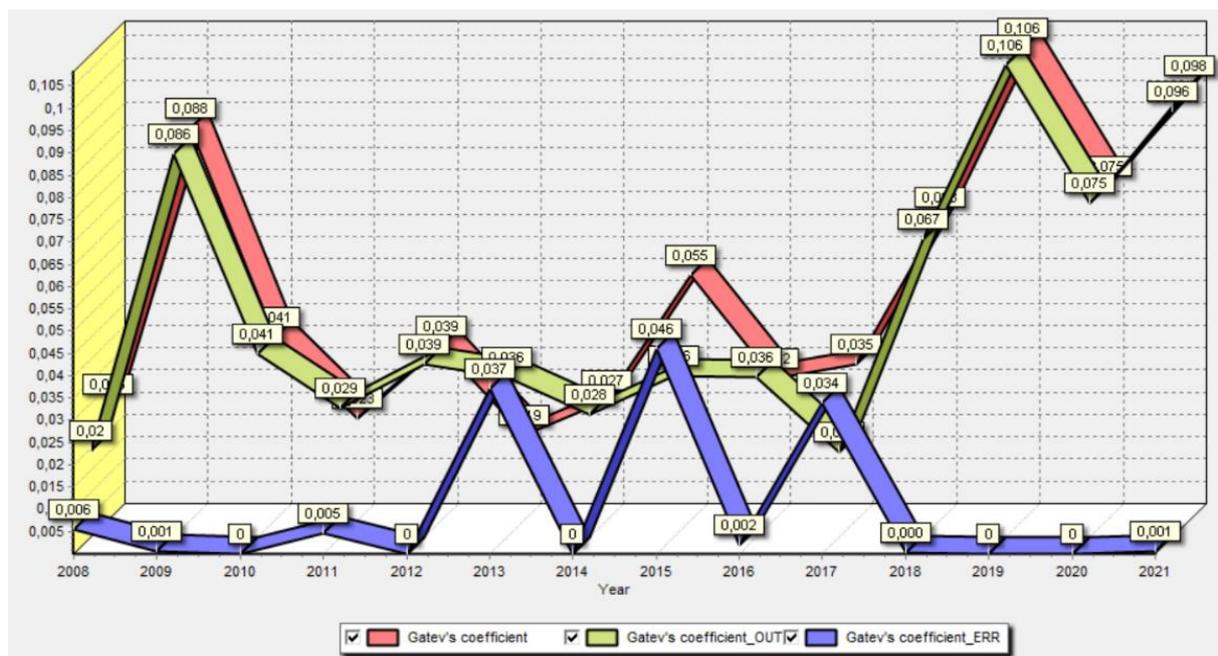


Рис. 4. Сопоставление полученных данных с прогнозом
 Fig. 4. Comparison of the received data with the forecast
 Примечание. Расчеты авторов.

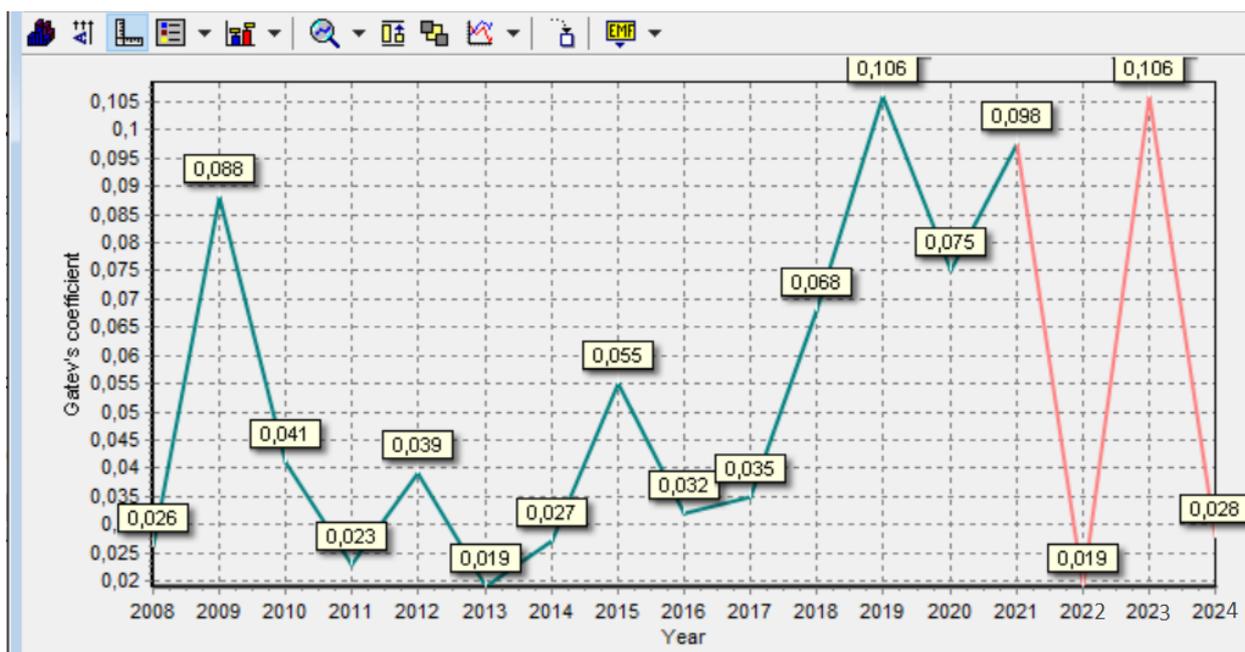


Рис. 5. Прогнозирование результатов
 Fig. 5. Forecasting the results
 Примечание. Расчеты авторов.

Заключение

Использование хранилищ данных, технологии OLAP и методов интеллектуального анализа данных значительно повышает эффективность мониторинга цифровизации. Интеграция этих технологий в единую информационно-аналитическую систему позволяет получить комплексное представление о влиянии цифровых технологий на экономику и своевременно реагировать на структурные изменения. В условиях динамично развивающейся экономики и стремительного технологического прогресса важно отслеживать происходящие

изменения и иметь возможность оперативно реагировать на них. Для решения этой задачи была разработана информационно-аналитическая система.

Информационно-аналитическая система позволяет осуществлять: сбор и хранение разноплановой информации; анализ и обработку данных методами интеллектуального анализа данных; формирование комплексных отчетов и визуализаций с представлением результатов мониторинга в удобном для восприятия виде; модификацию системы для добавления новых источников данных и методов анализа. Внедрение системы мониторинга в процесс управления регионом позволяет: повысить эффективность анализа развития экономики и цифровых технологий; повысить качество и оперативность принимаемых управленческих решений; разрабатывать и реализовывать эффективные меры государственного регулирования; осуществлять комплексный мониторинг и оценку результатов принимаемых мер.

В результате проведенного исследования количественной оценки структурных сдвигов по отраслевой структуре валовой добавленной стоимости в рамках мониторинга возможно выявлять периоды значительного изменения структуры в экономике, тенденцию динамических изменений использования информационных технологий. Таким образом, разработанная информационно-аналитическая система является ценным инструментом для мониторинга структурных сдвигов в экономике и развития цифровых технологий, что способствует повышению эффективности региональной системы управления.

Список источников

- Казинец Л.С. 1981. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике: (Показатели планир. и статистики). М., Экономика, 184 с.
- Казинец Л.С. 1963. Теория индексов: (Основные вопросы). М., Госстатиздат, 352 с.
- Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity>. (дата обращения: 22.03.2024)
- Рябцев В.М., Чудилин Г.И. 2001. Региональная статистика. М., МИД, 378.
- Федеральная служба государственной статистики. Регионы России: социально-экономические показатели. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>. (дата обращения: 22.03.2024)

Список литературы

- Жужгов И.В. 2005. Мониторинг: определение, соотношение с категориями «наблюдение» и «управление». Сборник научных трудов юридического факультета СевКавГТУ, Вып. 7. Ставрополь: 5–14.
- Ревайкин А. 1994. Мониторинг - инструмент мониторинга и анализа экономики. Экономист, 2: 55–60.
- Шмельков А.В. 2003. Мониторинг социально-экономического развития территории: особенности применения. Проблемы совершенствования социологического образования в экономических вузах. Иркутск: Изд-во БГУЭП: 194–198.
- Petrova E.A., Buyanova M.E., Kalinina V.V. 2023. Assessment of the digital transformation impact on the structural changes dynamics in the Russian economy. E3S Web of Conf. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023), 389. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/26/e3sconf_uesf2023_09052/e3sconf_uesf2023_09052.html. (дата обращения: 22.03.2024)

References

- ZHuzhgov I.V. 2005. Monitoring: definition, correlation with the categories of "observation" and "management". Collection of scientific papers of the Faculty of Law of SevKavSTU. Issue 7. Stavropol: 5–14. (in Russian)
- Revajkin A. 1994. Monitoring is a tool for monitoring and analyzing the economy. Economist, 2: 55–60. (in Russian)
- SHmel'kov A.V. 2003. Monitoring of the socio-economic development of the territory: application. Problems of improving sociological education in economic universities: 194–198. (in Russian)
- Petrova E.A., Buyanova M.E., Kalinina V.V. 2023. Assessment of the digital transformation impact on the



structural changes dynamics in the Russian economy. E3S Web of Conf. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023), 389 URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/26/e3sconf_uesf2023_09052/e3sconf_uesf2023_09052.html (accessed on 22.03.2024). (in Russian)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 08.04.2024

Received April 08, 2024

Поступила после рецензирования 22.05.2024

Revised May 22, 2024

Принята к публикации 24.05.2024

Accepted May 24, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Петрова Елена Александровна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Elena A. Petrova, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Volgograd, Russia

Калинина Вера Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Vera V. Kalinina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Volgograd, Russia

УДК 332

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-355-367

Современные тенденции и перспективные направления осуществления инновационной деятельности в Белгородской области

Малыхина И.О., Широкий И.В.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
E-mail: imalykhina@inbox.ru, shirokiy.2000@mail.ru

Аннотация. Вопросы осуществления инновационной деятельности в регионе актуальны всегда. В настоящее время, в условиях санкций и внешнего экономического и политического давления перед Российской Федерацией и ее субъектами вопрос обеспечения инновационного развития стоит еще более остро. Необходимо не только воздействие на регионы со стороны государства, но и формирование в регионах собственной инициативы развития. Показатели регионального развития влияют на социально-экономическое развитие национальной экономики. Взаимосвязь целей государственной политики, направленной на обеспечение эффективного развития всех сфер общественной жизни и целей развития региональной экономической системы позволяет охарактеризовать направления инновационного развития. Формирование определенных тенденций играет важную роль в этих процессах. Формирование тенденций – это то, на основе чего в регионе осуществляется дальнейшая любая деятельность, в том числе инновационная, без которой невозможно развитие в общественной, экономической, политической и иных сферах, а, следовательно, невозможно развитие региона и государства в целом. Поэтому вопросы, связанные с определением тенденций развития региона, всегда требуют к себе особого внимания и тщательного изучения, ведь от правильности выбранного пути непосредственно зависит будущее региона и его положение в государстве, которое может либо укрепляться и регион будет одним из ведущих субъектов Российской Федерации, формирующих благосостояние страны либо будет погружаться в состояние рецессии и стагнации. В работе были проанализированы показатели инновационного развития региона и особенности функционирования инновационной системы региона на примере Белгородской области, а также предложены основные и наиболее эффективные тенденции и перспективные направления осуществления инновационной деятельности региона и развития экономической системы на мезоуровне.

Ключевые слова: инновационное развитие региона, инновационная система региона, региональный прогресс, управление инновациями, региональная экономика

Для цитирования: Малыхина И.О., Широкий И.В. 2024. Современные тенденции и перспективные направления осуществления инновационной деятельности в Белгородской области. Экономика. Информатика, 51(2): 355–367. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-355-367

Current Trends and Promising Directions for Implementing Innovative Activities in the Belgorod Region

Irina O. Malykhina, Ivan V. Shirokiy

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
46 Kostyukova St, Belgorod, Belgorod region 308012, Russia.
E-mail: imalykhina@inbox.ru, shirokiy.2000@mail.ru

Abstract. The issues of innovation activity in the region are always relevant. Currently, in the conditions of sanctions and external economic and political pressure, the issue of ensuring innovative development is even more acute for the Russian Federation and its subjects. It is necessary not only to influence the regions on the part of the state, but also to form their own development initiatives in the regions. Indicators of regional



development affect the socio-economic development of the national economy. The interrelation of the goals of state policy aimed at ensuring the effective development of all spheres of public life and the goals of the development of the regional economic system allows us to characterize the directions of innovative development. The formation of certain trends plays an important role in these processes. The formation of trends is the basis on which any further activity is carried out in the region, including innovative ones, without which development in social, economic, political and other spheres is impossible, and, consequently, the development of the region and the state as a whole is also impossible. Therefore, issues related to determining trends in the development of the region always require special attention and careful study, because the future of the region and its position in the state directly depends on the correctness of the chosen path, which can either strengthen and the region will be one of the leading subjects of the Russian Federation, forming the welfare of the country or will plunge into a state of recession and stagnation. The paper analyzed the indicators of innovative development of the region and the features of the functioning of the innovation system of the region on the example of the Belgorod region, and also proposed the main and most effective trends and promising directions for the implementation of innovative activities of the region and the development of the economic system at the meso-level.

Keywords: innovative development of the region, innovative activity, regional progress, innovation management, regional economy

For citation: Malykhina I.O., Shirokiy I.V. 2024. Current Trends and Promising Directions for Implementing Innovative Activities in the Belgorod Region. Economics. Information technologies, 51(2): 355–367 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-355-367

Введение

Тенденция – это сформировавшееся направление развития какого-либо явления в сферах общественной жизни. Благодаря изучению потребностей населения, анализу экономических показателей и определению желательных и нежелательных потенциальных путей развития вырабатываются определенные тенденции, позволяющие определить, в каком направлении стоит двигаться региону, на какие сферы сделать упор, какие товары и услуги наиболее необходимы населению в определённый момент времени. В экономике тенденцию рассматривают как выявленную в результате экономического анализа направленность экономических процессов, касающихся спроса и предложения, взаимоотношения хозяйствующих субъектов, изменений в организационной и производственной деятельности организаций и т.д. Тенденции бывают глобального масштаба, затрагивающие макроуровень, итогом следования которых являются фундаментальные технические революции, институциональные и технологические сдвиги. Также тенденции могут определять путь среднесрочной смены поколений социально-экономических элементов, обеспечивающих развитие общества, производств и т.д. Но наиболее активно тенденции формируются на микроуровне. Они предполагают гораздо более интенсивную работу. Не стоит говорить о том, что формирование тенденций на микроуровне – это только следование глобальным трендам. Существует также множество примеров, когда на основе успешного результата следования определенным микротенденциям появляется возможность масштабировать этот опыт, направлять по этому пути большее количество элементов хозяйственной деятельности и создавать тенденции глобального масштаба.

Так или иначе, формирование определенной тенденции означает, что по какому-либо направлению будут предприняты определенные меры, которые позволят масштабировать, улучшать, совершенствовать и развивать назначенные элементы. Все это подчеркивает важность инновационного развития и систем управления инновациями в данных процессах. Но, как и в любой сложноорганизованной системе, составные ее части также подвергаются определенным изменениям и могут иметь свойство формироваться на основе определённых тенденций. Поэтому, в первую очередь, необходимо направить усилия на совершенствования механизма управления инновациями на уровне региона, создавать и учитывать определенные тренды в этих процессах.

Объектом исследования является региональная инновационная система Белгородской области.

Предметом исследования выступают тенденции и направления инновационного развития региона (на примере Белгородской области).

Гипотеза состоит в том, что инновационные процессы региона рассматриваются как взаимодополняющие. Формирование тенденций развития региона стимулирует развитие инноваций, которые в свою очередь внедряются в инновационную систему, вследствие чего в инновационной системе появляется возможность формировать последующие еще более инновационные тенденции и совершенствовать существующие.

Цель работы – исследование тенденций и перспективных направлений осуществления инновационной деятельности региона на примере Белгородской области.

В рамках заданной цели основными задачами являются следующие:

- исследовать теоретические аспекты сущности тенденций развития на уровне региона;
- проанализировать актуальные значения показателей, влияющих на уровень инновационного развития Белгородской области;
- сформулировать основные тенденции и направления совершенствования инновационной системы Белгородской области.

Существенный вклад в изучение вопросов инновационного развития региона и непосредственно вопросов формирования тенденций и направлений осуществления инновационной деятельности внесли многие отечественные авторы [Степанова, 2018; Малыхина, 2019; Мишурова, 2019; Ленчук, 2020; Дорошенко, 2021].

Методы исследования и используемые данные

Для проведения анализа эффективности научно-технической, инновационной и социально-экономической деятельности были использованы официальные статистические данные по Белгородской области за период 2018-2021 годы по следующим показателям:

- обращение с отходами;
- объём импортного оборудования;
- использование специальных программных средств в организациях;
- показатели в области информации и связи;
- численность трудовых ресурсов в научно-технологическом секторе;
- валовой региональный продукт.

Методами исследования в данной работе выступают анализ, обобщение, статистический метод, системный подход.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим основные тенденции и перспективные направления осуществления инновационной деятельности региона на примере Белгородской области.

1. Трансформация экономики региона. Главная тенденция в инновационном развитии – это направление усилий, связанных с трансформацией социально-экономической системы региона.

Снижение использования традиционных способов социально-экономического роста и постепенное внедрение инновационных. Это касается организационно-правового элемента и производственного. Важно осуществлять совершенствование и трансформацию организационных процессов, что представляет собой глобальное мышление о будущем. Необходимо осуществлять контроль над инновационной деятельностью организаций, внедрять требования непосредственно от системы управления инновациями к различным субъектам хозяйственной деятельности относительно инновационной деятельности. Стимулировать совершенствование механизма обеспечения непрерывного потока инноваций и обеспечивать постоянное технологическое совершенствование [Himenez, 2015; Малыхина 2019; Захарова 2022; Лизунов 2022; Миронова и др., 2022].

Так же необходимо производить трансформацию экономики с упором на становление экологически чистых производств и снижение загрязнения окружающей среды. В Белгородской области ежегодно образуется около 140-150 млн т отходов производства и потребления, что является наибольшим показателем в ЦФО. Подробнее показатели обращения с отходами на рис. 1.

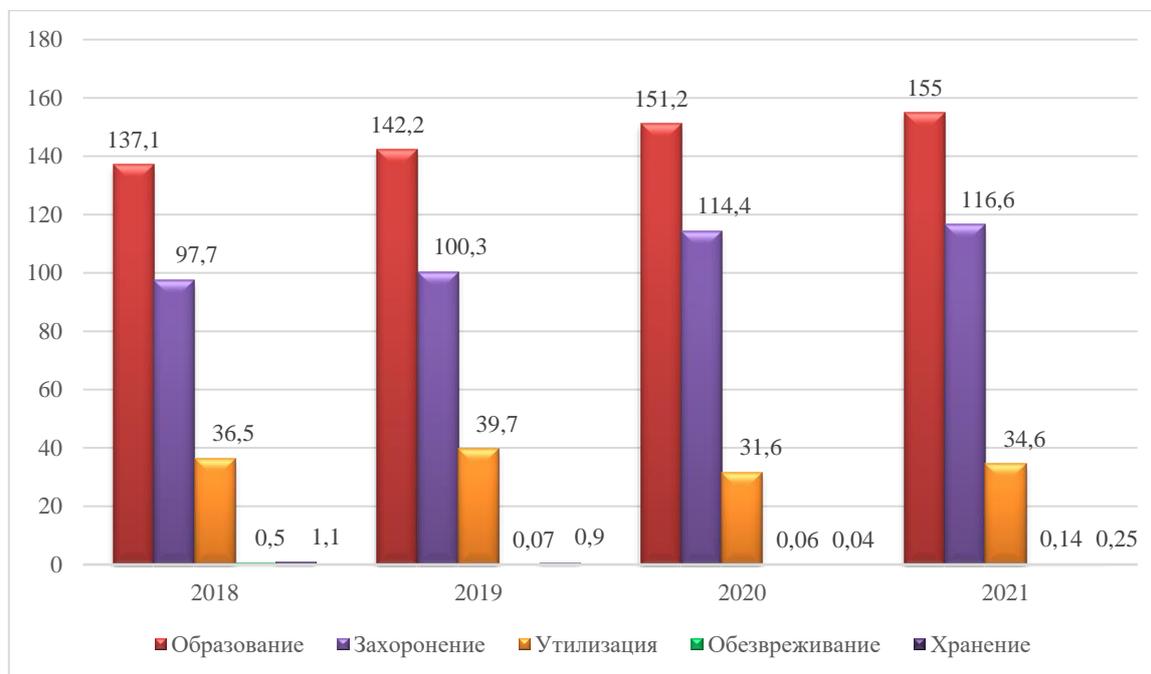


Рис. 1. Обращение с отходами в Белгородской области (2018–2021 гг.), млн т
 [Проект стратегии..., 2023]

Fig. 1. Waste management in the Belgorod region (2018–2021), million tons [Проект стратегии..., 2023]

На основе этих данных можно сделать вывод, что отсутствует положительная динамика в количестве обезвреженных отходов, в 2021 году данный показатель составил лишь 0,14 млн т, в то время как в 2018 году данный показатель был равен 0,5 млн т, и это на фоне того, что образование отходов увеличивается с каждым годом [Проект стратегии..., 2023]. В феврале 2023 года принята стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2030 года, положения которой, помимо указанных выше данных, также свидетельствуют о том, что необходимо направить усилия на трансформацию и совершенствование производств в регионе, что даст положительный эффект с финансовой точки зрения, благоприятно скажется на функционировании всех сфер общественной жизни, на уровне экологической безопасности и создаст наилучшие условия для социально-экономической активности населения.

2. Импортзамещение и локализация производства. Тенденция импортзамещения не новая в современном обществе, но бывают периоды, когда ее актуальность возрастает, и она позволяет решить определенные проблемы. Сегодня данный путь является прерогативой государства и его субъектов. Существует также непосредственная взаимосвязь между данной тенденцией и инновационным развитием. В большинстве случаев развитие потенциала региона и формирования новых производств подразумевает внедрение нововведений и создание инновационных товаров и услуг. Ниже представим направления производств, которые в первую очередь нуждаются в подобных мероприятиях в силу своей значительной зависимости от импортной продукции (рис. 2).



Рис. 2. Импорт запчастей и оборудования для производств в Белгородской области (2019–2021 гг.) [Проект стратегии..., 2023].

Fig. 2. Import of spare parts and equipment for production in the Belgorod region (2019–2021) [Проект стратегии..., 2023].

Эти данные свидетельствуют о том, что значимые сферы производства товаров и услуг в Белгородской области имеют большую долю импортного оборудования в общем объеме оборудования, задействованного в производственных процессах. Это обстоятельство является неблагоприятным фактором и потенциальной угрозой экономике региона, особенно, в современных условиях. Учитывая санкционное давление на определенные области производства товаров и услуг в Российской Федерации, данный факт влечет за собой возможность проблем с поставками и логистикой, что скажется на конечном результате деятельности этих производств.

Поэтому необходимо также направить усилия на совершенствование производств, которые зарекомендовали себя как ведущие в области, и максимизировать их деятельность, совершенствовать технологии и оборудование, чтобы увеличить производительность труда и качество продукции. Ключевыми сферами производства продукции и услуг в Белгородской области являются следующие:

1. Агропромышленный комплекс.
2. Животноводческий комплекс.
3. Metallургический комплекс.
4. Фармацевтическая промышленность.
5. Пищевая промышленность.

Каждую из этих сфер необходимо расширять и развивать с помощью внедрения инноваций в производственные и организационные процессы. Также важным является создание и совершенствование вспомогательных производств для вышеперечисленных сфер с целью сокращения импортной продукции в регион, которая покрывает потребности именно ключевых отраслей. Инновационное развитие ключевых сфер послужит фундаментом для осуществления научной деятельности, связанной со следующими направлениями:

1. Агропромышленный комплекс:

- разработка передовых технологий в сельскохозяйственной области;
- инжиниринг и проектирование новых инструментов для сельскохозяйственных нужд;
- применение сквозных цифровых технологий в АПК.

2. Животноводческий комплекс:

- проведение генетических исследований и разработок в сфере генетики растениеводства и животноводства;



- производство биоудобрений;
 - проекты, направленные на выведение высокопродуктивных пород животных.
3. Металлургический комплекс:
- разработка передовых технологий добычи металлов и руды;
 - разработка технологий для ресурсосберегающего производства.
4. Фармацевтическая промышленность:
- ПО для моделирования воздействия лекарства на организм пациента с учетом индивидуальных особенностей;
 - совершенствование клеточной и генной терапии;
5. Пищевая промышленность
- разработка функциональных и альтернативных продуктов питания;
 - разработка биотехнологий для индустрии питания;
 - разработка инновационных компонентов для пищевой промышленности [Проект стратегии..., 2023]. В феврале 2023 года принята стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2030 года, в которой также подтверждается тот факт, что развитие данных сфер и сопутствующих им производств – это одна из главных задач региона, которая позволит не только заместить требующуюся для производственных процессов импортную продукцию отечественной, а также позволит создавать итоговую продукцию, способную конкурировать с импортной, что предоставит возможность значительно повысить независимость региона от иностранных поставок и укрепить его экономическую безопасность.

3. Повышающаяся роль искусственного интеллекта и цифровизация. В настоящее время об искусственном интеллекте становится слышно все больше с каждым днем. Но восприятие его как одного из ключевых факторов развития все еще не достигло нужного уровня. Это инновационное веяние вызывает отторжение у многих специалистов различного уровня. Также снижается использование стандартных цифровых технологий в организациях (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Использование специальных программных средств в организациях Белгородской области, 2018–2021 гг. (в процентах от общего числа обследованных организаций).

[Белгородская область в цифрах..., 2022]

The use of special software tools in organizations of the Belgorod region, 2018–2021 (as a percentage of the total number of surveyed organizations).

[Белгородская область в цифрах..., 2022]

Годы	2018	2019	2020	2021
Организации, использовавшие специальные программные средства – всего	91,0	91,2	84,7	79,2
Из них:				
Для проектирования/моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO)	14,6	13,6	10,3	9,5
CRM системы	16,6	16,7	15,5	15,9
ERP системы	15,5	17,1	16,6	16,1
SCM системы	8,9	8,9	6,3	5,5
HRIS системы	-	-	6,7	5,3
PLM/PDM системы	-	-	4,7	3,5
для научных исследований	6,6	5,6	4,7	2,6

В Белгородской области число организаций, использующих специальные программные средства в 2021 году составило 79,2 %, что меньше, чем в 2020 году (84,7 %) и гораздо меньше, чем в 2019 году (91,2 %), в том числе произошло снижение количества организаций,

использующих программы непосредственно для моделирования и проектирования, в 2021 году их количество составило 9,5 % от общего количества обследованных организаций, что меньше, чем в 2020 году (10,3 %) и также значительно меньше, чем в 2019 году (13,6%) [Белгородская область в цифрах..., 2022]. Снижается количество организаций, использующих специальные программные средства для научных исследований, что также представляет из себя угрозу инновационной деятельности региона.

Отрицательная динамика использования цифровых технологий не может благоприятно сказаться на совершенствовании экономики и производств, особенно в настоящее время, когда необходимо упрощать, систематизировать и компьютеризировать базовые процессы в осуществлении деятельности организаций.

Для преодоления существующей проблемы и эффективного следования тенденции цифровизации и инновационного развития необходимо предпринять следующие меры:

- внедрение промышленных роботов на производства;
- цифровое прототипирование;
- увеличение количества программных средств для моделирования и их совершенствование;
- масштабирование опыта внедрения SRM, ERP, SCM, PLM/PDM систем;
- увеличение количества программных средств для научных исследований;
- внедрение искусственного интеллекта.

Посредством внедрения в экономические и социальные процессы искусственный интеллект может позволить находить наиболее подходящий порядок действий, моделировать огромное количество вариантов развития событий от внедрения тех или иных инноваций в различные производства или организационные процессы, прогнозируя эффект от них [Chan, 2008; Ленчук, 2020; Потехина, 2021].

4. Путь взаимной поддержки между субъектами экономических отношений. В сфере инноваций очень важна финансовая поддержка, будь это государственное или частное финансирование. Важно сформировать такую тенденцию во взаимоотношении между элементами, чтобы компании могли осуществлять финансирование инновационных проектов, зная, что результаты этой деятельности окажут непосредственное и положительное влияние на их деятельность. Благодаря анализу фирм в регионе возможно создание системной структурированной взаимосвязи по определенным направлениям с конкретными организациями, в ходе которых какие-либо инновационные проекты будут финансироваться именно теми организациями, которые имеют интерес в реализации данных проектов. Это позволит не только создавать инновации, но и обеспечить процесс их коммерциализации [Johnston, Wells, 2020; Тараскина и др., 2021].

5. Формирование служб, осуществляющих информационную поддержку инновационных процессов. В Белгородской области снизились инвестиции в деятельность в области информации и связи в 2022 году (1200,4 млн руб.) по сравнению с 2021 годом (1552,8 млн руб.), что является неблагоприятным сигналом как для инновационной деятельности, так и для функционирования прочих сфер общественной жизни, так как на непрерывном и эффективном потоке информации строятся важнейшие процессы для общества, обеспечивающие его функционирование, развитие, безопасность и т.д. [Белгородская область в цифрах..., 2022]. Необходимо производить формирование баз данных и систем анализа, аккумулирующих актуальную информацию по обратной связи с потребителями относительно спроса и предложения результатов инновационной деятельности [Басюк, Вицелярова, 2023; Еремеева, 2023]. В процессах управления инновационным развитием необходимо мгновенно реагировать на импульсы, исходящие от общества и связанные с формированием новых потребностей в нем. Осуществление коммуникаций с другими регионами и странами с целью информирования друг друга о различных инновационных явлениях и тенденциях также является важным фактором обеспечения эффективного процесса развития. Важен анализ опыта других регионов и стран, чтобы иметь возможность заимствовать какие-то



инновационные элементы, если они могут подойти для совершенствования региона. Постоянное поступление информации о новых возможностях развития региона обеспечивает специалистов необходимыми данными для определения новых тенденций и направлений совершенствования социально-экономического строя региона. Свежий взгляд на проблемы в механизмах управления инновациями является очень важным компонентом в осуществлении данной деятельности и может позволить кардинально изменить существующие процессы, если результат их деятельности был недостаточно эффективен. Также обмен опытом представляет не только помощь в развитии регионов, столкнувшихся с определенными проблемами, но и постоянное совершенствование механизмов управления и расширение области их применения [Мишурова, 2019; Дорошенко, Павлова, 2021].

6. Тенденция к становлению региона как социума.

В зависимости от разных подходов к формированию статуса региона, он может представлять собой квазигосударство, квазикорпорацию, рынок или социум. Именно подход к региону как к социуму представляет наиболее эффективную модель построения социально-экономических отношений. Регион – это среда, в которой главная задача – обеспечивать высокий уровень жизни населения. Необходимо включать культурные, политические, социально-психологические и прочие аспекты жизни в процессы рассмотрения статуса региона. Инновации призваны в первую очередь обеспечивать комфортное существование для людей, что впоследствии обеспечит приток высококвалифицированных специалистов. Следование данной тенденции предполагает следующие мероприятия на уровне региона:

- постоянное совершенствование и инновационное развитие системы социального обслуживания и инструментария социальной поддержки населения;
- формирование модели социальной политики с учетом цифровой трансформации;
- осуществление структурной реорганизации и оптимизации работы социальных учреждений.

7. Тенденция к повышению количества исследователей и научных специалистов. Для подтверждения данной проблемы приведем данные, отражающие численность человек, закончивших аспирантуру в белгородских университетах, в том числе с защитой диссертации (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Показатели деятельности аспирантуры белгородских вузов (2018–2021 гг.), чел.
 [Белгородская область в цифрах..., 2022]
 Performance indicators of the graduate school of Belgorod universities (2018–2021), people.
 [Белгородская область в цифрах..., 2022]

Годы	2018	2019	2020	2021
Выпуск из аспирантуры, человек	236	238	239	257
В том числе с защитой диссертации	96	101	77	87

В Белгородской области наблюдается отрицательная динамика в подготовке специалистов, имеющих степень кандидата или доктора наук, что также влияет на степень раскрытия научного потенциала региона. Это сказывается на общем количестве людей, занятых научными исследованиями и разработками в Белгородской области.

Также анализируем показатели численности работников в научно-техническом секторе региона (табл. 3)

Таблица 3
Table 3

Численность персонала, занятого исследованиями и разработками в Белгородской области (2018–2021 гг.), чел. [Белгородская область в цифрах..., 2022]
The number of personnel engaged in research and development in the Belgorod region (2018–2021), people. [Белгородская область в цифрах..., 2022]

Годы	2018	2019	2020	2021
Численность персонала – всего	1498	1563	1463	1461
в том числе:				
исследователи	932	983	919	944
техники	104	104	116	76
вспомогательный персонал	206	206	176	198
прочий персонал	270	270	252	243

В рассматриваемом периоде наблюдается отрицательная динамика численности персонала, занятого исследованиями и разработками, в 2021 году их число составило 1461 человек, что меньше, чем в предыдущие годы. Стагнация подвергается количество исследователей, 944 человека в 2021 году, что больше на 25 человек, чем в 2020 году, но меньше, чем в 2019 году на 39 человек [Белгородская область в цифрах..., 2022].

Следствием является тот факт, что научно-технологический сектор, несмотря на положительную динамику в своем развитии, занимает не более 0,31 % объема ВРП [Проект стратегии..., 2023]. В феврале 2023 года принята стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2030 года, в которой акцентируется внимание на важности решения данной проблемы и активизации инновационной активности среди населения.

Основными направлениями совершенствования социально-экономических процессов, сопутствующих тенденции увеличения количества исследователей в регионе являются следующие:

- повышение заинтересованности населения в научно-исследовательской деятельности;
 - повышение престижности деятельности в научно-исследовательской сфере;
 - создание благоприятных условий для научно-исследовательской деятельности и постоянное совершенствование этих условий;
 - совершенствование условий и расширение дистанционной деятельности;
 - увеличение притока высококвалифицированных кадров из других регионов и стран.
- Данный опыт может позволить применить ранее не рассматриваемые модели управления, которые могли зарекомендовать себя на других территориях;
- формирование инновационной системы, построенной на взаимодействии образовательных учреждений, частных и государственных компаний для осуществления непрерывного трансфера технологий из науки в экономику [Asheim, Isaksen, 2002; Журкевич, Ци, 2018; Степанов, Шербакова, 2018; Зайцева, Кропивка, 2020].

8. Мотивация региональных руководителей предприятий к улучшению инновационного климата. Помимо всех вышеперечисленных тенденций необходимо также предпринять меры по ориентации человеческого сознания на инновационное мышление. Это касается и регионального руководства, и менеджеров, и рабочего персонала. Мотивационная составляющая играет огромную роль в инновационных процессах. Никакие новейшие технологии не дадут положительного эффекта, если люди не будут осознавать их важность, полезность и продолжат пытаться осуществлять деятельность по устаревшим канонам. Зачастую, руководство с консервативными взглядами не желает применять инновационные



практики, полагаясь на укоренившиеся производственные и организационные механизмы. Также отчуждаются новые идеи и проявляется скептическое отношение ко многим специалистам, позитивно настроенным к инновационному развитию. Мотивация в сфере инноваций – это необходимый элемент, который позволит:

- интенсифицировать инновационную активность;
- преодолеть инертность в мышлении;
- развить творческий потенциал персонала.

Перечислив основные направления осуществления инновационной деятельности, стоит отметить факт, который актуализирует все существующие проблемы. Затраты на инновационную деятельность в Белгородской области увеличиваются с каждым годом и в 2021 году составили 30 798,6 млн руб., что является наибольшим показателем за все время, в то же время удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг в 2021 году составил 11,6 %, что меньше, чем в предыдущий период (14,1 % в 2020 году), несмотря на увеличившиеся затраты [Белгородская область в цифрах..., 2022]. Это говорит о снижении общего уровня эффективности инновационной деятельности в регионе и подчеркивает важность следования тенденциям и направлениям осуществления инновационной деятельности, предложенным в данном исследовании.

Заключение

Формирование тенденций – это неотъемлемая часть развития любой сферы общественной жизни. В независимости от их масштаба они являются драйверами к осуществлению деятельности и максимизации ресурсов на определенном направлении. Изменение человеческих потребностей, внешняя и внутренняя политическая обстановка, геологические изменения – все это оказывает значительное влияние на определение и избрание путей развития как государства в целом, так и его субъектов.

Сам переход на путь инновационного развития тоже является своего рода тенденцией и служит фундаментом для последующей деятельности. Поэтому, необходимым условием эффективного развития региона является создание эффективной системы управления инновациями и поддержка курса на ее постоянное совершенствование в том числе с учетом новых веяний и следования определенным тенденциям в совершенствовании данного механизма.

В данной работе были проанализированы показатели человеческих ресурсов, задействованных в области инноваций, уровень цифровизации предприятий региона и другие актуальные значения социально-экономических показателей, влияющих на уровень инновационного развития Белгородской области, в ходе чего была зафиксирована отрицательная динамика многих из них, а также общая стагнация процессов инновационной деятельности региона.

На основе анализа существующих проблем и угроз социально-экономическому положению Белгородской области сформулированы определённые тенденции и направления в процессах управления инновационной деятельностью региона, которые позволят ставить перед ним сложные и масштабные цели и достигать их, наиболее эффективным образом осуществлять инновационное развитие региона, а также в полной мере поддерживать намеченные пути развития государства.

Список источников

Белгородская область в цифрах. 2022: Краткий статистический сборник. Белгородстат 2023: 232 Электронная книга. URL: https://31.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/0107_2023.pdf (дата обращения: 15.10.2023).

Проект стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2030 года (февраль 2023). 2023. Электронная книга. URL:https://www.economy.gov.ru/material/file/e21e3b72dd198ad5d38eed0b1a3526d0/proekt_strategii.pdf (дата обращения 15.10.2023).

Список литературы

- Басюк А.С., Вицелярова К.Н. 2023. Признаки инновационной экономики. Экономические исследования, 1: 5–23.
- Дорошенко Ю.А., Павлова И.Г. 2021. Инновационная инфраструктура как драйвер развития региона. Экономический вектор, 4(27): 87–92. DOI 10.36807/2411-7269-2021-4-27-87-92.
- Еремеева О.С. 2023. Проблемы информационного обеспечения экономического анализа территории. Проблемы развития территории, 27(3): 28–46. DOI 10.15838/ptd.2023.3.125.3.
- Журкевич М., Ци Ц. 2018. Организационно-экономический механизм управления инновационной деятельностью. Наука и инновации, 9(187): 42–45.
- Зайцева Т.Г., Кропивка Н.В. 2020. Цифровизация как фактор трансформации экономики. Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права, 3(82): 166–174. DOI 10.21295/2223-5639-2020-2-166-174.
- Захарова С.Г. 2022. Формирование инновационной среды интеграционных процессов, обеспечивающих динамику роста качества жизни населения регионов России. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2(66): 14–19. DOI 10.52452/18115942_2022_2_14.
- Ленчук Е.Б. 2020. Научно-технологическое развитие как фактор ускорения экономического роста в России. Научные труды Вольного экономического общества России, 222(2): 126–134. DOI 10.38197/2072-2060-2020-222-2-126-134.
- Лизунов В.В. 2022. Инновационная деятельность и пространственное развитие регионов. Вестник Университета "Кластер", 6(6): 51–68.
- Малыхина И.О. 2019. Стимулирование высокотехнологичных производств как императив технологического развития отечественной экономики. Вопросы инновационной экономики, 9(4): 1469–1478. DOI 10.18334/vines.9.4.1251.
- Миронова Е.А., Чебыкина М.В., Шаталова Т.Н. 2022. Инновационные подходы к развитию совокупного ресурсного потенциала региона. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика, 3: 67–78. DOI 10.18384/2310-6646-2022-3-67-78.
- Мишурова И.В. 2019. Региональное развитие на основе форсайт-технологий. Государственное и муниципальное управление. Ученые записки, 4: 50–54. DOI 10.22394/2079-1690-2019-1-4-50-54.
- Потехина Е.Н. 2021. Инновационный фактор развития в управлении конкурентоспособностью региона. Научный вестник: финансы, банки, инвестиции, 4(57): 186–199.
- Степанов А.А., Шербакова М.А. 2018. Инновационное развитие региона: проблемы и особенности. Экономика и управление: проблемы, решения, 6(10):64–73.
- Тараскина Ю.В., Шендо М.В., Гордиенко О.С. 2021. Формирование эффективного механизма управления инновационным развитием региона. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика, 2: 88–97. DOI 10.24143/2073-5537-2021-2-88-97.
- Asheim V.T., Isaksen A. 2002. Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge. The Journal of Technology Transfer, 27(1): 77–86.
- Chan J.O. 2008. An Integrated Architecture for Enterprise Relationship Management. Communications of the IMA, 8(2): 55–66. DOI:10.58729/1941-6687.1081
- Himenez J.R. 2015. A non-parametric approach to innovation gaps and economic growth. Journal of Economic and Financial Studies, 5: 63–69.
- Johnston A., Wells P. 2020. Assessing the role of universities in a place-based Industrial Strategy: Evidence from the UK. Local economy, 35(4): 384–402

References

- Basyuk A.S., Vitselyarova K.N. 2023. Priznaki innovacionnoj ekonomiki [Signs of innovative economy]. Economic Research, 1:5–23. (in Russian)



- Doroshenko Yu. A., Pavlova I.G. 2021. Innovative infrastructure as a driver of regional development. *Economic Vector*, 4(27):87–92. (in Russian)
- Eremeeva O. S. 2023. Problems of information support of economic analysis of the territory. *Problems of Territory Development*, 27(3):28–46. (in Russian)
- Zhurkevich M., Qi Ts. 2018. Organizacionno-ekonomicheskij mekhanizm upravleniya innovacionnoj deyatel'nost'yu [Organizational and economic mechanism of innovation management]. *Science and innovation*, 9(187): 42–45. (in Russian)
- Zaitseva T.G., Kropivka N.V. 2020. Digitalization as a factor of economic transformation. *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, 3(82): 166–174. (in Russian)
- Zakharova S.G. 2022 Formation of an innovative environment of integration processes that ensure the dynamics of the growth of the quality of life of the population of the regions of Russia. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Social'nye nauki*, 2(66):14–19. (in Russian)
- Lenchuk E.B. 2020. Scientific and technological development as a factor of accelerating economic growth in Russia. *Scientific Proceedings of the Free Economic Society of Russia*, 222(2): 126–134. (in Russian)
- Lizunov V. V. 2022 Innovative activity and spatial development of regions. *Bulletin of the University "Cluster"*, 6(6): 51–68. (in Russian)
- Malykhina I. O. 2019. Stimulation of high-tech industries as an imperative of technological development of the domestic economy. *Issues of Innovative Economy*, 9(4):1469–1478. (in Russian)
- Mironova E. A., Chebykina M.V., Shatalova T.N. 2022. Innovative approaches to the development of the total resource potential of the region. *Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Economics*, 3: 67–78. DOI 10.18384/2310-6646-2022-3-67-78. (in Russian)
- Mishurova I.V. 2019. Regional development based on foresight technologies. State and municipal administration. *Scientific Notes*, 4:50–54. DOI 10.22394/2079-1690-2019-1-4-50-54. (in Russian)
- Potekhina E.N. 2021 Innovative factor of development in the management of competitiveness of the region. *Scientific Bulletin: finance, banks, investments*, 4(57): 186–199. (in Russian)
- Stepanov A.A., Sherbakova M.A. 2018. Innovative development of the region: problems and features. *Economics and management: problems, solutions*, 6(10):64–73. (in Russian)
- Taraskina Yu. V., Shendo M.V., Gordienko O.S. 2021. Formation of an effective mechanism for managing the innovative development of the region. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, 2: 88–97. DOI 10.24143/2073-5537-2021-2-88-97. (in Russian)
- Asheim B.T., Isaksen A. 2002. Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge. *The Journal of Technology Transfer*, 27(1): 77–86.
- Chan J.O. 2008. An Integrated Architecture for Enterprise Relationship Management. *Communications of the ИМА*, 8(2): 55–66. DOI:10.58729/1941-6687.1081
- Himenez J.R. 2015. A non-parametric approach to innovation gaps and economic growth. *Journal of Economic and Financial Studies*, 5: 63–69.
- Johnston A., Wells P. 2020. Assessing the role of universities in place-based industrial strategy: data from the UK. *Local Economy*, 35 (4):384–402

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 20.11.2023

Received November 20, 2023

Поступила после рецензирования 27.04.2024

Revised April 27, 2024

Принята к публикации 27.05.2024

Accepted May 27, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Малыхина Ирина Олеговна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры стратегического управления, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Irina O. Malykhina, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Strategic Management of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia



Широкий Иван Витальевич, аспирант кафедры стратегического управления, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Ivan V. Shirokiy, Postgraduate Student of the Department of Strategic Management of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 338.2

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-368-378

Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» как инструмент развития территорий: первые итоги

Волоцков А.А.

Волгоградский государственный университет
Россия, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100
E-mail: econinform@volsu.ru

Аннотация. Проектное управление в государственном секторе с начала XX века переживает новый период активности, а внедрение проектного менеджмента в практику государственного регулирования прошло ряд этапов. Появление национальных проектов (далее НП) «первой», «второй» и уже анонсированные в 2024 году Президентом РФ В. Путиным НП «третьей» волны доказало, что проектное управление в государственном секторе с начала XX века переживает новый период активности, а внедрение проектного менеджмента в практику государственного регулирования стало масштабным. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства», реализуемый относительно недавно (2021–2024 гг.), влияет на достижение главных национальных целей развития России, что подчеркивает его межотраслевой, сквозной характер. В настоящее время для этого проекта установлено 7 показателей, по 6 из которых официальную статистическую информацию формирует Минэкономразвития России, по одному – Росстат. В состав Национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства» входят три федеральных проекта, каждый из которых направлен на решение задач и (или) достижение общественно значимого результата по достижению национальных целей развития. В рамках данного национального проекта предусмотрена масштабная работа с объектами капитального строительства, однако пока только треть российских регионов (30 из 89) имеют такие объекты, в числе лидеров по их количеству – Нижегородская область и Карачаево-Черкессия. В национальном проекте заложен емкий синергетический эффект, обусловленный интеграционным механизмом его реализации в рамках компетенций более 12 министерств и ведомств.

Ключевые слова: национальные цели развития, стратегическое планирование, государственное регулирование, проектный менеджмент, национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства», капитальное строительство

Для цитирования: Волоцков А.А. 2024. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» как инструмент развития территорий: первые итоги. Экономика. Информатика, 51(2): 368–378. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-368-378

National Project “Tourism and Hospitality Industry” as a Tool for Territorial Development: First Results

Alexey A. Volotskov

Volgograd State University
100 Universitetsky Ave, Volgograd, 400062, Russia
E-mail: econinform@volsu.ru

Abstract. Since the beginning of the 20th century, project management in the public sector has been experiencing a new period of activity, and the introduction of project management into the practice of government regulation has gone through a number of stages. The emergence of national projects (hereinafter NP) of the “first”, “second” and already announced in 2024 by the President of the Russian Federation V. Putin NP of the “third” wave proved that

project management in the public sector has been experiencing a new period of activity since the beginning of the 20th century, and the introduction of project management into public practice regulation has become widespread. The national project “Tourism and Hospitality Industry”, implemented relatively recently (2021–2024), influences the achievement of the main national development goals of Russia, which emphasizes its intersectoral, cross-cutting nature. Currently, 7 indicators have been established for this project, for 6 of which official statistical information is generated by the Ministry of Economic Development of Russia, and for one by Rosstat. The National Project “Tourism and Hospitality Industry” includes three federal projects, each of which is aimed at solving problems and (or) achieving a socially significant result in achieving national development goals. Within the framework of this national project, large-scale work with capital construction projects is envisaged, but so far only a third of Russian regions (30 out of 89) have such facilities, with the Nizhny Novgorod region and Karachay-Cherkessia among the leaders in terms of their number. The national project contains a significant synergistic effect due to the integration mechanism for its implementation within the competence of more than 12 ministries and departments.

Key words: national development goals, strategic planning, government regulation, project management, national project “Tourism and Hospitality Industry”, capital construction

For citation: Volotskov A.A. 2024. National Project “Tourism and Hospitality Industry” as a Tool for Territorial Development: First Results. *Economics. Information technologies*, 51(2): 368–378 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-368-378

Введение

В 2018 г. Правительством РФ был выдвинут перечень приоритетных в кратко- и среднесрочной перспективе национальных целей развития России (далее НЦ), скорректированных в 2020 г., для достижения которых было рекомендовано активнее использовать национальные проекты (НП).

Для каждой НЦ был разработан свой комплекс целевых показателей, а для каждого НП также были обозначены цели, задачи и целевые критерии. Однако известные экзогенные и эндогенные факторы (пандемия, СВО, санкции и т. д.), повлекшие за собой спад деловой активности, потребовали принятия на государственном уровне беспрецедентных антикризисных мер, направленных на поддержку российской экономики [Калинина, Митрофанова, Иванова, 2021; Волоцков, 2023].

Возрастает роль проектной деятельности именно в государственном управлении. Важно отметить, что речь идёт не о локальном или точечном применении данного инструментария, а о его адаптации и повсеместной интеграции в действующую систему государственного регулирования, включая процесс стратегического планирования пространственного развития [Митрофанова, Юрченко, 2021а, 2021б; Юрченко, Митрофанова, 2023].

Результаты исследования и дискуссия

Сама идея о национальном проекте по развитию в России туризма начала активно обсуждаться в 2019 г., но известные проблемы, вызванные затяжной пандемией, началом СВО, затем введенными внешнеэкономическими санкциями, привели к тому, что из проектов «второй волны» он был принят позже остальных и стал последним, тринадцатым. Реализованная ранее ФЦП развития туризма даже при относительно небольшом финансировании показала свою состоятельность. Значительное наследие Россия получила и в виде многочисленных объектов, построенных к Олимпиаде 2014 г. и Универсиаде.

НП «Туризм и индустрия гостеприимства» влияет на достижение главных НЦ развития (сохранение населения, здоровье и благополучие людей; возможности для самореализации и развития талантов; комфортная и безопасная среда для жизни; достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство; цифровая трансформация; региональное развитие [Национальные цели развития ..., 2020]), что подчеркивает его межотраслевой, сквозной характер. НП призван развивать не только регионы с традиционными туристическими

локациями, но и направлен на создание новых туристических дестинаций. Как отметил А. Федулин, председатель общественно-экспертного совета по НП «Туризм и индустрия гостеприимства», спрос на номерной фонд в России превышал предложение в 4 раза.

В настоящее время срок реализации НП установлен на период 2021–2024 гг., однако в конце 2023 г. Президентом РФ было поручено обновить НЦ и НП с учетом актуального горизонта планирования до 2036 года. Думается, что данные изменения затронут и НП «Туризм и индустрия гостеприимства», особенно учитывая, что куратор НП вице-премьер Д. Чернышенко сделал акцент на реализации проекта на новых территориях РФ [Путин предложил запустить..., 2023; Чернышенко заявил о запуске..., 2023; Юрченко, 2023].

Общий объем финансового обеспечения НП за весь срок реализации установлен в объеме 755,56 млрд рублей (рис. 1).



Рис. 1. Объем финансового обеспечения НП «Туризм и индустрия гостеприимства» в разбивке по годам [Паспорт национального проекта, 2024].

Fig. 1. Volume of financial support for NP “Tourism and Hospitality Industry” by year [Passport of the national project, 2024]

Отдельно следует остановиться на показателях НП, являющихся индикаторами степени достижения целей и задач, которые поставлены перед НП. Фактические данные по показателям размещаются в Единой межведомственной информационно-статистической системе (далее ЕМИСС), координатором является Федеральная служба государственной статистики, оператором – Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.

В настоящее время для НП установлено 7 показателей, по 6 из которых официальную статистическую информацию формирует Минэкономразвития России, по одному – Росстат. По 2 показателям данные формируются по Федерации в целом и в разрезе субъектов РФ, по остальным – только на уровне РФ.

Показатели НП были существенно переработаны в декабре 2022 года и, начиная с 2023 года, 7 показателей были исключены, 2 новых дополнено, при этом по показателям Минэкономразвития, «перехватившего эстафету» полномочий упразднённого Ростуризма, данные формируются, начиная с 2023 г., поэтому проанализировать фактические значения в динамике возможно только за относительно небольшой промежуток времени. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Анализ плановых и фактических значений показателей
НП «Туризм и индустрия гостеприимства» по РФ за 2022–2023 годы
Analysis of planned and actual values of indicators
NP “Tourism and Hospitality Industry” in the Russian Federation for 2022–2023

Наименование показателя / Годы	Ед. изм.	2022			2023			2023/ 2022,% (факт)	2024, план
		план	факт	% вып- я	план	факт ¹	% вып- я		
Средняя численность работников туристской индустрии	тыс. чел.	2,35	2,4281	103	2,7	2,7128	100	112	2,9
Количество номеров в классифицированных средствах размещения	тыс. ед.	749,2	771,523	103	769,2	896,485	117	116	783,9
Количество предпринимательских инициатив, направленных на развитие туризма, обеспеченных грантовой поддержкой	ед.	1265	1382	109	1915	2441	127	177	2441
Число въездных туристских поездок иностранных граждан в РФ	млн чел.	4,89	8,24	169	6,6	8,53 ²	129	104	10
Число посещений Национального туристического портала	млн ед.	4,2	11,03	263	4,83	5,44	113	49	5,55
Число туристских поездок	млн чел.	59,45	60,69	102	64,07	70,61	110	116	75,49
Экспорт туристских услуг	млн долл. США	2027,63	3136,94	155	3517,8	3401,97	97	108	4720

Примечание. Составлено по: [Единая межведомственная..., 2024]

Как следует из данных таблицы 1, фактический уровень по мониторируемым показателям достигает плановых значений. В отношении факта по показателю «Экспорт туристских услуг» на уровне 97 % в 2023 г. не следует спешить с выводами о его недостижении, так как показатели представлены по ноябрь, а по итогам 2023 г. ситуация может быть нивелирована.

Несмотря на постоянный рост ожидаемого уровня, нельзя не отметить случаи установления плановых значений ниже уже достигнутого. Например, по показателю «Количество номеров в классифицированных средствах размещения» на 2023 г. план установлен ниже уже достигнутого уровня. Аналогичная ситуация имеет место с 2024 г., когда план ниже факта за 11 месяцев 2023 г. более, чем на 12,5 %. Такие примеры указывают на недостатки планирования.

Следует обратить внимание на всплеск числа посещений Национального туристического портала в 2022 г., когда факт в 2,6 раза превысил план 2022 г. и в 2 раза факт 2023 года. При

¹ На момент подготовки статьи были опубликованы данные о фактическом достижении за январь – ноябрь 2023 г.

² Данные за январь – декабрь 2023 года

этом методика расчета показателя по своей сути не менялась и определяется как суммарная посещаемость Национального туристического портала и его субдоменов на русском языке. Следовательно, вопрос о причинах такого точечного скачка остается открытым [Приказ Ростуризма № 488-Пр-21, 2021; Приказ Ростуризма № 268-Пр-22, 2022].

Интересные результаты получены при детальном анализе показателя «число въездных туристских поездок иностранных граждан в РФ», который формируется, в том числе, в разрезе стран, из которых приехали посетители (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Страны с наибольшим числом въездных туристских поездок иностранных граждан в РФ за 2020 год – 9 месяцев 2023 года
 Countries with the largest number of inbound tourist trips of foreign citizens to the Russian Federation for 2020 – 9 months of 2023

страна / годы	2020		2021		2022		2023 (9 мес.)	
	ед.	доля, %	ед.	доля, %	ед.	доля, %	ед.	доля, %
Всего по странам мира	6 358 959	100	7 079 810	100	8 242 510	100	6 129 537	100
Азербайджан	186 826	3	130 789	2	165 284	2	188 066	3
Армения	106 612	2	180 539	3	272 015	3	268 973	4
Беларусь	51 853	1	58 118	1	126 191	2	191 127	3
Китай	81 924	1	18 225	0	29 713	0	303 621	5
Казахстан	685 938	11	565 045	8	1 650 919	20	1 711 201	28
Киргизия	65 014	1	132 419	2	195 835	2	211 331	3
Монголия	45 006	1	2 703	0	158 384	2	210 214	3
Таджикистан	141 402	2	279 167	4	504 677	6	630 811	10
Украина	3 236 742	51	3 931 580	56	2 205 845	27	176 554	3
Узбекистан	182 653	3	207 062	3	366 130	4	635 643	10
Абхазия	409 258	6	633 388	9	655 576	8	556 787	9
Иные страны	1 165 731	18	940 775	13	1 911 941	23	1 045 209	17

Примечание. Составлено по: [Единая межведомственная..., 2024]

Полученные результаты неоднозначны. Интерес со стороны жителей стран Азии, многие из которых в прошлом были республиками СССР, привычен, особенно в контексте миграции трудовых ресурсов, а прибытие граждан Украины, которое в 2020–2021 гг. составило более половины от всех посещений иностранных граждан территории РФ, объяснимо эскалацией военно-политической ситуации в этой стране. Однако в соответствии с методологией расчета данного показателя при оценке числа въездных туристских поездок не учитываются граждане, прибывшие в РФ с целью работы, учебы, на постоянное место жительства, в качестве обслуживающего персонала транспортных средств, а также в качестве дипломатов и сотрудников консульств [Приказ Росстата № 640, 2019; Приказ Росстата № 26, 2022].

В рамках НП предусмотрена масштабная работа с объектами капитального строительства (далее ОКС). В настоящее время речь идёт о 177 ОКС с финансированием из федерального бюджета, сметной или предполагаемой (предельной) стоимостью 83,55 млрд руб., что составляет порядка 11 % от общего объема финансирования НП. Размещение данных объектов в разрезе федеральных округов представлено на рис. 2.

На рис. 2 наглядно отражено, что наиболее представлены ОКС в рамках НП на территории Приволжского (50 ОКС или 28 %), Сибирского (32 ОКС или 18 %) и Дальневосточного (29 ОКС или 16 %) федеральных округов. Очень слабо представлен Уральский федеральный округ, на территории которого расположен только 1 ОКС в рамках данного НП – выполнение инженерных работ по берегоукреплению набережной Тагильского пруда (II этап) в г. Нижний Тагил Свердловской области, стоимостью 470 млн руб. Впрочем, и в ЦФО, который является самым

многочисленным по количеству регионов в его составе, объекты представлены только в 3-х субъектах РФ (Костромская, Тверская и Ярославская области).

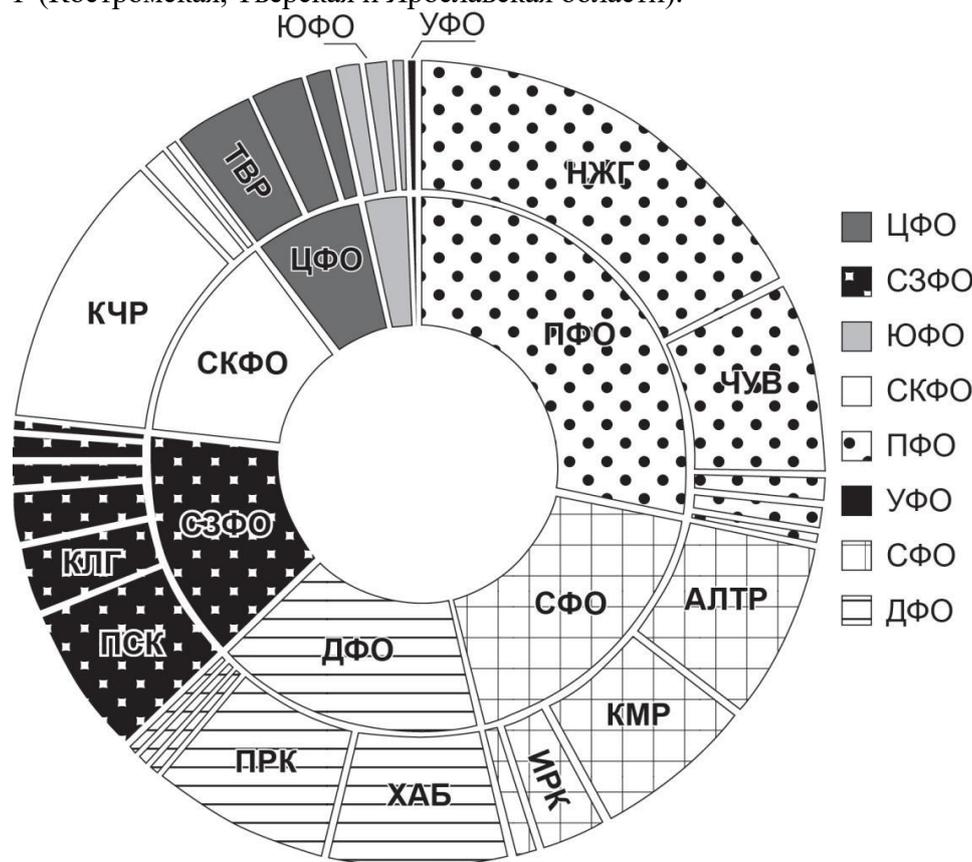


Рис. 2. Распределение ОКС в рамках НП «Туризм и индустрия гостеприимства» в разрезе федеральных округов и субъектов РФ

Fig. 2. Distribution of capital construction projects within the framework of the NP “Tourism and Hospitality Industry” in the context of federal districts and constituent entities of the Russian Federation

Проведенный анализ показал, что только треть регионов страны (30 из 89) имеет ОКС в рамках реализации НП. Наибольшее количество ОКС представлено в Нижегородской области (31 ед. или 18 %) и Карачаево-Черкесской Республике (20 ед. или 11 %). Наиболее дорогостоящие ОКС, стоимостью свыше 1,5 млрд руб., расположены в ДФО (автодорога к туркластеру «Три вулкана», около 8 млрд руб.); в ЮФО (инженерная инфраструктура экокорта «Лаго-Наки», более 2 млрд руб.) [Интерактивная карта объектов ..., 2024].

С появлением НЦ в российском туризме появилось новое явление – избинг и глэмпинг.

Глэмпинг (отдых на природе) – это современная разновидность кемпинга, где имеются гостиничные удобства в полевых условиях: шатры или домики с продуманным интерьером и наполнением, зоной барбекю или рестораном авторской кухни, а также с организованными развлечениями: катаниями на лошадях, песнями под гитару и т. д. По статистике Российского союза туристической индустрии, за 2018–2023 гг. их число в России выросло в 40 раз и сейчас их более 400. Больше всего глэмпингов расположено в Московской и Ленинградской областях, Краснодарском крае, на Алтае, в Карелии [Что такое глэмпинг ..., 2023].

Избинг подразумевает отдых в отеле, сделанном под русскую избу. Концепция и сам термин разработаны А. Шевцовым (проект «Потаенная Россия»). Это уже зарегистрированный товарный знак. Первый избинг-отель: «Соборная слобода» в Плесе на Волге. Высшая роскошь в Плесе – жить в отдельном доме с садом в самом сердце заповедного города. Одиннадцать домов-номеров «Соборной слободы» – это подлинные старинные или воссозданные заново традиционные плесские дома с авторскими интерьерами и всем

современным комфортом. Несмотря на внешний минимализм, внутри такой постройки есть все необходимое для комфортного отдыха.

Есть избинг-отели, состоящие из капитальных изб (объектов недвижимости) и избинг-глэмпинги – модульные отели из быстровозводимых некапитальных избушек. В любом случае используются и культивируются традиционные архитектурные формы, гармонично вписывающиеся в ландшафты исторических поселений и природных территорий России.

Некапитальные модульные избинги, как и их предшественники глэмпинги, являются инструментом ускоренного туристического развития территорий, на которых не разрешено или ограничено капитальное строительство. Но, в отличие от глэмпингов, избинги безупречно сочетаются с существующей исторической застройкой и могут использоваться как инструмент ускоренного возрождения утраченной исторической застройки. Технологии и модули обустройства избингов могут с успехом использоваться и при реконструкции ветхих и неблагоустроенных изб старинной постройки. Этот новый вид туризма в России набирает популярность, все больше путешественников стремятся окунуться в атмосферу деревенского отдыха. Спросом пользуются избинг-отели в Завидове, Истре, Калужской и Тульской областях, а также на Золотом кольце. Эти направления получили толчок в пандемию, начали развиваться после закрытия границ. Популярны отели возле парков «Угра», «Мещера», около Ясной Поляны и во Владимирской области [В России набирает популярность ..., 2023].

Заключение

В состав НП входят три федеральных проекта (далее ФП), каждый из которых направлен на решение задач и (или) достижение общественно значимого результата НП (рис. 3).

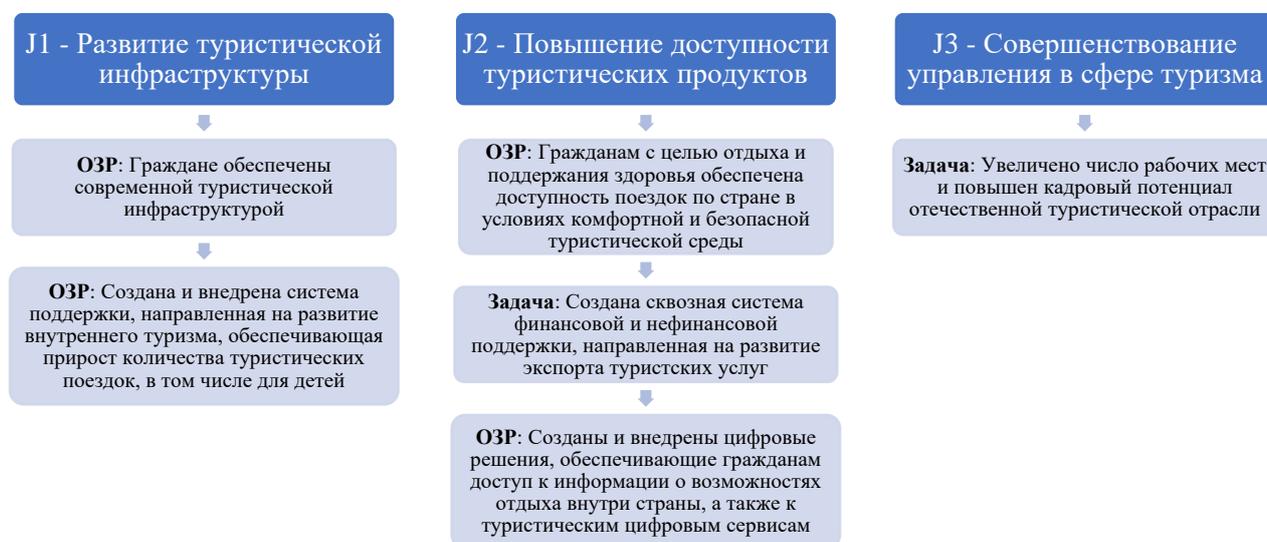


Рис. 3. Влияние ФП на решение задач НП «Туризм и индустрия гостеприимства»

Fig. 3. The influence of federal projects on solving the problems of the NP “Tourism and Hospitality Industry”

Безусловно, достижение указанных на рисунке трех задач и результатов невозможно без участия территорий. В настоящее время в реализации НП принимает участие 75 регионов, главным образом в ФП по развитию инфраструктуры сферы туризма.

Основными расходами в рамках первого ФП (J1) являются льготные кредиты на создание туристской инфраструктуры, а также инвестиции корпорации «Туризм.РФ», которая создана для раскрытия экономического потенциала внутреннего туризма в России. Корпорация вместе с регионами формирует туристические кластеры страны и финансирует

создание туристской инфраструктуры на условиях государственно-частного партнерства. Кроме того, предоставляются гранты на поддержку инициатив по развитию туризма.

Также ФП предусмотрено туристическое территориальное планирование как на уровне макрорегионов, так и страны в целом, включая объекты инфраструктуры воздушного транспорта, железнодорожной, автодорожной, водной и иной транспортной инфраструктуры; создание объектов инженерной и иной обеспечивающей инфраструктуры. Запланированы завершение работ с ОКС с длительным сроком окупаемости и ввод в эксплуатацию модульных некапитальных средств размещения, создание инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях в целях развития экологического туризма.

Отдельное внимание ФП уделено развитию яхтенного туризма Азово-Черноморского бассейна, созданию Всероссийского пляжного семейного курорта «Новая Анапа», комплексному развитию спортивно-туристического комплекса «Шерегеш» в Кемеровской области, созданию велодорожки «Куршский велотракт» в национальном парке «Куршская коса» Калининградской области.

ФП J2 направлен на стимулирование спроса и интереса к турпродуктам на рынке. Наиболее масштабным и финансово обеспеченным является комплекс мероприятий, направленных на государственную поддержку АО «Национальная система платежных карт», что, в свою очередь, позволяет снизить стоимость реализованных туристских услуг, в том числе поездок в организации отдыха детей и их оздоровления.

От реализации ФП ожидают достижение результата по популяризации внутреннего туризма, стимулированию спроса в сезоны пониженного спроса, в том числе в межсезонье.

Особое внимание в рамках ФП уделяется информированию населения, в том числе посредством проведения ежегодных торгово-промышленных мероприятий в субъектах РФ (конкурсы, выставки, ярмарки и др.), а также вовлечению молодежи в развитие отрасли. Так, в туристические поездки направляются участники программы гражданско-патриотического и общественно полезного молодежного туризма «Больше, чем путешествие».

Информирование населения осуществляется, в том числе, через различные информационно-телекоммуникационные ресурсы, в первую очередь, продвижение и функционирование Национального туристического портала, а также развитие информационной системы АИС «Туризм» и других цифровых проектов.

В рамках ФП предусмотрено утверждение плана мероприятий по содействию расширения присутствия российского туристического бизнеса на зарубежных отраслевых рынках. ФП предлагает спектр мер для иностранных туристов, например, оформление многократной туристической визы, оформление единой электронной визы, компенсации иностранным гражданам в международных аэропортах (ДФО) суммы налога на добавленную стоимость при вывозе товаров (tax free). При формировании единой электронной базы объектов туристской инфраструктуры, туристских маршрутов и событий, а также услуг и сервисов, обеспечивается языковая доступность для иностранных туристов.

ФП J3, направленный на улучшение организации туристской индустрии, является наименее затратным по сравнению с иными ФП, входящими в состав НП. Основные финансовые вложения в рамках ФП производятся на обеспечение деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей туристской отрасли в Республике Крым и городе Севастополе в условиях геополитического и санкционного давления.

Ключевые мероприятия ФП заключаются в подготовке специалистов в сфере туризма, разработке и реализации практико-ориентированных образовательных программ в целях подготовки кадров для туристической отрасли, в том числе посредством проведения онлайн мастер-классов по повышению квалификации.

В рамках данного ФП предусмотрена разработка стандартов и актуализации законодательства в сфере туризма, в том числе отдельных законодательных актов Российской Федерации в части регулирования осуществления рекреационной деятельности на ООПТ, включая разработку соответствующей стратегии развития.

Также ФП обеспечивает развитие и сопровождение государственных, в том числе специализированных информационных систем сферы туризма, например, ГИС «Единая информационная система электронных путевок», единый федеральный реестр туроператоров, единый федеральный реестр турагентов, субагентов и реестр объектов туристской индустрии.

В НП заложен емкий синергетический эффект, обусловленный интеграционным механизмом его реализации в рамках компетенций более 12 министерств и ведомств.

Список источников

- В России набирает популярность новый вид туризма: что такое «избинг». https://travel.rambler.ru/local/51594096/?utm_content=travel_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 20.10.2023).
- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 17.01.2024).
- Интерактивная карта объектов капитального строительства. URL: <https://budget.gov.ru/Национальные-проекты/Интерактивная-карта-объектов-капитального-строительства> (дата обращения: 23.01.2024).
- Национальные цели развития России, 2020. URL: https://rspp.ru/sustainable_development/nacionalnyeceli-gazvitiya-Rossii/?ysclid=lsk0gsjphz232988849 (дата обращения: 23.12.2023).
- Паспорт национального проекта. URL: <https://budget.gov.ru/Национальные-проекты/Перечень-национальных-проектов/Паспорт-национального-проекта> (дата обращения: 16.01.2024).
- Путин предложил запустить обновленные нацпроекты. 21.12.2023. URL: <https://www.rbc.ru/economics/21/12/2023/65842ecb9a794711b3960cb8> (дата обращения: 16.01.2024).
- Приказ Росстата от 19.01.2022 № 26 (ред. от 20.04.2022) «Об утверждении методики расчета показателя «Число въездных туристских поездок иностранных граждан в Российскую Федерацию» национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства», федерального проекта «Повышение доступности туристических продуктов». URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosstata-ot-19012022-n-26-ob-utverzhdanii-metodiki/> (дата обращения: 16.01.2024).
- Приказ Росстата от 31.10.2019 № 640 (ред. от 09.04.2021) «Об утверждении Официальной статистической методологии оценки числа въездных и выездных туристских поездок». URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosstata-ot-31102019-n-640-ob-utverzhdanii-ofitsialnoi/> (дата обращения: 17.01.2024).
- Приказ Ростуризма от 14.06.2022 № 268-Пр-22 (ред. от 05.08.2022) «О статистической методологии расчета показателей «Число туристских поездок», «Число посещений Национального туристического портала». URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosturizma-ot-14062022-n-268-pr-22-o-statisticheskoi-metodologii> (дата обращения: 23.01.2024).
- Приказ Ростуризма от 26.10.2021 № 488-Пр-21 (ред. от 09.02.2022) «О статистической методологии расчета показателей «Число туристских поездок», «Число посещений Национального туристического портала» национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства», федерального проекта «Повышение доступности туристических продуктов», а также компонент (показателей) «Число туристских поездок», «Число посещений портала Russia.Travel» целевого показателя «Индекс вовлеченности в систему воспитания гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций». URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosturizma-ot-26102021-n-488-pr-21-o-statisticheskoi-metodologii><https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosstata-ot-31102019-n-640-ob-utverzhdanii-ofitsialnoi> (дата обращения: 20.01.2024)
- Чернышенко заявил о запуске нацпроекта по туризму в новых регионах. 23.01.2023. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/63ce608f9a794771468e3d71?from=materials_on_subject (дата обращения: 16.01.2024).
- Что такое глэмпинг простыми словами? URL: <https://lenta.ru/articles/2023/09/11/glamping/?ysclid=lty5sgqmхo846107272> (дата обращения: 20.09.2023).

Список литературы

- Волоцков А.А. 2023. Новые национальные проекты: взгляд в будущее. Региональная экономика. Юг России, 11(4): 17–27. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2023.4.2>
- Калинина А.Э., Митрофанова И.В., Иванова Т.Б. 2021. Реализация национальных проектов «второй волны» в южных регионах России в координатах «КУБС»: экономико-политологический анализ. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4, История. Регионоведение. Международные отношения, 26(5): 151–166. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2021.5>.
- Митрофанова И.В., Юрченко К.Г. 2021а. Национальные проекты России: дайджест изменений, ожидаемых с 2021 года. Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика, 23(1): 6–26. DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2021.1.1>.
- Митрофанова И.В., Юрченко К.Э. 2021б. Создание объектов капитального строительства как результат реализации проактивных мероприятий национальных проектов (на примере ЮФО). Региональная экономика. Юг России, 9 (3): 75–86. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2021.3.7>.
- Юрченко К.Г., Митрофанова И.В. 2023. Национальные проекты России: экспресс-оценка приоритетного инструмента государственного управления общенационального масштаба // Экономист будущего: меняем мир: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Под общей редакцией Ю.С. Якуниной, Е.Е. Жернова (Кемерово, 30 марта 2023 года). Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева: 241.1–241.5.
- Юрченко К.Г. 2023. Оценка состояния сферы туризма регионов ЮФО и национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» как инструмент развития отрасли // Угрозы и риски на Юге России в условиях геополитического кризиса. Достижения и перспективы научных исследований молодых ученых Юга России: Материалы научных мероприятий Всероссийской конференции с международным участием; XIX Ежегодной молодежной научной конференции. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН: 193.

References

- Volotskov A.A. 2023. Novye nacional'nye proekty: vzglyad v budushchee [New National Projects: A Look to the Future]. Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii, 11 (4): 17–27. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2023.4.2>.
- Zaitseva N.A. 2022. Realizatsiya Natsional'nogo proyekta «Turizm i industriya gostepriimstva: pervyye itogi, problemy i perspektivy [Implementation of the National Project “Tourism and Hospitality Industry: First Results, Problems and Prospects]. Rossiyskiye regiony: vzglyad v budushcheye, 12: 105–115.
- Kalinina A.E., Mitrofanova I.V., Ivanova T.B. 2021. Realizatsiya nacional'nyh proektov «vtoroy volny» v yuzhnyh regionah Rossii v koordinatah «KUBS»: ekonomiko-politologicheskij analiz [Implementation of National Projects of the “Second Wave” in the Southern Regions of Russia Within Reference Points “Competitiveness, Sustainability, Security, Balance”: Economic and Political Analysis]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4. Istoriya. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniya, 26 (5), 151–166. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2021.5.12>.
- Mitrofanova I.V., Yurchenko K.G. 2021a. Nacional'nye proekty Rossii: dajdzhest izmenenij, ozhidaemyh s 2021 goda [National Projects of Russia: Digest of Changes Expected from 2021]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika, 23(1): 6–26. DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2021.1.1>.
- Mitrofanova I.V., Yurchenko K.G., 2021b. Sozдание ob"ektov kapital'nogo stroitel'stva kak rezul'tat realizatsii proaktivnyh meropriyatij nacional'nyh proektov (na primere YUFO) [Capital Facilities Construction As a Result of Proactive Measures of National Projects (The Case of the Southern Federal District)]. Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii, 9(3): 75–86. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2021.3.7>.
- Yurchenko K.G., Mitrofanova I.V. 2023. Nacional'nye proekty Rossii: ekspress-ocenka prioritnogo instrumenta gosudarstvennogo upravleniya obshchenatsional'nogo masshtaba [National projects of Russia: express assessment of a priority instrument of public administration on a national scale]. Ekonomist budushchego: menyayem mir: sbornik statey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiyem. Pod obshchey redaktsiyey



YU.S. Yakuninoy, Ye.Ye. Zhernova. (Kemerovo, 30 marta 2023 goda). Kemerovo, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev: 241.1–241.5.

Yurchenko K.G. 2023. Otsenka sostoyaniya sfery turizma regionov YUFO i natsional'nyy proyekt «Turizm i industriya gostepriimstva» kak instrument razvitiya otrasli [Assessment of the state of the tourism sector in the regions of the Southern Federal District and the national project “Tourism and Hospitality Industry” as a tool for industry development]. Ugrozy i riski na Yuge Rossii v usloviyakh geopoliticheskogo krizisa. Dostizheniya i perspektivy nauchnykh issledovaniy molodykh uchenykh Yuga Rossii: Materialy nauchnykh meropriyatiy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem; XIX Yezhegodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii. Rostov-on-Don, SSC RAS: 193.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 15.02.2024

Received February 15, 2024

Поступила после рецензирования 19.03.2024

Revised March 19, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Волоцков Алексей Анатольевич, соискатель кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Alexey A. Volotskov, Applicant, Department of Applied Informatics and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Volgograd, Russia

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

УДК 336.717

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-379-392

Прогнозное моделирование развития рынка кредитования и краудфандинга в условиях увеличения ключевой ставки Банка России

Карловская Е.А., Ваганова О.В., Мельникова Н.С., Быканова Н.И.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: karlovskaya@bsu.edu.ru; vaganova@bsu.edu.ru; melnikova_n@bsu.edu.ru; bykanova@bsu.edu.ru

Аннотация. При создании бизнес-проектов выбор источника финансирования является актуальной проблемой. До недавнего времени банковский кредит являлся одним из наиболее распространённых способов финансирования, при этом он имел ряд недостатков, которые выражались в высокой стоимости кредита и повышенных требованиях к его обеспечению. Сегодня в условиях увеличения ключевой ставки ЦБ РФ кредиты стали менее привлекательны для бизнеса, в связи с чем предприниматели всё чаще обращаются к другим способам привлечения денежных средств в свои проекты. Целью данного исследования является выявление влияния повышения ключевой ставки на развитие рынка финансовых услуг. Для достижения поставленной цели в работе использованы общенаучные и специальные методы исследования: историко-логический метод – при исследовании показателей ключевой ставки ЦБ РФ, объёмов кредитных и краудфандинговых сделок; метод синтеза и системности – при исследовании существенных характеристик краудфандинга, краудлендинга и краудинвестинга; метод экспоненциального сглаживания – для составления прогноза роста ключевой ставки ЦБ РФ в будущих периодах на основе исторических данных и вычисления размаха доверительного интервала – коридора погрешности, в пределах которого, с заданной вероятностью, прогноз должен сбыться; абстрактно-логический и аналитический методы – для теоретического обобщения и формирования выводов. В статье проведена оценка существенных характеристик и уровня развития краудфандинга, краудлендинга, краудинвестинга и других инструментов инвестирования в России. Разработан прогноз вероятности влияния ключевой ставки на объёмы выданных кредитов и объёмы краудфандинговых сделок в будущих периодах с помощью экспоненциального сглаживания, что позволяет смоделировать развитие событий в пределах коридора вероятности с точностью 95 %. Для этого были использованы функции программы FORECAST.ETS и FORECAST.ETS CONFINT, в которых выставлены параметры: дата завершения прогноза; доверительный интервал; сезонность (среднее значение ключевой ставки за квартал). Доказано, что на уровень предпринимательской активности в стране значительное влияние оказывает ключевая ставка ЦБ РФ. Представленные в статье авторские выводы могут быть использованы в деятельности ЦБ при разработке денежно-кредитной политики.

Ключевые слова: ключевая ставка, краудфандинг, краудлендинг, краудинвестинг, прогнозирование, метод экспоненциального сглаживания, финансирование бизнес-проекта, банковское кредитование

Для цитирования: Карловская Е.А., Ваганова О.В., Мельникова Н.С., Быканова Н.И. 2024. Прогнозное моделирование развития рынка кредитования и краудфандинга в условиях увеличения ключевой ставки Банка России. Экономика. Информатика, 51(2): 379–392. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-379-392

Forecast Modeling of the Development of the Credit and Crowdfunding Market in the Conditions of Increasing the Key Rate of the Bank of Russia

Evgenia A. Karlovskaya, Oksana V. Vaganova, Natalia S. Melnikova, Natalya I. Bykanova

Belgorod State National Research University
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

Abstract. When creating business projects, the choice of a source of financing is one of the most pressing problems. Until recently, a bank loan was one of the most common methods of financing, but it had a number of disadvantages, which were expressed in the high cost of the loan and increased requirements for its collateral. Today, in the context of an increase in the key rate of the Central Bank of the Russian Federation, loans have become less attractive for business, and therefore entrepreneurs are increasingly turning to other ways to raise funds for their projects. The purpose of this study is to identify the relationship between an increase in the key rate and the development of the financial services market. To achieve this goal, the work uses general scientific and special research methods: historical and logical method – when studying the indicators of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation, the volume of credit and crowdfunding transactions; method of synthesis and systematicity – in the study of the essential characteristics of crowdfunding, crowdlending and crowdinvesting; exponential smoothing method – for making a forecast of the growth of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation in future periods based on historical data and calculating the range of the confidence interval - the error corridor within which, with a given probability, the forecast should come true; abstract-logical and analytical methods – for theoretical generalization and drawing conclusions. The article assesses the essential characteristics and level of development of crowdfunding, crowdlending, crowdinvesting and other investment instruments in Russia. A forecast has been developed for the likelihood of the key rate influencing the volume of loans issued and the volume of crowdfunding transactions in future periods using exponential smoothing, which makes it possible to simulate the development of events within the probability corridor with 95% accuracy. For this purpose, the functions of the FORECAST.ETS and FORECAST.ETS CONFINT programs were used, in which the following parameters were set: forecast completion date; confidence interval; seasonality (average value of the key rate for the quarter). It has been proven that the key rate of the Central Bank of the Russian Federation has a significant impact on the level of entrepreneurial activity in the country. The authors' conclusions presented in the article can be used in the activities of the Central Bank when developing monetary policy.

Keywords key rate, crowdfunding, crowdlending, crowdinvesting, forecasting, exponential smoothing method, business project financing, bank lending

For citation: Karlovskaya E.A., Vaganova O.V., Melnikova N.S., Bykanova N.I. 2024. Forecast Modeling of the Development of the Credit and Crowdfunding Market in the Conditions of Increasing the Key Rate of the Bank of Russia. Economics. Information technologies, 51(2): 379–392. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-379-392

Введение

Развитие бизнеса и поддержка начинающих предпринимателей являются одними из необходимых условий развития экономики страны. Малый и средний бизнес играют важную роль в решении таких проблем, как безработица, рост ВВП, внедрение и развитие инновационных технологий. Но, несмотря на такую важную роль в экономике, малый и средний бизнес сталкиваются с дефицитом финансирования, что обусловлено его спецификой. У большинства компаний для реализации новых проектов наличие собственных средств ограничено, хотя они являются наиболее доступным источником финансирования, поэтому предпринимателям приходится искать дополнительные источники, которые могут быть получены от частных инвесторов, венчурных фондов, банков и других финансовых институтов. Стоя перед выбором источников финансирования, следует внимательно отнестись к условиям их получения, т. к. кредиты привлекательны своей быстротой и гибкостью, но имеют высокую стоимость в виде высоких процентов и высоких требований к их обеспечению. Гранты и субсидии, предоставляемые государством или частными фондами,

требуют соответствия определённым критериям и условиям. Следовательно, вопросы выбора способов финансирования бизнес-проектов становятся все более актуальными как для предпринимателей, так и для финансовых институтов.

Объекты и методы исследования

Для достижения цели в работе использованы общенаучные и специальные методы исследования: общенаучные методы изучения/познания, логико-сравнительный метод для выявления особенностей между кредитованием и краудфандингом, как способа привлечения средств; метод причинно-следственного взаимодействия ключевой ставки ЦБ РФ и объёмов кредитования/краудинвестирования; графический метод визуально отображает динамику изменения показателей ключевой ставки и объёмов привлечённых денежных средств; табличный метод используется для расчета поквартально среднего значения ключевой ставки, а также изображения ее прогнозного значения по методу экспоненциального сглаживания.

Результаты и их обсуждение

В последние годы практика инвестирования набирает обороты развития ввиду того, что хозяйствующие субъекты стремятся приумножить свою прибыль и имеющиеся свободные ресурсы вложить в выгодный проект. Но у начинающих инвесторов, молодых компаний могут возникать трудности с инвестированием, поскольку у них нет свободных средств и достаточного капитала в нужном объеме для инвестирования.

Относительно недавно в России заработало несколько форм финансирования бизнес-проектов:

1. Венчурное финансирование. Венчурные инвесторы предоставляют финансирование стартапам в инновационные проекты, вкладывая свои деньги в расчете на долю прибыли в случае успеха.

2. Государственные субсидии и гранты. Государство предоставляет субсидии и гранты для поддержки определённых бизнес-проектов, которые считаются приоритетными и соответствуют стратегическому развитию национальной экономики.

3. Краудфандинг, краудлендинг и краудинвестинг представляют собой цифровые платформы, позволяющие привлечь средства широкой аудитории [Глухова, Хайрутдинова, 2013]. Это полезно для финансирования проектов, которые не имеют доступа к традиционным источникам финансирования и требуют дополнительного капитала для своей реализации [Литвинова, 2017].

Инвестиционные платформы приобретают все большую популярность, т. к. их могут использовать все желающие, независимо от приоритетности проектов. В связи с этим остановимся более подробно на этом виде финансирования.

Краудфандинг является основой для функционирования других видов платформ, таких как краудлендинг, краудинвестинг и краудревординг, более того, для российского рынка краудфандинг представляет собой относительно новое понятие, поэтому необходимо разобраться, что это такое и как это работает [Санин, 2015].

«Краудфандинговая площадка – это коммерческая или некоммерческая организация, осуществляющая деятельность по размещению проектов, которым требуется финансирование, в публичном доступе, и предоставляющая возможность спонсорам перевести финансовые и нефинансовые средства на поддержку этих проектов» [Хау, 2012].

В начале 2010-х годов появились первые российские краудфандинговые платформы, деятельность которых в России регулируется федеральным законом № 259-ФЗ «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» [Федеральный закон от 02.08.2019 N 259-ФЗ]. По закону инвестиционные платформы должны иметь лицензии и состоять в реестре Банка России. Принятие закона оказало положительное влияние на развитие краудфандинга в стране, способствовало развитию благоприятных условий для работы участникам

инвестиционных процессов на цифровой платформе и повысило доверие к новому методу финансирования (рис. 1).

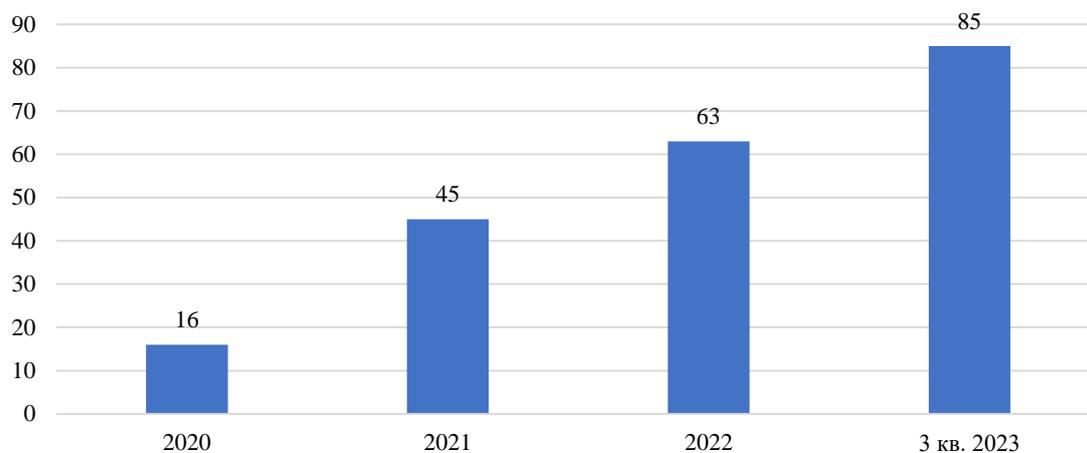


Рис. 1. Динамика роста количества инвестиционных платформ в 2020–2023 гг., ед.

Fig. 1. Dynamics of growth in the number of investment platforms in 2020–2023, units.

Источник: составлено на основе [Реестр операторов инвестиционных платформ, 2023]

Популярность и востребованность краудфандинга в России объясняются его доступностью и возможностью привлекать финансирование от широкой аудитории и отсутствием бюрократии, так как вся организационная работа приходится на краудфандинговые площадки. Преимущество использования таких платформ с применением онлайн-сервисов позволяет любому желающему выбрать проект и инвестировать в него денежные средства, а заёмщику даёт возможность собрать требуемую сумму в минимальные сроки [Спиридонова, Шумовская, Сошников, 2016].

«Краудфандинговая модель финансирования начинающих предпринимателей предоставляет возможность:

- оценить уровень спроса и снизить риски;
- установить контакты с целевой аудиторией для создания потребительской базы;
- дальнейшего развития проекта.

Кроме того, краудфандинг также имеет и ряд недостатков:

- возможность отсева потенциально сильных проектов из-за отсутствия хорошо продуманной маркетинговой и рекламной стратегии;
- необходимость в экспертной оценке проекта в тех случаях, когда автор переоценивает свои возможности и не учитывает ряд важных факторов;
- отсутствие строгой отчетности и бухгалтерского учета» [Азаренкова, Мельникова, Огородник, 2017].

Механизм кредитования посредством краудлендинга основан на том, что физические или юридические лица размещают свою идею на специализированной онлайн-платформе, где описывают свой проект, цели, планы и необходимую сумму финансирования. Затем они предлагают инвесторам вознаграждения, которые зависят от размера их вклада. Инвесторы, в свою очередь, могут просматривать проекты на платформе и выбирать те, которые их привлекают. Они могут вкладывать деньги в проект, выбирая один из предложенных вариантов: P2P (займы для частных лиц) или P2B (для юридических лиц) [Вуканова, Solovey, Evdokimov, 2023]. При этом договор заключается с компанией-организатором платформы, который совершает операции по проверке потенциального должника и устанавливает ему «рейтинг доверия». Далее производится согласование и выдача средств в автоматическом или ручном режиме. Когда проект достигает своей финансовой цели, собранные средства передаются предпринимателю или команде проекта. Они начинают реализацию своей идеи,

используя полученные средства. В некоторых случаях, если проект не достигает своей финансовой цели, собранные средства могут быть возвращены инвесторам.

Краудлендинг имеет ряд преимуществ как для предпринимателей, так и для инвесторов. Для предпринимателей это способ получить необходимое финансирование, минуя традиционные источники. Кроме того, краудлендинг позволяет привлечь поддержку и интерес к проекту еще на этапе его разработки [Melnikova, Putivtseva, Zaitseva, Belotserkovsky, 2023]. Инвесторы, в свою очередь, могут инвестировать в проекты, которые считают перспективными и интересными, а также получают возможность стать частью проекта и влиять на его развитие.

Инвестирование путём использования метода краудлендинг предлагают 53 платформы. «По итогам 2022 года объем привлеченных средств составил 12,8 млрд руб., что составляет 62,7% от объёма рынка краудфандинга. Стоимость заёмных средств для лиц, привлекающих инвестиции, в начале 2022 года находилась в диапазоне от 16 до 28 % годовых (средняя величина – 22 % годовых), однако в весенние месяцы в связи с изменившейся экономической ситуацией ставки инвестиционных предложений возросли в среднем до 28 % (с диапазоном 18–36 % годовых)» [Обзор платформенных сервисов в России].

Краудинвестинг является ещё одной составляющей краудфинансирования и представляет собой способ привлечения финансов, при котором инвесторы получают долю в бизнесе или акции, а не процент от инвестиционных вложений. Кроме того, инвесторы могут претендовать на часть прибыли предприятия в виде дивидендов.

Важным условием любого краудинвестингового проекта является его ограниченный срок. На сбор средств отводится определенное количество дней. Если в течение этого периода не будет собрана необходимая сумма инвестиций, проект будет расторгнут, а все ранее перечисленные деньги будут возвращены вкладчикам.

«Объем денежных средств, привлеченных на рынке инвестиционных платформ (краудфандинга) в 2022 году, в 1,5 раза превысил показатель 2021 года и достиг 20,4 миллиарда рублей, следует из отчета ЦБ РФ за 2022 год. Следует отметить, что только за 2022 год количество операторов инвестиционных платформ увеличилось с 50 до 64 организаций. Активно развивался сегмент краудинвестинга, где объем привлечённых средств превысил показатель годом ранее на 60 % и составил 7,59 млрд рублей. На конец года на инвестиционных платформах было зарегистрировано 54 629 инвесторов и 60 522 заемщика» [Обзор платформенных сервисов в России].

Поэтому за последние два года рынок краудфинансирования оказался в чуть более выигрышной ситуации по сравнению с банковским сектором экономики. В основном это связано с постоянным изменением ключевой ставки Банка России, которая напрямую влияет на процентные ставки по банковским кредитам. В текущих условиях банки вынуждены повышать процентные ставки, что в свою очередь вынуждает предпринимателей обращаться к альтернативным источникам финансирования, таким как краудлендинг.

Предпринятые в 2023 году меры Банка России в отношении увеличения роста значения ключевой ставки привели к снижению финансовой активности субъектов экономической деятельности. В связи с этим авторами статьи предпринята попытка спрогнозировать вероятность влияния ключевой ставки на объёмы выданных кредитов и объёмы краудфандинговых сделок в будущих периодах методом экспоненциального сглаживания с помощью Microsoft Excel.

Прогнозирование по методу экспоненциального сглаживания заключается в признании исторических значений ключевой ставки ЦБ РФ (например: 2019–2021 гг.) менее весомыми в прогнозировании, а современные данные (2022–2023 гг.) получают больший вес в прогнозе будущих периодов. Для этого воспользуемся функциями FORECAST.ETS (программа, которая составляет прогноз будущих периодов на основе исторических данных) и FORECAST.ETS.CONFINT (программа, которая вычисляет размах доверительного интервала – коридор погрешности, в пределах которого, с заданной вероятностью, прогноз FORECAST.ETS должен сбыться).



Приведем значения ключевой ставки к средним показателям в рамках одного временного периода, для более точного результата, за временной период возьмем квартал (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Анализ ключевой ставки ЦБ РФ (расчет среднего значения поквартально)
 Analysis of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation (calculation of the average value quarterly)

Анализ ключевой ставки ЦБ РФ				
Период действия, дд.мм.гг.		Размер ставки, % годовых	Расчет среднего значения ключевой ставки поквартально	
Дата начала	Дата окончания		Период	Ключевая ставка ЦБ РФ, %
18.12.2017	11.02.2018	7,75	01.01.2018	7,5
12.02.2018	25.03.2018	7,50	01.04.2018	7,5
26.03.2018	16.09.2018	7,25	01.07.2018	7,5
17.09.2018	16.12.2018	7,50	01.10.2018	7,625
17.12.2018	16.06.2019	7,75	01.01.2019	7,5
17.06.2019	28.07.2019	7,50	01.04.2019	7,5
29.07.2019	08.09.2019	7,25	01.07.2019	6,9166667
09.09.2019	27.10.2019	7,00	01.10.2019	6,75
28.10.2019	15.12.2019	6,50	01.01.2020	5,9166667
16.12.2019	09.02.2020	6,25	01.04.2020	6
10.02.2020	26.04.2020	6,00	01.07.2020	5
27.04.2020	21.06.2020	5,50	01.10.2020	4,5
22.06.2020	26.07.2020	4,50	01.01.2021	4,25
27.07.2020	21.03.2021	4,25	01.04.2021	4,5
22.03.2021	25.04.2021	4,50	01.07.2021	5
26.04.2021	14.06.2021	5,00	01.10.2021	6,9166667
15.06.2021	25.07.2021	5,50	01.01.2022	8
26.07.2021	12.09.2021	6,50	01.04.2022	12,6666667
13.09.2021	24.10.2021	6,75	01.07.2022	12,875
25.10.2021	19.12.2021	7,50	01.10.2022	8,3333333
20.12.2021	13.02.2022	8,50	01.01.2023	7,5
14.02.2022	27.02.2022	9,50	01.04.2023	7,5
28.02.2022	10.04.2022	20,00	01.07.2023	7,5
11.04.2022	03.05.2022	17,00	01.10.2023	11,2
04.05.2022	26.05.2022	14,00		
27.05.2022	13.06.2022	11,00		
14.06.2022	24.07.2022	9,50		
25.07.2022	18.09.2022	8,00		
19.09.2022	23.07.2023	7,50		
24.07.2023	14.08.2023	8,50		
15.08.2023	17.09.2023	12,00		
18.09.2023	29.10.2023	13,00		
30.10.2023	17.12.2023	15,00		
18.12.2023	н.в	16,00		

Для составления прогноза изменения ключевой ставки ЦБ РФ необходимо выставить некоторые параметры:

- обозначить дату завершения прогноза;
- установить доверительный интервал, то есть обозначить процент вероятности прогноза, в данном случае установим вероятность совпадения 95 %;
- определить сезонность, то есть установить временной интервал прогноза среднего значения ключевой ставки за квартал (3 месяца);
- заполнить отсутствующие значения в генерируемой прогнозной таблице 2;
- объединить дубликаты с помощью среднего значения (в соответствии с временным интервалом)

Последовательность обозначения параметров прогноза ключевой ставки ЦБ РФ изображена на рис. 2 в диалоговом окне «Создание листа прогноза».

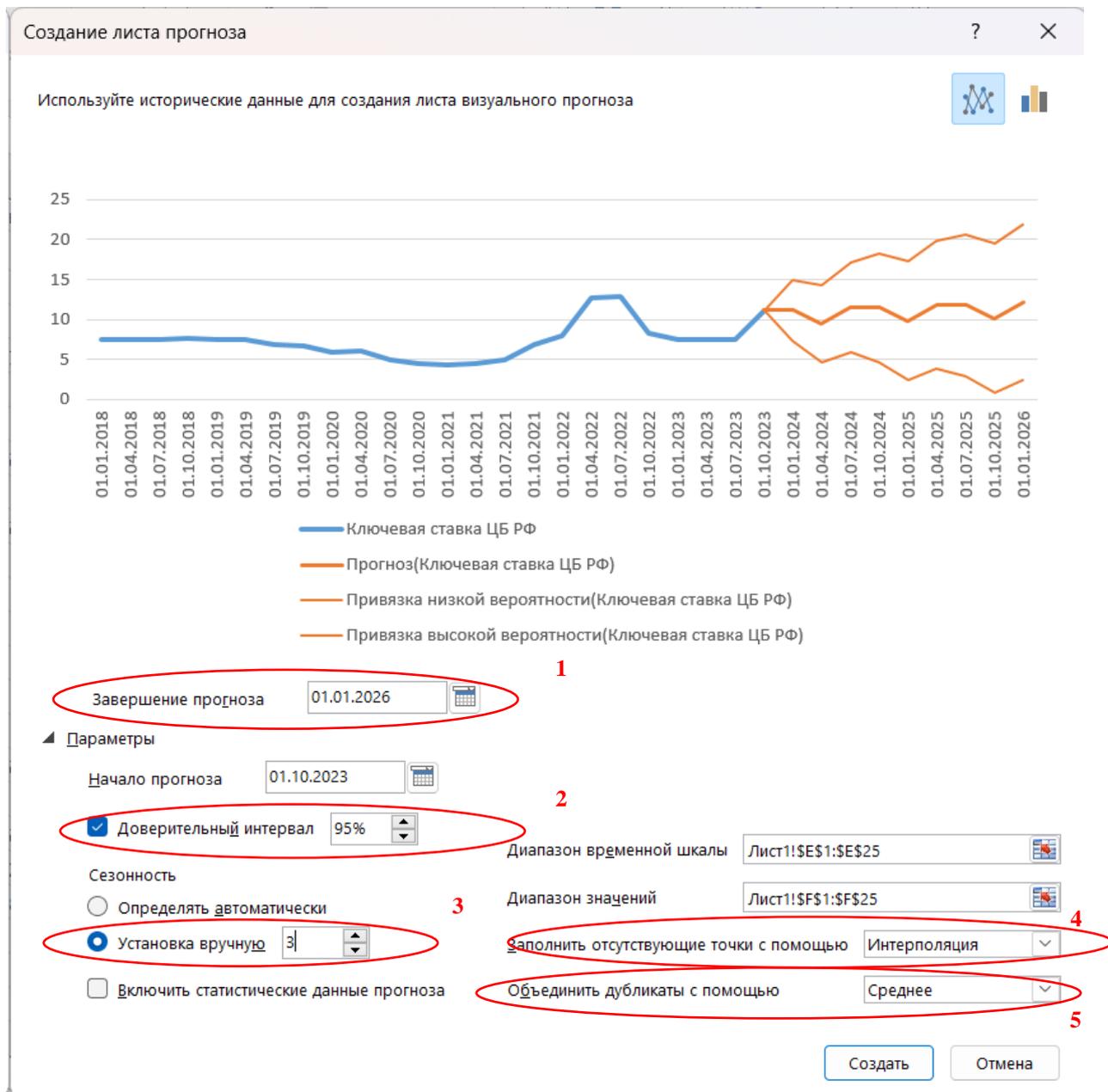


Рис. 2. Создание листа прогноза ключевой ставки ЦБ РФ на 2024–2025 гг.
Fig. 2. Creation of a forecast sheet for the key rate of the Central Bank of the Russian Federation for 2024–2025



Полученные результаты прогноза ключевой ставки ЦБ РФ на 2024–2025 гг. на основе средней поквартальной ставки сгенерируем в таблицу 2.

Таблица 2
 Table 2

Прогноз ключевой ставки ЦБ РФ по методу экспоненциального сглаживания
 Forecast of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation using the exponential smoothing method

Период	Ключевая ставка ЦБ РФ	Прогноз (Ключевая ставка ЦБ РФ)	Привязка низкой вероятности (Ключевая ставка ЦБ РФ)	Привязка высокой вероятности (Ключевая ставка ЦБ РФ)	Коридор
01.01.2018	7,5				0
01.04.2018	7,5				0
01.07.2018	7,5				0
01.10.2018	7,625				0
01.01.2019	7,5				0
01.04.2019	7,5				0
01.07.2019	6,916666667				0
01.10.2019	6,75				0
01.01.2020	5,916666667				0
01.04.2020	6				0
01.07.2020	5				0
01.10.2020	4,5				0
01.01.2021	4,25				0
01.04.2021	4,5				0
01.07.2021	5				0
01.10.2021	6,916666667				0
01.01.2022	8				0
01.04.2022	12,666666667				0
01.07.2022	12,875				0
01.10.2022	8,333333333				0
01.01.2023	7,5				0
01.04.2023	7,5				0
01.07.2023	7,5				0
01.10.2023	11,2	11,2	11,20	11,20	0
01.01.2024		11,1407123	7,29	14,99	7,707009
01.04.2024		9,518062427	4,70	14,34	9,638387
01.07.2024		11,50897101	5,89	17,13	11,2467
01.10.2024		11,44968331	4,63	18,27	13,64273
01.01.2025		9,827033442	2,41	17,24	14,82878
01.04.2025		11,81794203	3,85	19,78	15,92957
01.07.2025		11,75865433	2,90	20,62	17,71284
01.10.2025		10,13600446	0,81	19,46	18,64893
01.01.2026		12,12691304	2,36	21,90	19,54253

Графическое изображение прогноза ключевой ставки ЦБ РФ по методу экспоненциального сглаживания представим на рисунке 3.

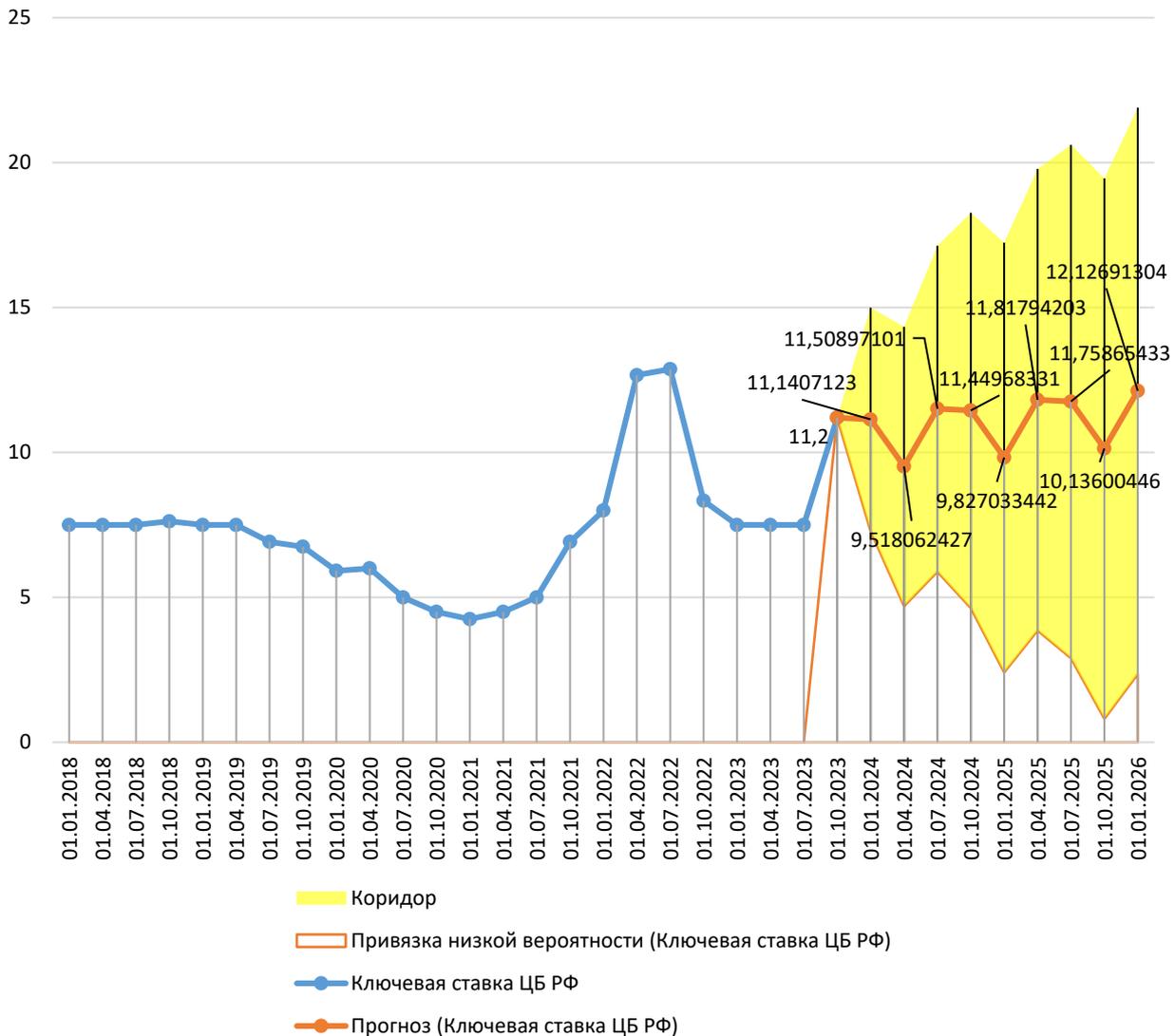


Рис. 3. Графическое изображение прогноза ключевой ставки ЦБ РФ по методу экспоненциального сглаживания

Fig. 3. Graphic representation of the forecast of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation using the exponential smoothing method

Рассмотрим достоверность полученных результатов – например, прогнозное среднее значение ключевой ставки ЦБ РФ на 01.01.2024 г. составляет 11,1 %, коридор вероятности варьирования ставки в пределах 95 % составляет 7,7 %, о чем свидетельствуют прогноз самой низкой вероятности значения ключевой ставки ЦБ РФ, равной 7,29 %, и самой высокой вероятности, равной 14,99 %. То есть можно утверждать, что прогноз ключевой ставки ЦБ РФ по методу экспоненциального сглаживания на сегодняшний день отображает 100 % результат, так как с 30.10.2023 года ключевая ставка ЦБ РФ установлена на уровне 15 %, как показано в таблице 1. Следовательно, можем сделать вывод о том, что данному прогнозу можно доверять.

Спрогнозируем вероятность влияния ключевой ставки на объём выданных кредитов в 2024–2025 гг., повышение которой является целью Банка России для сдерживания финансовой активности субъектов экономической деятельности страны, а также спрогнозируем вероятность изменения объёмов краудфандинговых сделок как альтернативного способа финансирования бизнес-проектов. С этой целью сгенерируем данные Центрального банка РФ в одном временном периоде (табл. 3).

Следуя параметрам алгоритма прогноза ключевой ставки ЦБ РФ, в диалоговом окне «Создание листа прогноза» сгенерируем прогноз объёма выдаваемых кредитов коммерческими банками на 2024–2025 гг. (табл. 4).

Графическое изображение прогноза объёма выданных кредитов коммерческими банками по методу экспоненциального сглаживания представлено на рис. 4.

Данные таблицы 4 и рисунка 4 свидетельствуют о том, что, если цель ЦБ РФ при увеличении значения ключевой ставки заключалась в сдерживании финансовой активности субъектов экономической деятельности, то она будет достигнута, так как представленные прогнозные расчёты демонстрируют уменьшение объёма выдаваемых кредитов коммерческими банками в 2024 году до 86656,5 млрд руб., а в 2025 году – до 87178,5 млрд руб.

Таблица 3

Table 3

Данные Центрального Банка РФ об объёмах выданных кредитов, объёмах краудфандинговых сделок и среднем значении ключевой ставки ЦБ РФ в 2019–2023 гг.

Data from the Central Bank of the Russian Federation on the volume of loans issued, the volume of crowdfunding transactions and the average value of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation in 2019–2023

Период	Среднее значение ключевой ставки ЦБ РФ, %	Объём выданных кредитов, млрд руб.	Объём краудфандинговых сделок, млрд руб.
31.12.2019	7,0	73347,9	5,2
31.12.2020	5,2	85124,3	7
31.12.2021	6,0	109103	13,8
31.12.2022	11,7	88234	20,4
31.12.2023	12,1	80071,8	24,3

Источник: составлено авторами по данным [Сведения о размещенных и привлеченных средствах]

Проведённые расчёты доказывают, что увеличение ключевой ставки обратно пропорционально влияет на рост объёма выдаваемых кредитов с некоторым вероятностным отклонением в размере 59919,08 млрд руб. в 2014 году и в 2025 году – 67018,38 млрд руб.

Таблица 4

Table 4

Прогноз объёма выданных кредитов коммерческими банками по методу экспоненциального сглаживания, млрд руб.

Forecast of the volume of loans issued by commercial banks using the exponential smoothing method, billion rubles

Временная шкала	Объём выданных кредитов	Прогноз (Объём выданных кредитов)	Привязка низкой вероятности (Объём выданных кредитов)	Привязка высокой вероятности (Объём выданных кредитов)	Коридор
31.12.2019	73347,9				0
31.12.2020	85124,3				0
31.12.2021	109103				0
31.12.2022	88234				0
31.12.2023	80071,8	80071,8	80071,80	80071,80	0
31.12.2024		86656,46715	56696,93	116616,01	59919,08
31.12.2025		87178,51816	53669,33	120687,71	67018,38

Увеличение процентных ставок приводит к тому, что у субъектов экономической деятельности возрастает интерес к альтернативным способам финансирования своих бизнес-проектов. Докажем это прогнозными расчётами объёма краудфандинговых сделок по методу экспоненциального сглаживания на 2024–2025 гг. (табл. 5, рис. 5).

Проведённый прогноз по методу экспоненциального сглаживания демонстрирует увеличение объёма краудфандинговых сделок при повышении ключевой ставки ЦБ РФ, что доказывает прямо пропорциональную зависимость.

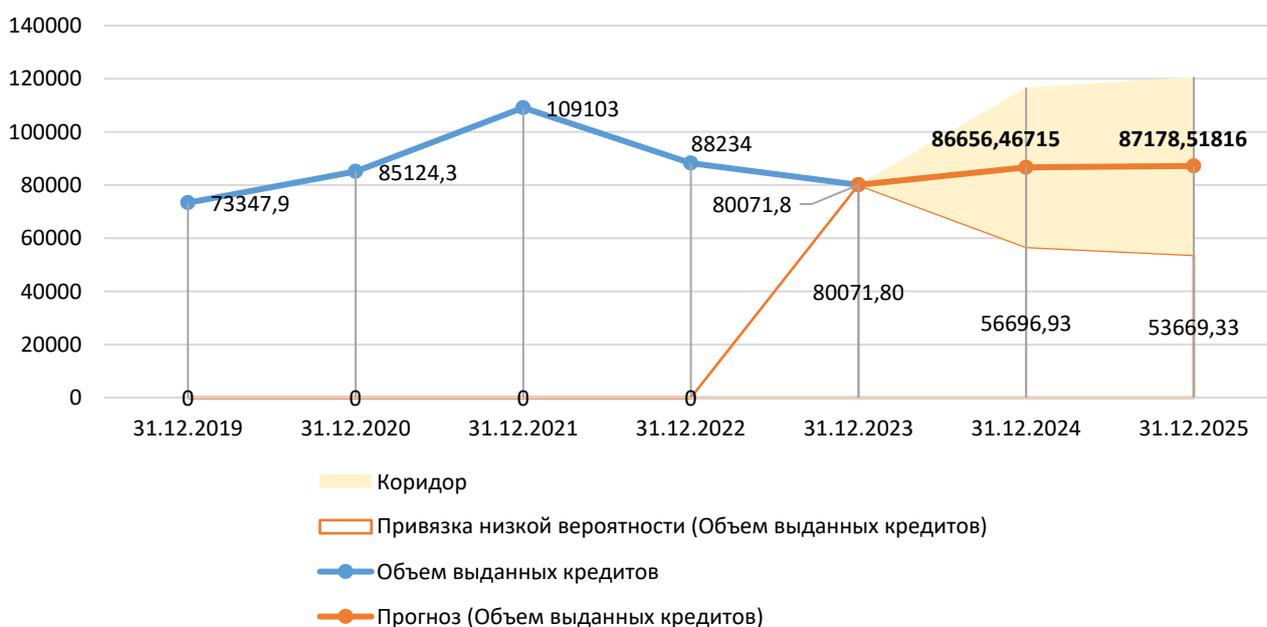


Рис. 4. Графическое изображение прогноза объёма выданных кредитов коммерческими банками по методу экспоненциального сглаживания

Fig. 4. Graphic representation of the forecast for the volume of loans issued by commercial banks using the exponential smoothing method

Таблица 5

Table 5

Прогноз объёма краудфандинговых сделок по методу экспоненциального сглаживания, млрд руб.
Forecast of the volume of crowdfunding transactions using the exponential smoothing method, billion rubles

Временная шкала	Объём краудфандинга	Прогноз (Объём краудфандинга)	Привязка низкой вероятности (Объём краудфандинга)	Привязка высокой вероятности (Объём краудфандинга)	Коридор
31.12.2019	5,2				0
31.12.2020	7				0
31.12.2021	13,8				0
31.12.2022	20,4				0
31.12.2023	24,3	24,3	24,30	24,30	0
31.12.2024		29,97527069	26,79	33,16	6,365485
31.12.2025		35,13753285	31,86	38,42	6,562939

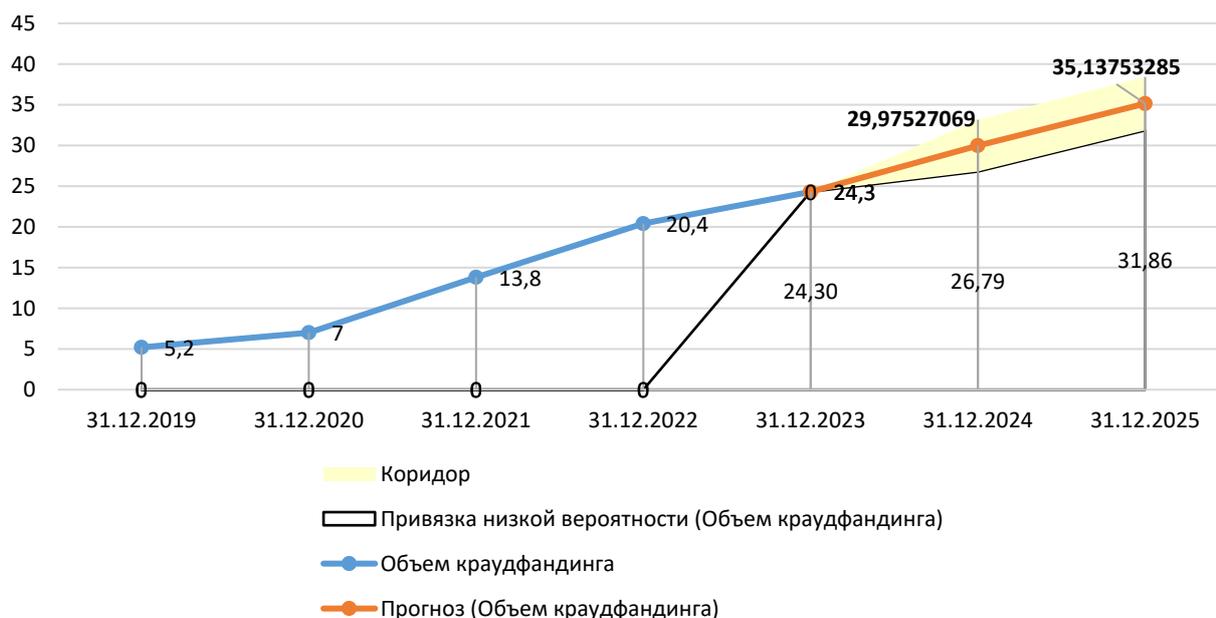


Рис. 5. Графическое изображение прогноза объёма краудфандинговых сделок по методу экспоненциального сглаживания

Fig. 5. Graphic representation of the forecast for the volume of crowdfunding transactions using the exponential smoothing method

Заключение

С развитием информационных технологий и расширением социальных сетей все более актуальными становятся новые способы финансирования бизнес-проектов. Традиционные методы финансирования, такие как банковский кредит или государственные гранты, являются сложными инструментами, которые зачастую ограничивают творческий и научный порыв предпринимателей. Банки стали более требовательны к заемщикам, что затрудняет получение кредита для начинающего или развивающегося бизнеса, а высокие ставки усиливают нагрузку и приводят к неэффективности реализации проекта, снижая при этом активность предпринимателя. Альтернативой для финансирования бизнеса являются краудфандинговые сделки, которые имеют ряд разновидностей в виде краудлендинга, краудинвестинга и краудревординга. Данный вид инвестирования предлагает более гибкие условия, чем банковские кредиты, более того, инвесторы могут стать совладельцами бизнеса, принимать решения в управлении и распространять информацию о проекте через социальные сети и другие каналы коммуникаций. Следовательно, постепенно банковская форма кредита может стать менее актуальной и привлекательной для создателей бизнес-проектов.

Сегодня увеличение ключевой ставки влечёт за собой рост процентных ставок по кредитным продуктам банка и оказывает прямо пропорциональное влияние на снижение объёмов кредитных сделок. Этот процесс положительно влияет на расширение использования различных цифровых платформ, которые предоставляют услуги по финансированию бизнес-проектов, что доказано в статье посредством математических расчётов.

Список источников

- Аналитический доклад ВШЭ «Новые инструменты привлечения финансирования для развития технологических компаний: практика использования и перспективы развития в России». – 2018. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/219492205> (дата обращения: 12.12.2023)
- Обзор платформенных сервисов в России. 2023. (Операторы инвестиционных платформ, операторы информационных систем и операторы финансовых платформ). Банк России. Информационно-аналитический материал. URL:

https://www.cbr.ru/Content/Document/File/146720/platform_services_20230515.pdf (дата обращения: 12.12.2023)

Реестр операторов инвестиционных платформ. 2023. Банк России URL: [https://www.cbr.ru/registries/?CF.Search=%D0%A0%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80+%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2+%D0%B8%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC&CF.TagId=&CF.Date.Time=Any&CF.Date.DateFrom=&CF.Date.DateTo=\(дата обращения 30.12.2023\)](https://www.cbr.ru/registries/?CF.Search=%D0%A0%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80+%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2+%D0%B8%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC&CF.TagId=&CF.Date.Time=Any&CF.Date.DateFrom=&CF.Date.DateTo=(дата обращения 30.12.2023))

Сведения о размещенных и привлеченных средствах. URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/sors/ (дата обращения: 12.12.2023)

Федеральный закон от 02.08.2019 N 259-ФЗ «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». URL: <https://www.zakonrf.info/doc-35835114/> (дата обращения: 12.12.2023)

Список литературы

- Азаренкова Г.М., Мельникова Н.С., Огородник В.В. 2017. Анализ особенностей краудфандинга как способа привлечения средств в финансовый проект начинающих предпринимателей. Сборник научных трудов «Финансово-кредитная деятельность: проблемы теории и практики»: 91–96.
- Глухова Е.В., Хайрутдинова Е.Р. 2013. Краудфандинг и краудсорсинг как инструменты привлечения средств для реализации проекта. Агротранспортная политика России, 5: 32–37.
- Литвинова Д.А. 2017. Краудинвестинг как новая форма инвестирования. Глобальные рынки и финансовый инжиниринг, Том 4, 2: 73–81.
- Петренко А.С., Прокопова А.С. 2017. Развитие альтернативного финансирования в России. Актуальные вопросы экономических наук, 57: 286–290.
- Пономарева М.С., Быканова Н.И., Мельникова Н.С. 2023. Тенденции развития рынка производных финансовых инструментов России в современных условиях его функционирования. Актуальные проблемы развития экономических, финансовых и кредитных систем: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, Белгород: ИД «БелГУ», НИУ «БелГУ»: 80–86.
- Санин М.К. 2015. История развития краудфандинга. Классификация видов. Анализ перспектив развития и преимуществ. Экономика и экологический менеджмент, 4: 54–56.
- Спиридонова Е.В., Шумовская А.С., Сошников Д.С. 2016. Инновационные способы финансирования проектов: теория и практика краудфандинга. Российское предпринимательство, 2: 50–60.
- Хау Дж. 2012. Краудсорсинг: Коллективный разум как инструмент развития бизнеса. Москва: Альпина Паблишер, 288 с.
- Bykanova N., Solovey J., Evdokimov D. 2023. Opportunities and Potential for the Development of Crowd Investing in Russia. Actual problems of the development of economic, financial and credit systems: a collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Belgorod: Publishing House "Belgorod", NRU "BelSU": 106–114.
- Melnikova N., Putivtseva N., Zaitseva T., Belotserkovsky E. 2023. Crowd Funding as a Promising Alternative Model of Bank Lending. Actual problems of the development of economic, financial and credit systems: a collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Belgorod: Publishing House "Belgorod", NRU "BelSU": 57–63.

References

- Azarenkova G.M., Melnikova N.S., Ogorodnik V.V. 2017. Analysis of the features of crowdfunding as a way to attract funds to a financial project of aspiring entrepreneurs. Collection of scientific papers "Financial and credit activity: problems of theory and practice": 91–96 (in Russian).
- Glukhova E.V., Khairutdinova E.R. 2013. Crowdfunding and crowdsourcing as tools for raising funds for project implementation. Agricultural Policy of Russia, 5: 32–37 (in Russian).
- Litvinova D.A. 2017. Crowdinvesting as a new form of investment. Global Markets and Financial Engineering, Vol. 4, 2: 73–81 (in Russian).
- Petrenko A.S., Prokopova A.S. 2017. Development of alternative financing in Russia. Current Issues in Economic Sciences, 57: 286–290 (in Russian).
- Ponomareva M.S., Bykanova N.I., Melnikova N.S. 2023. Development trends of the Russian derivatives market in modern conditions of its functioning. Current problems in the development of economic, financial and

- credit systems: collection of materials of the XI International Scientific and Practical Conference, Belgorod: Publishing House "BelGU" National Research University "BelSU": 80–86 (in Russian).
- Sanin M.K. 2015. History of the development of crowdfunding. Classification of species. Analysis of development prospects and benefits. The history of the crowdfunding. The classification of species. Analysis of development prospects and benefits. Economics and environmental management, 4: 54–56 (in Russian).
- Spiridonova E.V., Shumovskaya A.S., Soshnikov D.S. 2016. Innovative ways of financing projects: theory and practice of crowdfunding. Russian Entrepreneurship, 2: 50–60 (in Russian).
- Howe J. 2012. Crowdsourcing: Collective intelligence as a tool for business development. Moscow: Alpina Publisher, 288 p (in Russian).
- Bykanova N., Solovey J., Evdokimov D. 2023. Opportunities and Potential for the Development of Crowd Investing in Russia. Actual problems of the development of economic, financial and credit systems: a collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Belgorod: Publishing House "Belgorod", NRU "BelSU": 106–114
- Melnikova N., Putivtseva N., Zaitseva T., Belotserkovsky E. 2023. Crowd Funding as a Promising Alternative Model of Bank Lending. Actual problems of the development of economic, financial and credit systems: a collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Belgorod: Publishing House "Belgorod", NRU "BelSU": 57–63.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 12.03.2024

Received March 12, 2024

Поступила после рецензирования 26.03.2024

Revised March 26, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Карловская Евгения Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Evgenia A. Karlovskaya, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Ваганова Оксана Валерьевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Oksana V. Vaganova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Мельникова Наталия Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Natalia S. Melnikova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Быканова Наталья Игоревна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Natalya I. Bykanova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 336.71

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-393-401

Внутренний аудит в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка

Мусацкая Я.С.

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского
Россия, 283015, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. 50-летия СССР, д. 157
E-mail: yana.musatskaya@mail.ru

Аннотация. В статье исследован механизм внутреннего аудита в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка. Рассмотрены способы реализации угроз кибербезопасности банка на различных уровнях. Обоснована взаимосвязь субъектов кибербезопасности и службы внутреннего аудита банка. Обосновано, что механизм внутреннего аудита в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка должен функционировать на основе системы принципов: основополагающих, методологических и специфических. Проведен сравнительный анализ экономико-математических методов выявления мошенничеств в банках, осуществляемых персоналом банка.

Ключевые слова: киберугроза, мошенничество, киберэкосистема, мониторинг, операционные процессы, уровень кибербезопасности

Для цитирования: Мусацкая Я.С. 2024. Внутренний аудит в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка. Экономика. Информатика, 51(2): 393–401. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-393-401

Internal Audit in the Cybersecurity System of a Commercial Bank

Yana S. Musatskaya

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky
157 50 years of the USSR St., Donetsk, Donetsk People's Republic, 283015, Russia
E-mail: yana.musatskaya@mail.ru

Abstract. The article examines the mechanism of internal audit in the cybersecurity system of a commercial bank. Ways to implement threats to the bank's cybersecurity at various levels are considered. The relationship between cybersecurity entities and the bank's internal audit service is substantiated. The article also proves that the internal audit mechanism in the cybersecurity system of a commercial bank should function on the basis of a system of principles: fundamental, methodological and specific. A comparative analysis of economic and mathematical methods for detecting fraud in banks carried out by the bank's staff is carried out.

Keywords: cyber threat, fraud, cyber ecosystem, monitoring, operational processes, cybersecurity level

For citation: Musatskaya Ya.S. 2024. Internal Audit in the Cybersecurity System of a Commercial Bank. Economics. Information technologies, 51(2): 393–401 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-393-401

Введение

Сектор банковских и финансовых услуг является наиболее привлекательным для кибератак и кибермошенничества из-за возможности получения злоумышленниками значительных финансовых и нефинансовых выгод.

Проблема усугубляется тем, что банковские информационные системы становятся все более взаимосвязанными, операционные процессы – более автоматизированными, при этом уже имеющаяся инфраструктура информационных и коммуникационных технологий не была разработана с приоритетом кибербезопасности, что требует ее адаптации к новым условиям деятельности.

Имея это в виду, формирование мер по предотвращению возникновения ситуаций, классифицируемых как киберугроза или мошенничество, является важной научной и прикладной задачей. При этом актуальным для банков является создание превентивной системы обеспечения кибербезопасности, одним из важных элементов которой является внутренний аудит.

Следует отметить, что подавляющее большинство исследований учитывают специфику банковских систем и угроз кибербезопасности, присущих конкретным странам и регионам. Поэтому полученные научные результаты могут лишь частично быть учтены при формировании системы внутреннего аудита для предотвращения угроз потери кибербезопасности в отечественных банках.

Комплексные теоретические разработки, обосновывающие систему внутреннего аудита кибербезопасности как превентивную составляющую в системе кибербезопасности банка, в научной литературе практически отсутствуют.

Внимание ученых, в основном, сосредотачивается на отдельных объектах системы обеспечения кибербезопасности банка. Так, одни исследователи [Скареднова, Скареднов, 2022; Султанов, 2020; Knezevic, Živković, Milojević, 2021; Patricia, 2022] рассматривают аудит информационной безопасности банка при работе с электронными деньгами. Основное внимание акцентируется на ключевых направлениях проверки, в частности, организационно-технической и правовой обеспеченности банков для предотвращения угроз стабильного функционирования систем электронных денег. Кроме того, исследуются методы социальной инженерии и способы предупреждения этого типа угроз кибербезопасности. Другие исследователи [Власова, Шишляников, 2020; Курныкина, 2020; Alharbi M, 2017] сформировали методологию аудита электронных денег в банках как составляющей системы контроля информационной безопасности. При этом следует отметить необходимость дальнейшего углубления этих теоретических исследований с учетом специфики деятельности российских банков.

Исходя из вышеуказанного, есть необходимость в разработке теоретико-методических основ системы внутреннего аудита кибербезопасности банка, с детализацией ее составляющих и научном обосновании принципов функционирования, на основе чего можно было бы решать задачи обеспечения эффективного контроля кибербезопасности.

Учитывая рост внешних и внутренних угроз, влияющих на уровень кибербезопасности банков России, есть необходимость развития системы внутреннего аудита как превентивной составляющей в системе кибербезопасности. Парадигма превентивности реализуется на основе независимой и объективной оценки текущего уровня защищенности банка от внешних и внутренних киберугроз, разработки рекомендаций по устранению выявленных недостатков в системе обеспечения кибербезопасности и мониторинга их своевременного внедрения.

Объекты и методы исследования

Внутренний аудит кибербезопасности банка можно рассматривать как систему сбора и оценки информации для определения того, обеспечивают ли все системы банка надлежащее состояние защищенности информационных активов и информационной инфраструктуры, сохранение свойств информационных активов (доступности, целостности или конфиденциальности) на целевом уровне в соответствии с установленными критериями.

Перечень способов реализации угроз кибербезопасности банка, на которых должен концентрироваться аудит, приведен в табл. 1.

Ввиду увеличения количества операционных процессов, в том числе ключевых, передаваемых сторонним организациям (например, интернет-провайдеры, подрядчики, осуществляющие монтаж оборудования), растет зависимость банков от кибербезопасности этих сторон. В ответ на это в банке должна быть предусмотрена возможность аудита кибербезопасности сторонних организаций для обеспечения того, чтобы их деятельность соответствовала установленным стандартам и не создавала угрозы потери кибербезопасности.

Таблица 1
Table 1

Перечень способов реализации угроз кибербезопасности банка
List of ways to implement threats to the bank's cybersecurity

Уровень кибербезопасности	Способы реализации угроз
Физический уровень	<ul style="list-style-type: none"> - утечка информации; - уничтожение / разрушение / диверсии; - несанкционированный физический доступ; - хищение / кража.
Сетевой уровень	<ul style="list-style-type: none"> - атаки «отказ в обслуживании»; - внедрение аппаратных угроз; - подмена доверенного объекта сети и передача по каналам связи; сообщений от его имени с присвоением его прав доступа; - нарушение штатных режимов работы сетевого оборудования.
Уровень сетевых приложений и сервисов	<ul style="list-style-type: none"> - анализ трафика; - использование специализированных программ; - внедрение вредоносного ПО; - нарушение штатных режимов работы сетевых приложений; - сканирование сети, направленное на обнаружение открытых портов и служб, открытых соединений.
Уровень операционных систем и систем управления базами данных	<ul style="list-style-type: none"> - копирование; - кража / потеря паролей; - модификация / удаление данных; - неправильная (неполная) конфигурация систем защиты информации; - несанкционированный логический доступ к операционным системам / системам управления базами данных с использованием специализированного программного обеспечения; - подмена идентификаторов пользователя; - распространение вредоносных программ.
Уровень банковских технологических процессов и программ	<ul style="list-style-type: none"> - модификация / удаление данных; - распространение / передача данных; - печать документов; - кража документов и карточек; - кража паролей.
Уровень бизнес-процессов	<ul style="list-style-type: none"> - саботаж; - халатность и ошибки; - вредительство.

Источник: составлено автором на основе [Битов, Жуков, 2022; Михайлова, 2020; Сипратов, 2022]
Source: compiled by the author on the basis of [Битов, Жуков, 2022; Михайлова, 2020; Сипратов, 2022]

Результаты и их обсуждение

К реализации задач внутреннего аудита кибербезопасности приобщается служба внутреннего аудита банка. Аудит также может быть проведен путем привлечения юридических/физических лиц с надлежащим уровнем компетенции и опыта (аутсорсинг).

На рис. 1 схематически представлена взаимосвязь субъектов кибербезопасности и службы внутреннего аудита банка.

Таким образом, внутренний аудит кибербезопасности направлен на оценку соответствия системы кибербезопасности банка стратегии и целям деятельности банка на рынке в текущих условиях киберэкосистемы. Для достижения поставленной цели следует выполнить значительное количество разнонаправленных задач (рис. 2).

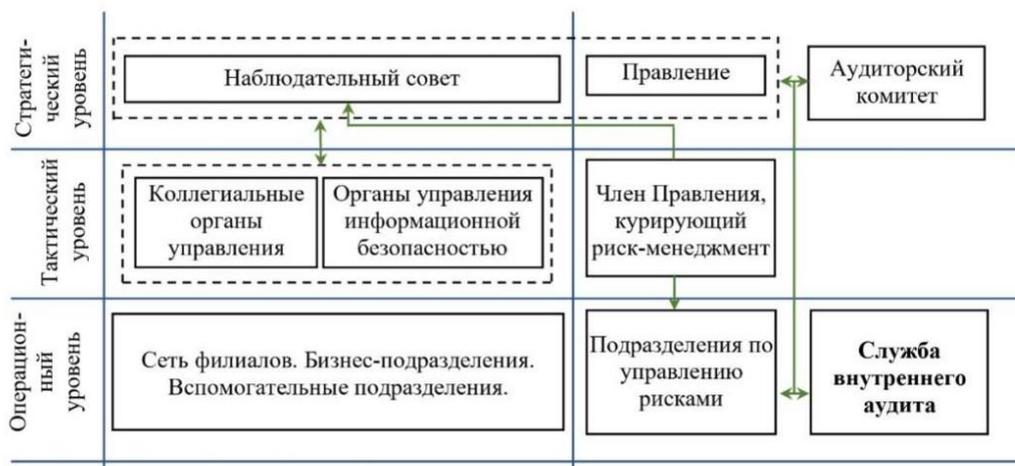


Рис. 1. Организационно-управленческая подсистема обеспечения кибербезопасности коммерческого банка на основе внутреннего аудита

Fig. 1. Organizational and managerial subsystem for ensuring the bank's cybersecurity based on internal audit

Источник: составлено автором

Source: compiled by the author

1. Проверить соответствие существующей политики кибербезопасности действующему законодательству, международным стандартам и рекомендациям.
2. Выявить недостатки и оценить эффективность политики кибербезопасности банка, внутрибанковских стандартов, регламентов и процедур.
3. Оценить текущий уровень защищенности информационных активов банка.
4. Провести анализ рисков, связанных с возможностью реализации угроз кибербезопасности в отношении информационных активов.
5. Оценить эффективность управления киберрисками.
6. На основе результатов аналитической работы выявить возможные уязвимости информационных активов банка к внешним и внутренним угрозам потери кибербезопасности.
7. Изучить имеющиеся средства контроля кибербезопасности по операционным, административным и управленческим аспектам, обеспечить эффективное выполнение норм кибербезопасности и соответствие установленным стандартам кибербезопасности.
8. Разработать рекомендации по внедрению новых и повышению эффективности имеющихся механизмов обеспечения кибербезопасности.

Рис. 2. Задачи системы внутреннего аудита в системе обеспечения кибербезопасности коммерческого банка

Fig. 2. Tasks of the internal audit system in the cybersecurity system of a commercial bank

Источник: составлено автором на основе [Архангельская, 2019; Карпунин, Ефремова, 2020; Simpson, 2022]

Source: compiled by the author on the basis of [Архангельская, 2019; Карпунин, Ефремова, 2020; Simpson, 2022]

Эффективность достижения этих задач можно обеспечить в результате формирования и регулярной модернизации механизма внутреннего аудита кибербезопасности.

Этот механизм должен функционировать на основе системы принципов внутреннего аудита. При этом общие принципы внутреннего аудита остаются важными. При структуризации принципов считаем целесообразным выделять:

- основополагающие принципы, отражающие сущность внутреннего аудита как общественного явления (теоретическая составляющая): независимость; объективность; системность; комплексность; компетентность; эффективность;

- методологические принципы, являющиеся основой его практики:

- 1) принципы профессиональной этики: честность; объективность; конфиденциальность; профессиональная компетентность;

- 2) принципы организации: систематичность; оперативность; планирование; сбалансированность; документация; коммуникация.

Помимо приведенных выше принципов, целесообразно учитывать также более специфические принципы, ориентированные на аудит в системе обеспечения кибербезопасности банка:

- актуальность: соответствие механизма внутреннего аудита действующей нормативно-правовой базе, международным рекомендациям и стандартам и киберэкосистеме;

- полнота: аудит должен охватывать все объекты и сферы аудита кибербезопасности, учитывать все угрозы и факторы, которые могут повлиять на эффективность механизма обеспечения кибербезопасности банка;

- надежность: имеющиеся подсистемы механизма внутреннего аудита позволяют сделать последовательную оценку киберрисков или измерения объекта аудита и обосновать аудиторские выводы;

- периодичность в соответствии с целями внутреннего аудита: эффективная система внутреннего аудита должна предусматривать возможность проведения предварительного, регулярного, случайного и ночного (нерабочего) аудита.

Важную роль в системе внутреннего аудита системы обеспечения кибербезопасности банка играет предупреждение мошенничества со стороны персонала. Для предупреждения мошенничеств банковского персонала составной частью системы независимого аудита должна быть оценка риска мошенничества персонала в направлениях ложного отражения финансовой отчетности и незаконного присвоения активов. Это создает условия для использования риск-ориентированного подхода при построении плана аудита.

По нашему мнению, система независимого аудита для предупреждения мошенничеств банковского персонала должна использовать базу данных, заполненную системой фрод-мониторинга, а также проверять реакцию соответствующих подразделений банка на случаи мошенничеств банковского персонала.

Проанализируем экономико-математические методы, которые могут быть использованы для выявления мошенничеств персонала в банковской сфере. Наиболее распространенными видами мошенничества в банках являются отмывание денег, мошенничества с кредитами и незаконное присвоение активов [Журавлёва, 2023]. Первой причиной совершения мошенничества являются финансовые трудности мошенника. Второй – существование возможности для совершения мошенничества. Третьей – уверенность мошенника в существовании веских причин для совершения им мошеннических действий.

Львиная доля банковских мошенничеств происходит с кредитными картами. Известно, что мошенничество с кредитными картами включает незаконное использование кредитной карты или ее информации без ведома владельца. Сегодня для выявления таких мошенничеств широко применяются: логистическая регрессия, которая способна решать категориальные классификационные задачи; метод опорных векторов (SVM, Support Vector Machine), который способен обрабатывать несбалансированные данные и сложные связи между переменными; удобные в использовании деревья решений; случайный лес (random forest);

самоорганизующиеся карты Кохонена (SOM, Self-Organizing Map), используемые для классификации и кластеризации; нечеткая логика, повышающая эффективность управленческих решений [Лазарева, 2022].

В свою очередь для выявления искажений финансовой отчетности в банковской сфере широко применяются: нейронные сети, которые способны справиться с задачами без алгоритмического решения; байесовские сети, используемые для выявления аномалий; генетические алгоритмы, используемые для бинарной классификации; текст майнинг (text mining), используемый для кластеризации и обнаружения аномалий. Также современной тенденцией обнаружения мошенничества является использование гибридных методов, которые используют сильные стороны различных методов.

Выявление финансового мошенничества включает мониторинг поведения владельцев карточных счетов с целью выявления их нежелательного поведения.

В табл. 2 представлены результаты сравнительного анализа экономико-математических методов выявления мошенничеств в банках, осуществляемых персоналом банка.

Таблица 2
Table 2

Сравнительный анализ экономико-математических методов выявления мошенничеств в банках, осуществляемых персоналом банка
 Comparative analysis of economic and mathematical methods for detecting fraud in banks carried out by the bank's staff

Группа методов выявления мошенничеств в банках	Характеристика	Учет неопределенности
Количественные (закон Бенфорда, ассоциативный анализ, логистическая регрессия, скрытая Марковская модель)	Основан на стандартном математическом аппарате	Неопределенность учитывается с помощью средств статистики и теории вероятностей
Машинное обучение (метод опорных векторов, дерево решений, нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена, байесовские сети, генетические алгоритмы, текст-майнинг)	Базируются на технологиях искусственного интеллекта (обучение с учителем и без него)	Неопределенность учитывается с помощью средств статистики и теории вероятностей
Качественные (нечеткая логика)	Базируются на экспертных оценках	Неопределенность учитывается с помощью экспертных оценок
Гибридные (нейронечеткие системы)	Основаны на синергетическом подходе (используются сильные стороны различных методов)	Неопределенность учитывается с помощью количественного и качественного математического аппарата

Источник: составлено автором на основе [Бабаева, Назаров, 2023; Скареднова, Скареднов, 2022; Султанов, 2020; AlSharif, Al-Slehat, 2019; Harahap, Nasrizal, Indrawati, Sandri, 2022]

Source: compiled by the author on the basis of [Бабаева, Назаров, 2023; Скареднова, Скареднов, 2022; Султанов, 2020; AlSharif, Al-Slehat, 2019; Harahap, Nasrizal, Indrawati, Sandri, 2022]

В целом можно сделать вывод, что в системе внутреннего аудита целесообразно использовать гибридные методы для учета неопределенности и выявления мошенничества. Они учитывают неопределенность с помощью средств статистики и теории вероятностей.

Заключение

По результатам исследования выявлено, что ландшафт киберэкосистемы постоянно меняется, создавая новые угрозы потери кибербезопасности банков и приводя к росту уровня киберрисков. В этих условиях банки должны иметь эффективную систему обеспечения кибербезопасности для устранения имеющихся и потенциальных внешних и внутренних угроз. Исходя из этого, важную роль для предупреждения киберугроз играет внутренний аудит, который определен как периодическая система сбора и оценки информации для определения того, обеспечивают ли все системы банка надлежащее состояние защищенности информационных активов и информационной инфраструктуры, сохранение свойств информационных активов (доступности, целостности или конфиденциальности) на целевом уровне.

Своевременное проведение мероприятий банковского аудита с использованием гибридных методов позволяет снизить уровень мошенничества и повысить ответственность банковского персонала. Особенно перспективным является риск-ориентированный подход, на основе которого целесообразно составлять план аудита. Он использует модель оценки риска, построенную на основе индикаторов риска мошенничества персонала, и дает возможность определить области, которые больше всего способствуют мошенничеству банковского персонала.

Список литературы

- Архангельская А.И. 2019. Непрерывный дистанционный аудит в банке: расширение возможностей. *Банковское дело*, 4: 65–69.
- Бабаева Г.Я., Назаров С. 2023. Риски, связанных с активными операциями банков и их минимизация. *Экономика и социум*, 6-1 (109): 642–645.
- Битов А.А., Жуков А.З. 2022. Обеспечение информационной безопасности в финансовом секторе Российской Федерации: проблемы и стратегия противодействия. *Евразийский юридический журнал*, 6 (169): 394–395.
- Власова Н.В., Шишлянников А.В. 2020. Экспертная оценка учетной политики для целей бухгалтерского учета кредитной организации. М., КноРус, 150 с.
- Журавлёва Т.А. 2023. Нормативное правовое регулирование и информационное обеспечение выявления и документирования рисков хозяйственной деятельности коммерческого банка. *Управленческий учет*, 10: 71–76.
- Карпунин В.И., Ефремова Ю.С. 2020. Системная парадигма риск-ориентированного внутреннего контроля кредитной организации. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*, 2 (110): 13–31. DOI: 10.21686/2413-2829-2020-2-13-31
- Курныкина О.В. 2020. Учетно-аналитическое обеспечение управления и контроля в коммерческом банке в условиях цифровизации и МСФО. М., ООО «РУСАЙНС», 222 с.
- Лазарева И.Е. 2022. Финансовые технологии в структуре финансовой системы. Сборник научных работ серии «Финансы, учет, аудит», 4 (28): 117–125.
- Михайлова О.Д. 2020. Кибербезопасность: влияние на банковскую цифровизацию в Российской Федерации. *Человеческий капитал и профессиональное образование*, 2 (32): 23–28.
- Сипратов Р.О. 2022. Страхование киберрисков в условиях функционирования банковских экосистем. *Финансовая экономика*, 8: 134–139.
- Скареднова О.Л., Скареднов И.С. 2022. Особенности практической реализации внутреннего аудита коммерческого банка. *Журнал прикладных исследований*, 11: 229–237.
- Скареднова О.Л., Скареднов И.С. 2022. Российский и зарубежный опыт оценки механизма управления рисками коммерческого банка в процессе проведения внутреннего аудита. *Финансовый бизнес*, 9 (231): 98–102.
- Султанов Г.С. 2020. Международная практика аудита деятельности финансово-кредитных учреждений. *Экономика и предпринимательство*, 12 (125): 1483–1486.
- Султанов Г.С. 2020. Роль и значение аудита финансово-кредитных учреждений. *Научная матрица*, 4: 29–32.
- Alharbi, M. S. A. 2017. The effectiveness of the implementation of internal control in kuwaiti shareholding companies. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 7: 232–241.

- AlSharif M.B., Al-Slehat, F.Z. 2019. The effect of internal control on the competitive advantage of the bank. *International Journal of Business And Management*, 14(9), 91 p. DOI: 10.5539/ijbm.v14n9p91
- Harahap D.S.P., Nasrizal N., Indrawati N., Sandri S.H. 2022. The pengaruh internal audit dan whistleblowing system terhadap pencegahan fraud dengan moralitas individu sebagai variabel moderator (studi empiris pada bank perkreditan rakyat di provinsi RIAU). *Jurnal Akuntansi dan Ekonomika*, 12: 82–91.
- Knezevic S., Živković A., Milojević S. 2021. The role and importance of internal control and internal audit in the prevention and identification of fraudulent actions in banks. *Bankarstvo*, 50 (1): 66–89. DOI:10.5937/bankarstvo2101066K
- Patricia V.L.T. 2022. The role of internal auditors in supporting the implementation of the principles of transparency and accountability (study at pt. Bank mega syariah kc. Medan). *Journal of Indonesian Management (JIM)*, 1: 28–45.
- Simpson B. 2022. *An Introduction to Internal Auditing in Banking*. London, Barclay Simpson Associates Limited, 23 p.

References

- Arkhangelskaya A.I. 2019. Continuous remote audit in the bank: expanding opportunities. *Banking*, 4: 65–69. (in Russian)
- Babaeva G.Ya., Nazarov S. 2023. Risks associated with active operations of banks and their minimization. *Economy and society*, 6-1 (109): 642–645. (in Russian)
- Bitov A.A., Zhukov A.Z. 2022. Ensuring information security in the financial sector of the Russian Federation: problems and counteraction strategy. *Eurasian Law Journal*, 6 (169): 394–395. (in Russian)
- Vlasova N.V., Shishlyannikov A.V. 2020. Expert assessment of accounting policy for the purposes of accounting of a credit institution. Moscow, Publ. KnoRus, 150 p. (in Russian)
- Zhuravleva T.A. 2023. Regulatory legal regulation and information support for identifying and documenting the risks of a commercial bank's business activities. *Management accounting*, 10: 71–76. (in Russian)
- Karpunin V.I., Efremova Yu.S. 2020. The systemic paradigm of risk-based internal control of a credit institution. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*, 2 (110): 13–31. DOI: 10.21686/2413-2829-2020-2-13-31 (in Russian)
- Kurnykina O.V. 2020. Accounting and analytical support for management and control in a commercial bank in the context of digitalization and IFRS. Moscow, Publ. RUSAINS, 222 p. (in Russian)
- Lazareva I.E. 2022. Financial technologies in the structure of the financial system. Collection of scientific papers in the series «Finance, accounting, audit», 4 (28): 117–125. (in Russian)
- Mikhailova O.D. 2020. Cybersecurity: the impact on banking digitalization in the Russian Federation. *Human capital and vocational education*, 2 (32): 23–28. (in Russian)
- Sipratov R.O. 2022. Insurance of cyber risks in the context of the functioning of banking ecosystems. *Financial economics*, 8: 134–139. (in Russian)
- Skarednova O.L., Skarednov I.S. 2022. Features of the practical implementation of the internal audit of a commercial bank. *Journal of Applied Research*, 11: 229–237. (in Russian)
- Skarednova O.L., Skarednov I.S. 2022. Russian and foreign experience in assessing the risk management mechanism of a commercial bank in the process of conducting an internal audit. *Financial business*, 9 (231): 98–102. (in Russian)
- Sultanov G.S. 2020. International practice of auditing the activities of financial and credit institutions. *Economics and entrepreneurship*, 12 (125): 1483–1486. (in Russian)
- Sultanov G.S. 2020. The role and importance of auditing financial and credit institutions. *The Scientific Matrix*, 4: 29–32. (in Russian)
- Alharbi, M. S. A. 2017. The effectiveness of the implementation of internal control in ku-waiti shareholding companies. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 7: 232–241.
- AlSharif M.B., Al-Slehat, F.Z. 2019. The effect of internal control on the competitive advantage of the bank. *International Journal of Business And Management*, 14(9), 91 p. DOI: 10.5539/ijbm.v14n9p91
- Harahap D.S.P., Nasrizal N., Indrawati N., Sandri S.H. 2022. The pengaruh internal audit dan whistleblowing system terhadap pencegahan fraud dengan moralitas individu sebagai variabel moderator (studi empiris pada bank perkreditan rakyat di provinsi RIAU). *Jurnal Akuntansi dan Ekonomika*, 12: 82–91.
- Knezevic S., Živković A., Milojević S. 2021. The role and importance of internal control and internal audit in the prevention and identification of fraudulent actions in banks. *Bankarstvo*, 50 (1): 66–89. DOI:10.5937/bankarstvo2101066K



Patricia V.L.T. 2022. The role of internal auditors in supporting the implementation of the principles of transparency and accountability (study at pt. Bank mega syariah kc. Medan). *Journal of Indonesian Management (JIM)*, 1: 28–45.

Simpson B. 2022. *An Introduction to Internal Auditing in Banking*. London, Barclay Simpson Associates Limited, 23 p.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 26.12.2023

Received December 26, 2023

Поступила после рецензирования 25.03.2024

Revised March 25, 2024

Принята к публикации 29.03.2024

Accepted March 29, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Мусацкая Яна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой аналитики и контроля Института учета и финансов, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Россия

Yana S. Musatskaya, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Digital Analytics and Control, Institute of Accounting and Finance, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Russia



КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION HISTORY

УДК 004.942

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-402-412

О краткосрочном прогнозировании временных рядов на основе субполосных представлений

Жиляков Е.Г., Гайворонская Д.И., Прохоренко Е.И., Балабанова Т.Н.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

E-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru

Аннотация. Рассмотрена важная задача краткосрочного прогнозирования значений временных рядов на основе предыстории (экстраполяция) без априорного задания соотношений, определяющих зависимость будущих значений от предыдущих наблюдений. Показано, что в основу такой экстраполяции может быть положено понятие части энергии отрезка временного ряда, соответствующее некоторой субполосе области определения трансформанты Фурье (субполосное представление). Получены соотношения для вычисления прогноза и определены условия, при выполнении которых он будет безошибочным. Приведены оценки для среднеквадратических отклонений оценки будущего значения при наличии случайных ошибок измерений в виде белого шума.

Ключевые слова: временные ряды, краткосрочный прогноз, экстраполяция, субполосные представления

Для цитирования: Жиляков Е.Г., Гайворонская Д.И., Прохоренко Е.И., Балабанова Т.Н. 2024. О краткосрочном прогнозировании временных рядов на основе субполосных представлений. Экономика. Информатика, 51(2): 402–412. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-402-412

On Short-Term Forecasting of Time Series Based on Subband Representations

**Evgeniy G. Zhilyakov, Diana I. Gaivoronskay, Ekaterina I. Prokhorenko,
Tatiana N. Balabanova**

Belgorod State National Research University

85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru

Abstract. An important task of short-term forecasting of time series values based on prehistory (extrapolation) is considered without a priori setting the ratios that determine the dependence of future values on previous observations. It is shown that such an extrapolation can be based on the concept of the energy part of a time series segment corresponding to a certain subband of the domain of definition of the Fourier transform (subband representation). The relations for calculating the forecast are obtained and the conditions under which it will be error-free are determined. Estimates are given for the standard deviations of the future value estimation in the presence of random measurement errors in the form of white noise.

Keywords: time series, short-term forecast, extrapolation, subband representations

For citation: Zhilyakov E.G., Gaivoronskay D.I., Prokhorenko E.I., Balabanova T.N. 2024. On Short-Term Forecasting of Time Series Based on Subband Representations. Economics. Information technologies, 51(2): 402–412 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-402-412

Введение

Временным рядом $x_k = x(k\Delta t)$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ будем называть результаты регистрации в эквидистантных с шагом Δt точках области определения заранее неизвестной функции времени $x(t)$, которая отражает свойства некоторого параметра наблюдаемого объекта, характеризующего его поведение. Следовательно, относительно будущих значений временных рядов имеется существенная априорная неопределенность. Вместе с тем без их предсказания (прогноза) часто оказывается невозможной адаптация к поведению наблюдаемых объектов реализуемых при этом процессов управления. Таким образом, предсказание будущих значений временных рядов является одной из основных процедур управления. Поэтому разработка методов прогнозирования относится к числу важных задач теории и практики обработки эмпирических данных.

Прогноз принято называть краткосрочным, если речь идет об оценке только нескольких (чаще всего одного) из ближайших к зарегистрированной предыстории будущих значений. Эта задача исследуется в работах многих авторов. Достаточно часто рассматривается прогноз на основе экстраполяции с использованием известной предыстории. При этом в основе прогнозирования используются так называемые инварианты, то есть некоторые характеристики временных рядов, мало изменяющиеся с течением времени.

Наиболее распространенной формой прогноза (экстраполяции) служит линейное предсказание (ЛП) в виде свертки

$$\hat{x}_k = \sum_{i=1}^p \beta_i x_{k-i}, k > p, \quad (1)$$

где $\vec{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_p)'$ – вектор значений импульсной характеристики фильтра ЛП (штрих означает транспонирование); p – апертура фильтра.

В дальнейшем такие соотношения будем именовать моделями прогнозирования порядка p .

Очевидно, что прогноз (1) будет точным только тогда, когда значения временного ряда удовлетворяют разностному уравнению, коэффициенты которого известны. К таким временным рядам относятся аддитивные комбинации синусоид с различными частотами [Марпл, 1990]. Однако такие модели являются идеализацией, а значения их параметров (амплитуды, частоты и начальные фазы) заранее неизвестны и их надо оценивать, что снижает точность прогноза.

Адекватным подходом к прогнозированию последовательностей, удовлетворяющих однородным линейным разностным уравнениям, является использование метода главных компонент на основе сингулярного разложения [Уоткинс, 2009] матриц размерности $(p+1) * M$

$$F_k(p+1, M) = \{x_{n+m-1}\}, n = k - p - M - 1, \dots, k - M; m = 1, \dots, M; p+1 \leq M, \quad (2)$$

столбцы которых представляют собой последовательные отрезки временного ряда.

Этот метод прогнозирования в русскоязычной литературе часто именуется «гусеницей» [Галаядина, 2004], что связано со специфической ганкелевой формой матрицы с элементами (2). При его реализации определяются ортогональная матрица собственных векторов

$$Q_k = \{\vec{q}_1^k, \dots, \vec{q}_{p+1}^k\} \quad (3)$$

матрицы (штрих означает транспонирование)

$$W_k = F_k(p+1, M)F_k'(p+1, M), \quad (4)$$

так что имеет место

$$W_k Q_k = Q_k L_k, \quad (5)$$

где $L_k = \text{diag}(\lambda_1^k, \dots, \lambda_{p+1}^k)$ – диагональная матрица собственных чисел, которые предполагаются упорядоченными по убыванию

$$\lambda_1^k \geq \dots \geq \lambda_{p+1}^k \geq 0. \quad (6)$$



Прогнозируемое значение определяется соотношением

$$q_{p+1,p+1}^k \hat{x}(k) = - \sum_{r=1}^p q_{p+1-r,p+1}^k x(k-r), \quad (7)$$

где вектор коэффициентов определяется компонентами собственного вектора матрицы (4), соответствующего минимальному собственному числу. Таким образом, в качестве инвариантов используются собственные векторы и числа матрицы (4), полученной на основе предыстории. Отметим, что этот подход до определенной степени аналогичен подходу Писаренко [Марпл, 1990] к спектральному оцениванию.

В общем случае из-за влияния различных факторов используемая предыстория и прогнозируемое значение не удовлетворяет разностному уравнению, что можно описать в виде аддитивного представления

$$\hat{x}(k) = x(k) + \varepsilon(k), \quad (8)$$

где погрешность прогноза $\varepsilon(k)$ определяется следующим соотношением:

$$\varepsilon(k) = - \sum_{r=0}^p q_{p+1-r,p+1}^k x(k-r) / q_{p+1,p+1}^k. \quad (9)$$

Из ортонормальности собственных векторов следует неравенство

$$|q_{p+1,p+1}^k| = (1 - \sum_{r=1}^p q_{p+1-r,p+1}^{k2})^{1/2} < 1, \quad (10)$$

то есть знаменатель в (9) может быть очень мал. Следовательно, если сумма в правой части (9) отлична от нуля, то погрешность прогноза может быть велика.

Для описания неопределенностей чаще всего используются вероятностные модели. В рамках таких моделей в качестве адекватного критерия оптимальности (меры точности прогноза) используется среднеквадратическое отклонение ошибки прогноза. При этом правая часть (1) рассматривается как условное математическое ожидание процесса авторегрессии соответствующего порядка и параметров (AR(p)) [Бокс, Дженкинс, 1974]. Ясно, однако, что при обработке эмпирических данных параметры предполагаемых моделей их генерации необходимо оценивать и это увеличивает погрешность прогноза.

На практике для оценивания параметров линейного прогноза (1) широко используется принцип минимизации по набору параметров квадратичных функционалов вида

$$S_r(\bar{x}_N) = \sum_{k=p+1}^N (x_k - \sum_{i=1}^r \alpha_{kr} x_{k-i})^2, \quad (11)$$

где $\bar{x}_N = (x_1, \dots, x_N)'$ – обучающая выборка; r – величина апертуры фильтра ЛП (порядок модели AR(p))

$$1 \leq r \leq N/2, \dots \quad (12)$$

Этот функционал при каждом значении апертуры минимизируется по значениям соответствующей импульсной характеристики фильтра ЛП и на оси r находится точка существенного уменьшения угла наклона к ней графика его минимальных значений, координата которой может быть принята за величину порядка. Полученная таким образом импульсная характеристика затем в качестве инварианта используется для прогнозирования на другой части последовательности эмпирических значений, если её вычисленные значения удовлетворяют условиям устойчивости модели [Андерсон, 1976; Кашьяп, 1983].

Ясно, что даже при справедливости гипотезы об адекватности модели AR(p) для достижения приемлемой точности оценивания её параметров требуется использовать обучающую выборку достаточно большой размерности. Вместе с тем в прогнозируемой выборке поведение значений локальных отрезков из $p+1$ отсчетов может плохо описываться линейной моделью, адаптированной к свойствам обучающей выборки. Это будет приводить к значительным ошибкам прогноза, по крайней мере отдельных значений.

Оптимальность в смысле минимума условного математического ожидания будущих значений при известной предыстории используется и в основе линейного прогнозирования векторных процессов по схеме Калмана [Сейдж, Мелс, 1976; Кузьмин, 1986]. Модель их генерации во многом является векторно-матричным обобщением уравнения авторегрессии. Очевидно, что и реализация фильтра Калмана предполагает наличие достаточно большого объема априорной информации о вероятностных свойствах обновляющей последовательности векторов и искажений при их регистрации.

Кажущаяся простота линейного прогноза способствовала его наибольшей распространенности, несмотря на затруднения с обоснованием адекватности формы (1), например, в случае изменчивости математического ожидания или других видов нестационарности. Кроме того, использование в качестве меры качества прогноза дисперсии ошибки позволяет гарантировать его оптимальность только в среднем на большом интервале наблюдений стационарных значений, тогда как целесообразно контролировать локальную ошибку особенно в нестационарном случае.

Отметим также, что по справедливому замечанию [Тьюки, 1981] априорное задание вида связи значений временного ряда равносильно навязыванию законов природе.

Перспективным представляется подход без оценивания параметров моделей генерации временных рядов с сохранением линейной формы их прогноза по небольшому количеству выборки ближайшей предыстории.

В данной работе в основе разработки такого подхода использованы субполосные представления [Жиляков, 2015; Жиляков, 2017], когда анализ данных осуществляется с позиций разбиения частотной полосы на субполосы, удовлетворяющие некоторым априорным требованиям.

Метод прогнозирования на основе субполосных представлений

Пусть $\vec{y}_k = (y_{k-p}, \dots, y_k)'$ – вектор, состоящий из $p+1$ значений (компонент) некоторого временного ряда. Ему можно сопоставить трансформанту Фурье (спектр)

$$Y_k(v) = \sum_{i=1}^{p+1} y_{k-p-1+i} \exp[-jv(i-1)], \quad (13)$$

которая, как легко видно, является периодической

$$Y_k(v + 2m\pi) = Y_k(v), \quad -\pi \leq v < \pi. \quad (14)$$

Справедливо равенство Парсевала [Марпл, 1990]

$$\|\vec{y}_k\|^2 = \sum_{i=1}^{p+1} y_{k-p-1+i}^2 = \int_{-\pi}^{\pi} |Y_k(v)|^2 dv / 2\pi, \quad (15)$$

которое нетрудно представить в виде суммы

$$\|\vec{y}_k\|^2 = P_1(\vec{y}_k) + P_2(\vec{y}_k), \quad (16)$$

где

$$P_1(\vec{y}_k) = \int_{-V}^V |Y_k(v)|^2 dv / 2\pi, \quad V < \pi; \quad (17)$$

$$P_2(\vec{y}_k) = \|\vec{y}_k\|^2 - P_1(\vec{y}_k). \quad (18)$$

Таким образом, представляется естественным считать, что соотношение (17) определяет субполосную часть энергии (СЧЭ) рассматриваемого отрезка временного ряда, связанную с соответствующей субполосой частотной оси. Ниже будет показано, что использование этой субполосной характеристики отрезков временных рядов позволяет получить соотношение для линейного прогноза будущих значений.

В самом деле, подстановка определения (15) в представление (17) после несложных преобразований позволяет получить квадратичную форму для СЧЭ непосредственно во временной области



$$P_1(\vec{y}_k) = \vec{y}_k' A_V \vec{y}_k, \quad (19)$$

где $A_V = \{a_{im}^V\}$. $i, m = 1, \dots, p + 1$ – матрица с элементами

$$a_{im}^V = \int_{-V}^V \exp(-jv(i-m)) dv / 2\pi = \sin(V(i-m)) / \pi(i-m). \quad (20)$$

В дальнейшем матрица с элементами (20) называется субполосной. Свойства субполосных матриц достаточно подробно рассмотрены в работах [Жиляков, 2015; Жиляков, 2017].

Соотношение (19) нетрудно представить в следующем виде:

$$P_1(\vec{y}_k) = \sum_{i,m=1}^p a_{im}^V y_{k-p-1+i} y_{k-p-1+m} + \Delta P_1(\vec{y}_k), \quad (21)$$

где имеется в виду часть энергии, связанная с последней компонентой рассматриваемого вектора

$$\Delta P_1(\vec{y}_k) = 2y_k \sum_{i=1}^p a_{p+1,i}^V y_{k-p-1+i} + a_{p+1,p+1}^V y_k^2. \quad (22)$$

Очевидно, что вклад последней компоненты в общую энергию вектора равен y_k^2 . Только часть этого вклада будет влиять на СЧЭ рассматриваемой субполосы. Поэтому можно положить

$$\Delta P_1(\vec{y}_k) = cy_k^2, \quad (23)$$

где

$$|c| < 1. \quad (24)$$

В результате комбинирования (23), (22) и (20) нетрудно получить однородное квадратное уравнение, два корня которого определяются следующими соотношениями:

$$y_{1k} = 0; \quad (25)$$

$$y_{2k} = 2 \sum_{i=1}^p a_{p+1,i}^V y_{k-p-1+i} / (c - V / \pi). \quad (26)$$

Здесь имеется в виду, что знаменатель не равен нулю.

Легко также видеть, что подстановка корня (25) в правую часть определения (22) также дает ноль в правой части. Такое изменение СЧЭ (21) представляется маловероятным, если не все значения предыстории равны нулю. В этом случае нулю будет равна и правая часть соотношения (26), что представляется естественным значением прогноза в этих условиях. Поэтому в качестве основы уравнения порядка p для прогноза предлагается использовать правую часть (26), полагая

$$\hat{y}_k(c, V) = 2 \sum_{i=1}^p a_{p+1,i}^V y_{k-p-1+i} / (c - V / \pi). \quad (27)$$

Очевидно, что соотношение (27) по форме совпадает с (1), то есть оно определяет линейный прогноз.

Имея в виду определение (20), для точного прогноза должно выполняться равенство

$$y_k = \int_{-V}^V Y_{pk}(v) \exp(jv(m-1)) dv / (\pi c - V), \quad (28)$$

где

$$Y_{pk}(v) = \sum_{i=1}^p y_{k-p-1+i} \exp(-jv(i-1)). \quad (29)$$

Ясно, что при известном векторе \vec{y}_k искомый параметр может быть вычислен из соотношения (28).

Таким образом, значение параметра c должно соответствовать ширине выбранной субполосы и частотным свойствам предыстории прогнозируемого значения временного ряда.

Очевидно, что точное прогнозирование на основе (27) достигается при выполнении следующего равенства для значений неизвестного параметра

$$c_k(V) - V/\pi = 2 \sum_{i=1}^p a_{p+1,i}^V y_{k-p-1+i} / y_k. \quad (30)$$

Ввиду того, что в общем случае прогнозируемое значение неизвестно, вычислить отсюда точное значение параметра нельзя. Вместе с тем можно воспользоваться моделями локального поведения достаточно коротких отрезков временных рядов, чтобы получить уравнения для вычисления правой, а следовательно, и левой частей соотношения (30). Если эти модели описывают достаточно широкий класс локального поведения временных рядов на отрезке длительностью $p+1$, то вычисленную левую часть соотношения (30) можно использовать в качестве инварианта для всего ряда.

1. Пусть отрезок временного ряда имеет постоянные значения

$$\bar{y}_k = b(1, \dots, 1)'. \quad (31)$$

Тогда из (30) получаем равенство, которое при неизменной субполосе определяет в качестве инварианта знаменатель в прогнозе (27), который позволяет сохранить значение постоянной составляющей предыстории

$$c(V) - V/\pi = 2 \sum_{i=1}^p a_{p+1,i}^V. \quad (32)$$

2. Более широкий класс локального поведения временных рядов описывает линейная модель

$$y_{k-p-1+i} = b + (i-1)d, i = 1, \dots, p+1. \quad (33)$$

где b и d – неизвестные параметры (числа). Легко получить модельное значение прогнозируемого отсчета

$$y_k = b + (p+1)d. \quad (34)$$

В соответствии с (30) для получения точного значения второго члена в правой части этого соотношения необходимо выполнить условие

$$(c(V) - V/\pi)(p+1) = 2 \sum_{i=1}^p i a_{p+1,i}. \quad (35)$$

Таким образом, в случае адекватности модели (33) необходимо решать систему линейных алгебраических уравнений, определяемую соотношениями (32) и (35).

Если в (35) подставить правую часть (32), то с учетом определения (20) элементов субполосной матрицы нетрудно получить уравнение для ширины субполосы

$$\sum_{i=1}^p \sin(V(p+1-i)) = 0, \quad (37)$$

которое с использованием формулы Эйлера для комплексной экспоненты преобразуется к виду

$$\sin(pV/2) \sin(V(p+1)/2) = 0. \quad (38)$$

При этом необходимо учесть, что из периодичности трансформанты Фурье (14) и определения (17) следует неравенство для искомых корней уравнения (37)

$$0 < V_i < \pi, i = 1, \dots, p-1. \quad (39)$$

Имея в виду равенства

$$\sin(i\pi) = 0, i = 0, 1, \dots,$$

получаем, что первый сомножитель в (38) равен нулю в точках

$$V_i = 2i\pi/p, i < p/2, \quad (40)$$

а для второго имеет место

$$V_{2i} = 2i\pi / (p + 1), i < (p + 1) / 2. \quad (41)$$

Таким образом, совокупность соотношений (41) и (40) определяет корни уравнения (37), которые нужно вычислять с учетом неравенства (39).

При этом соотношение (32) дает

$$c(V_i) - V_i / \pi = 2 \sum_{n=1}^p a_{p+1,n}^{V_i}, \quad (42)$$

а соотношение для прогноза (27) принимает окончательный вид

$$\hat{y}_k(c_i, V_i) = \sum_{n=1}^p a_{p+1,n}^{V_i} y_{k-p-1+n} / \sum_{m=1}^p a_{p+1,m}^{V_i}. \quad (43)$$

Для расширения класса полиномиальных моделей, адекватно с точки зрения точности прогноза описывающих локальное поведение коротких отрезков временных рядов, можно ряд $y_k, k = 1, \dots$ получать на основе допустимых преобразований некоторого исходного, например, с помощью логарифмирования.

Привлекательным представляется использование разностей различного порядка

$$y_k = \Delta^{m-1} x_{k+1} - \Delta^{m-1} x_k, \quad (44)$$

где имеются в виду конечные разности соответствующего порядка некоторого исходного ряда x_k .

Важным частным случаем является ряд разностей первого порядка

$$y_k = x_{k+1} - x_k. \quad (45)$$

Очевидно, что модель прогноза значений исходного ряда при этом определяется соотношением

$$\hat{x}_{k+1} = x_k + \hat{y}_k. \quad (46)$$

Модель прогнозирования второго порядка на основе первых разностей

Речь идет о модели прогнозирования вида (46) с использованием соотношения (43), где

$$p = 2. \quad (47)$$

Целесообразность использования такой модели определяется, в частности, тем, что любые три значения исходного ряда можно точно аппроксимировать параболой, а любые две первых разностей удовлетворяют модели локального поведения (33), то есть аппроксимируются линейной моделью.

Единственным корнем уравнения (38) является (индекс опущен)

$$V = 2\pi / 3. \quad (48)$$

Подстановка этого значения в (32) дает

$$2 \sum_{n=1}^2 a_{3,n} = 3^{1/2} / 2\pi \approx 0,276, \quad (49)$$

а модель прогноза (43) преобразуется к виду

$$\hat{y}_k = 2y_{k-1} - y_{k-2}. \quad (50)$$

Подстановка правой части этого соотношения в (46) с учетом определения (45) дает модель прогноза без вычисления разностей

$$\hat{x}_{k+1} = 3x_k - 3x_{k-1} + x_{k-2}. \quad (51)$$

Представляет интерес оценка возможных ошибок прогнозирования на основе этой модели

$$r_{k+1} = |x_{k+1} - \hat{x}_{k+1}|. \quad (52)$$

При этом для коротких отрезков реальных временных рядов, получаемых с помощью дискретизации эмпирических функций с ограниченной энергией, которые имеют ограниченные производные любого порядка, адекватной математической основой

представляется формула Тейлора. В самом деле для определенных в самом начале работы отсчетов некоторой непрерывной функции $x(t)$ можно записать

$$x_{k-1} = x_{k-2} + x^{(1)}((k-2)\Delta t)\Delta t + x^{(2)}((k-2)\Delta t)(\Delta t)^2 / 2 + x^{(3)}(g_1)(\Delta t)^3 / 6; \quad (53)$$

$$x_k = x_{k-2} + 2x^{(1)}((k-2)\Delta t)\Delta t + 4x^{(2)}((k-2)\Delta t)(\Delta t)^2 / 2 + 8x^{(3)}(g_2)(\Delta t)^3 / 6; \quad (54)$$

$$x_{k+1} = x_{k-2} + 3x^{(1)}((k-2)\Delta t)\Delta t + 9x^{(2)}((k-2)\Delta t)(\Delta t)^2 / 2 + 27x^{(3)}(g_3)(\Delta t)^3 / 6, \quad (55)$$

где

$$g_i \in (x_{k-2}, x_{k-2} + i\Delta t), i = 1, 2, 3. \quad (56)$$

Подставив представления (53) и (54) в правую часть (51), нетрудно получить

$$\tilde{x}_{k+1} = x_{k-2} + 3x^{(1)}((k-2)\Delta t)\Delta t + 9x^{(2)}((k-2)\Delta t)(\Delta t)^2 / 2 - (x^{(3)}(g_1) - 8x^{(3)}(g_2))(\Delta t)^3 / 2. \quad (57)$$

При сравнении с (55) легко видеть, что различия в правых частях определяются третьими производными. Поэтому определение (52) имеет представление

$$r_{k+1} = (\Delta t)^3 | 9x^{(3)}(g_3) + x^{(3)}(g_1) - 8x^{(3)}(g_2) | / 2. \quad (58)$$

Таким образом, при равенстве на рассматриваемом отрезке третьих производных исходной функции нулю прогнозирование будет осуществляться точно. Если третья производная везде равна некоторой константе d , то из соотношения (58) следует представление

$$r_{k+1} = (\Delta t)^3 | d |. \quad (59)$$

Очевидно, что погрешность существенно зависит от шага (частоты) дискретизации, и может служить основанием для его выбора.

Пусть теперь измерения отклоняются от некоторого тренда $x(t)$, так что отсчеты определяются соотношениями

$$\tilde{x}_{k-i} = x_{k-i} + \varepsilon_i, i = 0, 1, 2, \quad (60)$$

где ε_i – независимые центрированные случайные величины с дисперсией (E – символ оператора математического ожидания)

$$\sigma_\varepsilon^2 = E(\varepsilon_i^2) = const. \quad (61)$$

Тогда дисперсия вычисляемого на основе (60) прогноза (51), где неизвестные значения тренда можно считать постоянными, будет определяться соотношением

$$\sigma_{\tilde{x}}^2 = 19\sigma_\varepsilon^2. \quad (62)$$

Иными словами, случайная погрешность прогноза будет пропорциональна величине

$$e = 4,35\sigma_\varepsilon. \quad (63)$$

Это соотношение показывает, что среднеквадратическое отклонение (СКО) случайной погрешности предлагаемого прогноза достаточно существенно превосходит СКО случайных отклонения исходных данных от предполагаемого тренда. Вместе с тем её значение устойчиво зависит от СКО случайных погрешностей регистрации исходных данных.

Еще один пример

Согласно соотношениям (40) и (41) при большем чем два порядке модели прогноза можно получить несколько возможных значений ширины используемой субполосы. Возникает вопрос о способе выбора из них в некотором смысле наиболее приемлемого.

Пусть порядок модели выбран равным

$$p = 4, \quad (64)$$

что является достаточно большим значением.

Тогда согласно (40) и (41) совокупность корней уравнения (38) (учетом (39)) имеет вид

$$V_1 = \pi/3; V_2 = 2\pi/5; V_3 = 2\pi/3; V_4 = 4\pi/5. \quad (65)$$

Отметим, что количество корней совпадает с порядком модели прогнозирования минус единица.

Рассмотрим подробнее прогнозирование при выборе первого из корней. В соответствии с (32) получаем

$$c_1 - V_1 / \pi = 1,45(3)^{1/2} / 2\pi; \quad (66)$$

$$\hat{x}_{k+1} = (2,45x_k - 0,5x_{k-1} - 0,5x_{k-2} - 0,25x_{k-3} + 0,45x_{k-4} - 0,2x_{k-5}) / 1,45. \quad (67)$$

В условиях представления (60) и свойства (61) нетрудно получить соотношение для среднеквадратического отклонения прогноза, обусловленного наличием случайной ошибки измерения

$$e = 1,73\sigma_\varepsilon. \quad (68)$$

Нетрудно видеть, что правая часть здесь гораздо меньше, чем у (63). Этот результат соответствует соотношению (28), которое показывает, что уменьшение (в данном случае в два раза) ширины субполосы должно приводить к уменьшению влияния случайной погрешности типа белого шума.

Если выбрать третий из корней совокупности (65), что совпадает с рассмотренным ранее случаем второго порядка

$$V = 2\pi / 3, \quad (69)$$

то получим

$$c_3 - V_3 / \pi = 0,55(3)^{1/2} / 2\pi; \quad (70)$$

$$\hat{x}_{k+1} = (1,55x_k - 1,5x_{k-1} + 0,5x_{k-2} + 0,25x_{k-3} - 0,45x_{k-4} + 0,2x_{k-5}) / 0,55; \quad (71)$$

$$e = 3,90\sigma_\varepsilon. \quad (72)$$

Легко видеть, что среднеквадратическое отклонение выросло пропорционально ширине субполосы, однако остается меньше, чем в (63).

Этот пример показывает, что при выборе порядка модели прогноза целесообразно провести анализ влияния выбора ширины субполосы. При выборе порядка модели прогнозирования важное значение имеет точность выполнения условия (33) на интервале прогнозирования. Очевидно, что чем меньше порядок, тем обоснованнее считать, что оно выполняется.

Заключение

Прогнозирование временных рядов является одной из важнейших проблем управления различными процессами и объектами на основе адаптации к конкретным условиям. При этом особое значение имеет краткосрочное прогнозирование на основе небольшого количества значений ближайшей предыстории, так как это позволяет реагировать на возможные изменения свойств временных рядов. Представляется важным не использовать априорного постулирования формы зависимости будущего от прошлого. В основе большинства известных методов используется именно такой подход. Одним из исключений служит так называемый метод «гусеница», в котором неявно используется оценивание матрицы ковариаций и проектирование отрезка временного ряда на собственный вектор этой матрицы, который соответствует минимальному собственному числу. Одним из недостатков метода является риск получения очень большой погрешности прогноза при наличии шумов измерений. Кроме того, метод применим, когда минимальное собственное число очень мало.

В рамках данной работы предложен метод прогнозирования на основе субполосных представлений, который устойчив к воздействиям шумов измерений.

Список литературы

- Марпл С.Л.(мл.). 1990. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир,
 Уоткинс Д.С. 2009. Основы матричных вычислений: пер. со второго англ. изд. Уоткинс Д.С.; пер. с англ. Кондрашов В.Е., Королев С.Б. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 664 с.
 Галяндина Н.Э. 2004. Метод «гусеница» – SSA: прогноз временных рядов. С.-Петербургский государственный университет.

- Бокс Дж., Дженкинс Г. 1976. Анализ временных рядов: прогноз и управление М.: Мир. Вып. 1. 1974. 406 с.
- Андерсон, Теодор Вибурн. Статистический анализ временных рядов: пер. с англ. И.Г. Журбенко и В.П. Носко; под ред. Ю.К. Беляева. Москва: Мир, 755 с.
- Кашьяп Р.Л. 1983. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным: пер. с англ. Т. И. Дубенко и др. Москва: Наука, 383 с.
- Сейдж Э., Мелс Дж. 1976. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении: пер. с англ. под ред. проф. Б.Р. Левина. 495 с.
- Кузьмин С.З. 1986. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. М.: Радио и связь, 352 с.
- Коновалов А.А. 2014. Основы траекторной обработки радиолокационной информации. С.-Петербург, изд-во СПб ЭТУ «ЛЭТИ», 179 с.
- Тьюки Д.У. 1981. Анализ результатов наблюдений: разведочный анализ: пер. с англ. А.Ф. Кушнира [и др.] Москва: Мир, 693 с.
- Жиляков Е.Г. 2015. Оптимальные субполосные методы анализа и синтеза сигналов конечной длительности. Автомат. и телемех., №4: 52–66.
- Жиляков Е.Г. 2017. Построение трендов отрезков временных рядов. Автомат. и телемех., № 3: 80–95.

References

- Marpl S.L. (ml.) 1990. Cifrovoy spektral'nyj analiz i ego prilozheniya [Digital spectral analysis and its applications]. M.: Mir.
- David S. 2009. Watkins Fundamentals of Matrix Computations; per. s angl. Kondrashov V. E., Korolev S. B, M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 664 p.
- Galyandina N.E. 2004. Metod «gusenica» – SSA: prognoz vremennyh ryadov [The caterpillar - SSA method: time series prediction]. S.-Peterburgskij gosudarsitvennyj universitet.
- George E.P. 1974. Box, Gwilym M. Jenkins Time Series Analysis: Forecasting and Control - M.: Mir. Vyp. 1 406 p.
- Theodore W. Anderson. 1976. The Statistical Analysis of Time Series: per. s angl. I.G. ZHurbenko i V.P. Nosko; pod red. YU.K. Belyaeva Moskva: Mir, 755 p.
- R.L. Kashyap, A. Ramachandra Rao Dynamic stochastic models from empirical data: per. s angl. T.I. Dubenko i dr. Moskva: Nauka, 1983, 383 p.
- Sage A.P., Melse J.L. 1972. Estimation theory with application to communication and control. N.Y.: McGraw-Hill Book Co., 540 p. (Russ. ed.: Sage, A., Melse, J. Teoriya otsenivaniya i ee primeneniye v svyazi i upravlenii. Moscow: Svyaz', 1976. 495 p.).
- Kuzmin S.Z. 1986. Osnovy proektirovaniya sistem cifrovoy obrabotki radiolokacionnoj informacii [Fundamentals of designing digital radar information processing systems] M.: Radio i svyaz', 352 p.
- Konovalov A.A. 2014. Osnovy traektornoj obrabotki radiolokacionnoj informacii [Fundamentals of trajectory processing of radar information]. S.-Peterburg, izd-vo SPb ETU»LETI» - 179 p.
- John W. Tukey. 1981. Exploratory data analysis: per. s angl. A. F. Kushnira [i dr.] Moskva: Mir, 693 p.
- Zhilyakov E.G. 2015. Optimal'nye subpolosnye metody analiza i sinteza signalov konechnoj dlitel'nosti [Optimal subband methods for analysis and synthesis of finite duration signals]. Avtomat. i telemekh., №4: 52–66
- Zhilyakov E.G. 2017. Postroenie trendov otrezkov vremennyh ryadov [Building trends of time series segments]. Avtomat. i telemekh., № 3, 80–95.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 26.04.2024

Received April 26, 2024

Поступила после рецензирования 03.06.2024

Revised June 03, 2024

Принята к публикации 05.06.2024

Accepted June 05, 2024



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жиляков Евгений Георгиевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Гайворонская Диана Игоревна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Прохоренко Екатерина Ивановна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Балабанова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeniy G. Zhilyakov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Diana I. Gaivoronskay, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Ekaterina I. Prokhorenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Tatiana N. Balabanova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

УДК 004.4

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-413-424

Оптимизация информационных процессов в области маркетинговых исследований с применением технологий искусственного интеллекта

Салтанаева Е.А., Васильева С.В., Эшлиоглу Р.И.

Казанский государственный энергетический университет,
Россия, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
E-mail: elena_maister@mail.ru, sofya_vasileva_01@cloud.com, ralyarose@yandex.ru

Аннотация. Целью работы является проектирование программного обеспечения для оптимизации информационных процессов в области маркетинговых исследований. Авторами определен один из главных ресурсов, который повышает конкурентоспособность организаций, произведен анализ области применения маркетинговых исследований, определена сущность маркетинговых исследований. Одной из ключевых инфокоммуникационных технологий является машинное обучение, которое позволяет выявлять скрытые закономерности и паттерны. Описаны технические средства для реализации программного обеспечения, приведено основание применения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Технология геоаналитики позволяет компаниям понимать местоположение своих клиентов, их предпочтения и поведение в зависимости от места проживания. Спроектировано приложение, написанное на языке программирования Python, с использованием среды PyCharm и JupyterNotebook, описано использование библиотек, например, pandas, csv, streamlit, streamlit_folium.

Ключевые слова: машинное обучение, инфокоммуникационные технологии, анализ данных, маркетинговые исследования, информационные процессы, веб-приложение

Для цитирования: Салтанаева Е.А., Васильева С.В., Эшлиоглу Р.И. 2024. Оптимизация информационных процессов в области маркетинговых исследований с применением технологий искусственного интеллекта. Экономика. Информатика. 51(2): 413–424. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-413-424

Optimization of Information Processes in the Field of Marketing Research Using Artificial Intelligence Technologies

Elena A. Saltanaeva, Sofya V. Vasilyeva, Railya I. Eshelioglu

Kazan State Power Engineering University
51 Krasnoselskaya St., Kazan, Republic of Tatarstan, 420066, Russia
E-mail: elena_maister@mail.ru, sofya_vasileva_01@cloud.com, ralyarose@yandex.ru

Abstract. The purpose of the work is to design software to optimize information processes in the field of marketing research. The authors identified one of the main resources that increases the competitiveness of organizations, analyzed the scope of application of marketing research, and determined the essence of marketing research. One of the key infocommunication technologies is machine learning, which allows you to identify hidden patterns and patterns. The technical means for implementing the software are described, and

the basis for the use of artificial intelligence and machine learning technologies is given. Geanalytics technology allows companies to understand the location of their customers, their preferences and behavior depending on where they live. An application written in the Python programming language using the PyCharm and Jupyter Notebook environment is designed, the use of libraries, for example, pandas, csv, streamlit, streamlit_folium is described.

Keywords: machine learning, infocommunication technologies, data analysis, marketing research, information processes, web application

For citation: Saltanaeva E.A., Vasilyeva S.V., Eshelioglu R.I. Optimization of Information Processes in the Field of Marketing Research Using Artificial Intelligence Technologies. Economics. Information technologies. 51(2): 413–424 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-413-424

Введение

Информация представляет собой один из основных ресурсов эффективного управления. Правильная обработка и анализ информации повышают конкурентоспособность во всех сферах бизнеса [Ахмаров, Натальсон, Темирова, 2023, Сырцов, 2021].

Инфокоммуникационные технологии играют важную роль в маркетинговых исследованиях, обеспечивая исследователям доступ к большому объему данных, аналитическим инструментам и средствам коммуникации с целевой аудиторией [Мустафин, Зарипова, 2023, Хайруллина, 2023].

Разработка технологий извлечения и анализа информации в больших данных актуальна и востребована в маркетинговых исследованиях. Большие данные предоставляют огромное количество информации о потребительском поведении, предпочтениях, трендах и многом другом, что может быть использовано для разработки более эффективных маркетинговых стратегий [Волкова, 2023, Нгуен, Зарипова, Нгуен, 2023].

Также важную роль играют инфокоммуникационные технологии в области аналитики данных. Одной из ключевых технологий в этой области является машинное обучение, которое позволяет анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности и паттерны. Также важными инструментами являются алгоритмы обработки естественного языка, которые позволяют анализировать текстовую информацию, такую как отзывы клиентов, комментарии в социальных сетях и т. д.

Другие технологии, такие как аналитика больших данных, облачные вычисления, интернет вещей и блокчейн также играют важную роль в извлечении и анализе информации в больших данных в маркетинговых исследованиях.

Развитие этих технологий позволяет компаниям более точно понимать свою целевую аудиторию, прогнозировать спрос на продукцию, улучшать качество обслуживания клиентов и принимать более обоснованные решения в области маркетинга.

Одним из основных инструментов, используемых в маркетинговых исследованиях, является интернет. С помощью онлайн-опросов, анализа данных из социальных сетей, веб-аналитики и других онлайн-инструментов исследователи могут получить информацию о предпочтениях и поведении потребителей. Для проведения анализа обычно привлекается целая команда профессионалов, в неё входят аналитики данных, специалисты по SMM, менеджеры по продажам, но большинство компаний на старте не имеют возможности оплачивать услуги целого ряда специалистов [Пьянков, Тимофеева, Кельбах, 2013].

Целью исследования является оптимизация проведения маркетинговых исследований с помощью разработки программного обеспечения (ПО) с использованием технологий искусственного интеллекта [Галимова, 2023]. В работе сделан акцент на нескольких основных сферах развития бизнеса – стоматологические услуги, продовольственные магазины, недвижимость.

Объекты и методы исследования

Основные направления маркетинговых исследований включают краткосрочное и долгосрочное прогнозирование, анализ и оценку рыночного потенциала, анализ сбыта, оценку восприятия новой продукции, использование методов стимулирования сбыта и оценку их эффективности, анализ ценообразования и эффективности мероприятий, оценку ассортимента предлагаемой продукции и многое другое [Рольбина, 2011, Хамитов, Князькина, 2023].

Рынок ПО для маркетинговых исследований на данный момент только зарождается, готовых решений для бизнеса не так много. Геоаналитика также играет важную роль в маркетинговых исследованиях, особенно в контексте больших данных. Эта технология позволяет анализировать данные с учетом географического распределения, что помогает компаниям понимать местоположение своих клиентов, их предпочтения и поведение в зависимости от места проживания.

С использованием геоаналитики компании могут оптимизировать распределение своих товаров и услуг, а также разрабатывать более точные маркетинговые стратегии, учитывая региональные особенности.

Геоаналитика (аналитика VI на географической карте) – бизнес-анализ показателей с учетом геопозиционирования – позволяет решать задачи на всех этапах работы компании, выполнение которых стандартными способами либо невозможно, либо значительно затруднено.

Самыми известными решениями на данный момент являются геоаналитика от Сбербанка и сайт Bestplace.pro.

Сервис «Геоаналитика» от Сбербанка предназначен для оценки потенциала продаж торгового объекта на основании фактического потребительского поведения в зоне охвата исследуемого объекта (локации). Сервис «СберАналитика» позволяет получать аналитические и статистические отчеты, основанные на обезличенных и агрегированных данных, путём скачивания предварительно подготовленных и опубликованных файлов, а также путем визуального анализа отображаемых данных на страницах приложения (инфопанелях) с возможностью управления (фильтрация, сортировка, скрытие/раскрытие частей, группировка) содержимым отчетов [Геоаналитика и геоанализ: визуализация данных на географической карте, Оценка локации для бизнеса в сервисе «Геоаналитика»].

Bestplace.pro предлагает анализ конкретного здания, помещения. Сервис предоставляет отчет о проходимости места, предприятиях, находящихся рядом, отображение строящегося жилья.

Недостатками обоих сервисов являются отсутствие данных о количестве предприятий в шаговой доступности и платная подписка.

С помощью различных Use Cases можно определить основные пользовательские требования [Богданов, Багаутдинова, Хакимуллина, 2015]. Use Cases в ПО для маркетинговых исследований:

- 1) Сценарий поиска информации о недвижимости;
- 2) Сценарий поиска конкурентов/просмотр действующих стоматологий;
- 3) Сценарий оценки цены на недвижимость.

Ниже приведены основные сценарии по поиску информации о недвижимости (см. таблицу).

Основные сценарии Use Case (поиск информации о недвижимости)
Basic Use Case Scenarios (searching for real estate information)

Основные сценарии	Номер	Шаги
Актеры/пользователи	1	Выбрать вкладку “Недвижимость”
	2	Выбрать район города
	3	Выбрать помещение исходя из меток на карте города

Сценарии поиска конкурентов/просмотр действующих стоматологий и оценки цены на недвижимость описываются аналогично.

Современные инфокоммуникационные технологии позволяют спроектировать ПО в таком варианте, чтобы удовлетворить потребности или ожидания пользователя [Кудрявцева, Киселев, 2021, Хатипова, 2023]. Наиболее удобной видится реализация предлагаемого ПО в виде веб-приложения со следующими функциональными требованиями:

- поиск сведений о требуемом объекте в текстовых информационных массивах;
- предоставление пользовательского интерфейса для управления и мониторинга;
- настройка параметров поиска через визуальный интерфейс;
- доступ к картам города;
- получение информации о действующих конкурентах (стоматологии и продуктовые магазины);
- оценка примерной стоимости недвижимости;
- наглядное представление пешей доступности стоматологий и продуктовых магазинов;
- получение информации о доступных новостройках;
- выделение наиболее значимых факторов, идентифицирующих объект, из большого объема полученных данных.

Результаты и их обсуждение

Для парсинга данных используются следующие технологии:

- язык программирования – Python [Груздев, Хейдт, 2019];
- среда разработки – Jupyter Notebook;
- основные библиотеки – pandas, numpy, requests, bs4, csv, geopy [CSV File Reading and Writing].

Для разработки веб-приложения используются следующие технологии:

- язык программирования – Python [Иванова, 2023];
- среда разработки – PyCharm;
- фреймворк для создания веб-приложения – streamlit [Streamlit. A faster way to build and share data apps];
- основные библиотеки – streamlit, streamlit_folium, folium.plugins, pandas [Библиотека folium и пять любопытных приёмов её использования].

Проектирование базы данных датасетов включает в себя определение структуры данных, которая будет использоваться для хранения и обработки информации. Важно учитывать специфику данных, которые будут храниться в базе данных датасетов, и определить соответствующие типы данных для их хранения. Основу для визуализации геопространственных данных составляют датасеты. Предлагается 3 основных датасета – «клиники», «новостройки», «квартиры для оценки стоимости» и маленькие датасеты для продуктовых магазинов.

Сбор данных для датасетов происходит автоматически, используя код программы, написанный, например, в JupyterNotebook (листинг 1).

Листинг 1
Listing 1

Импорт библиотек для парсинга данных
Importing libraries for data parsing

```
import requests # импортируем пакет обеспечивающий работу с HTTP запросами  
from bs4 import BeautifulSoup # импортируем пакет для того чтобы распарсить дерево  
import csv # импортируем пакет для csv(excel) файлов
```

После чего собираются 3 датасета – новостройки, стоматологии, продовольственные магазины. Приведем пример кода парсера датасета «clinics» (стоматологии) (листинг 2).

Изначально указывается путь к данным, т. е. к сайту. Создаются переменные URL (ссылка на сайт) и FILE (наименование файла, куда сохраняется результат в формате csv).

Для датасетов новостроек и продовольственных магазинов меняются лишь наименования столбцов и обработка самих данных.

Основной для сбора датасета является функция parse (), которая приведена в листинге 3.

Листинг 2
Listing 2

Создание переменных URL и FILE Creating URL and FILE Variables

```
URL = 'https://prodoctorov.ru/kazan/top/chastnaya-stomatologiya/'  
FILE = 'clinic_prodoctorov.csv'
```

Листинг 3
Listing 3

Функция parse () Parse() function

```
def parse ():  
    html = get_html (URL)  
    if html.status_code==200:  
        clinic = []  
        pages_count = 7  
        for page in range (1, pages_count + 1):  
            print('\n')  
            print (f'Парсинг страницы {page} из {pages_count} ...')  
            html = get_html(URL, params={'page': page})  
            clinic.extend(get_content(html.text))  
            save_file(clinic,FILE)  
            print ('\n\n' + f'Получено {len(clinic)} клиник')  
    else:  
        print('ERROR')  
parse ()
```

В результате работы программы создаётся csv-таблица clinics. Координаты в таблицу заносятся средствами Google docs, расширение Geocode by Awesome [Использование сервисов Geocode и Carto для создания визуализаций с географической привязкой].

Разработка кода веб-приложения ведётся на PyCharm с помощью фреймворка streamlit. Приложение имеет три основных модуля – Стоматологии.ру, Недвижимость.ру, Продуктовые магазины.ру. Каждый модуль отвечает за соответствующую вкладку. В начале программного модуля импортируются библиотеки, необходимые для работы с картами streamlit.folium и streamlit.plugins.

Заголовок вкладки в основной части модуля Стоматологии.ру можно описать с помощью функции title (). Затем с помощью функции text () разместить текст под заголовком. В переменную df записать прочитанный с помощью функции read_csv () csv файл clinics.csv, вызвать функцию select_map () и с помощью компонента фреймворка streamlit select_box () в зависимости от выбранного района, определить центр наведения на карте (координаты центра района) (листинг 4).

В модуле Продуктовые магазины.ру импортируются те же библиотеки, что и в модуле Стоматологии.ру. Основой для вкладки является функция select_map (). В зависимости от выбора района города и типа карты отображаются метки. В функции используются csv файлы с информацией о магазинах различных сетей. В зависимости от названия сети создаются

переменные `df` {название сети}. На карте могут метки «Только продуктовые магазины» и «Магазины с новостройками», цвет меток меняется с зависимости от сети продуктового магазина. На рис. 1 представлен скриншот примера отображения меток стоматологий на карте, синим контуром отмечен радиус пешей доступности.

Листинг 4
Listing 4

Основная часть модуля Стоматологии.py
The main part of the Dentistry.py module

```
APP_TITLE = 'Маркетинговые исследования'  
st.set_page_config(APP_TITLE)  
st.title('Стоматологии города')  
st.text(  
    "После выбора района города отображаются метки стоматологий."  
    st.text("Красным отмечены стоматологии, рейтинг которых меньше 3, зелёным - больше  
4.")  
    st.text(" Голубым контуром отмечен радиус пешей доступности (идти не больше 10  
минут).")  
    df=pd.read_csv('clinics.csv', delimiter=',')  
    select_map()
```

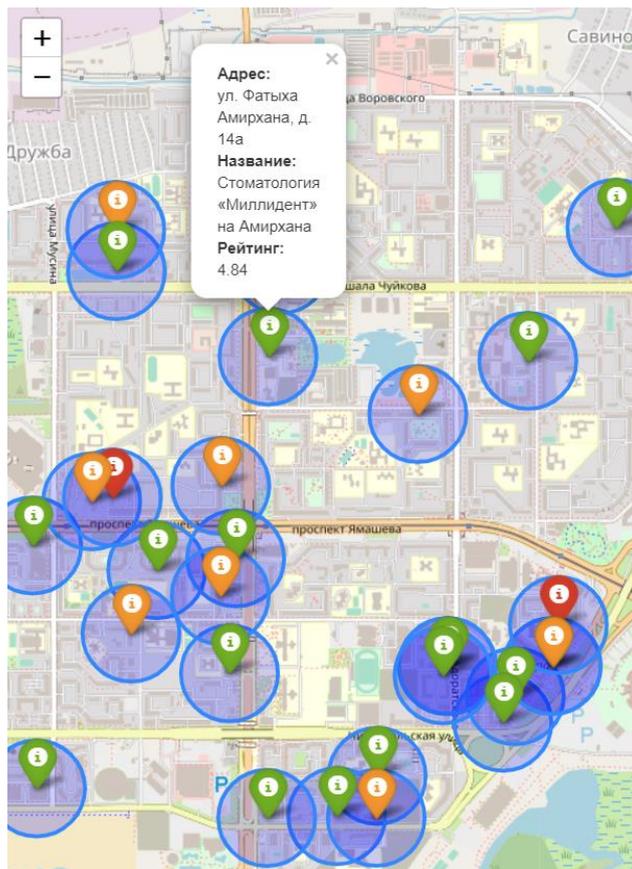


Рис. 1. Метка стоматологии на карте
Fig. 1. Dentistry mark on the map

Для потребителя актуальна также информация о наличии стоматологий в шаговой доступности с новостройками. Для добавления стоматологий в таблицу новостроек можно импортировать модули `geopy`, `pandas` для работы с координатами на карте и `pandas` для работы с датафреймами. Удобно использовать функции `geodesic().km`, которая определяет количество

километров между точками, подсчитывает число клиник, расстояние до которых меньше одного километра.

Применение машинного обучения, которое позволяет анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности и паттерны, актуально в модуле Недвижимость.ру, где предлагается произвести исследование моделей обучения. Здесь возможно предсказание цены на недвижимость. В качестве основного источника данных рекомендуется взять dataset «Недвижимость России 2018–2021» [Russia Real Estate 2018–2021].

В датасете с помощью условий следует произвести отбор той недвижимости, что территориально относится к нужному городу. Например, для города Казани результат в переменной `df_cost` (листинг 5).

Листинг 5
Listing 5

Фильтрация датасета Dataset filtering

```
df_cost=cost_of_flat[(cost_of_flat.region==2922)&(cost_of_flat.geo_lon>48.84)&(cost_of_f  
lat.geo_lon<49.34)&(cost_of_flat.geo_lat>55.6)&(cost_of_flat.geo_lat<55.9)]
```

Затем для анализа данных необходимо провести обработку данных, используя переменные `training_values` (тренировочные данные) и `training_points` (датафрейм с реальными ценами). На их основе создается доверительный интервал, и получаются предсказанные значения цен. Визуально совпадение предсказанных цен и реальных можно оценить через линейную модель (рис. 2), программный код представлен на листинге 6.

Также можно использовать метод случайного леса с функцией `RandomForestRegressor` [Алгоритм классификации Random Forest на Python]. Здесь визуализация реальных и предсказанных цен представлена на рис. 3, код – в листинге 7.

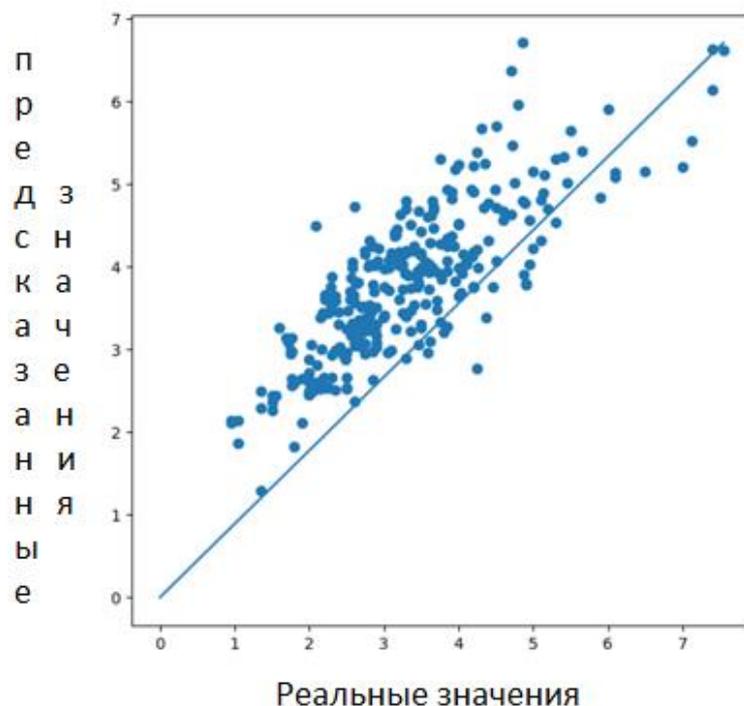


Рис. 2. Линейная модель

Fig. 2. Linear model

Листинг 6
Listing 6

Построение графика с точками настоящей и предсказанной цены
Drawing a graph with points of real and predicted prices

```
plt.figure(figsize=(7, 7))  
plt.scatter(test_values, test_predictions_linear) # рисуем точки, соответствующие парам  
настоящее значение - прогноз  
plt.plot([0, max(test_values)], [0, max(test_predictions_linear)]) # рисуем прямую, на  
которой предсказания и настоящие значения совпадают  
plt.xlabel('Настоящая цена', fontsize=20)  
plt.ylabel('Предсказанная цена', fontsize=20);
```

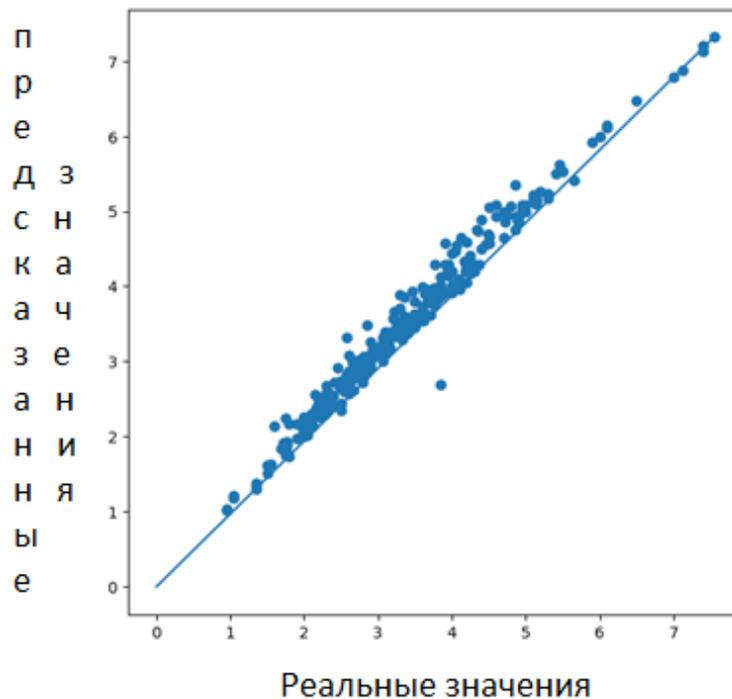


Рис. 3. Метод случайного леса
Fig. 3. Random forest method

Листинг 7
Listing 7

Построение графика с точками настоящей и предсказанной цены
методом случайного леса
Plotting a chart with real and predicted price points random forest method

```
plt.figure(figsize=(7, 7))  
plt.scatter(test_values, test_predictions_random_forest) # рисуем точки, соответствующие  
парам настоящее значение - прогноз  
plt.plot([0, max(test_values)], [0, max(test_predictions_random_forest)]) # рисуем прямую,  
на которой предсказания и настоящие значения совпадают  
plt.xlabel('Настоящая цена', fontsize=20)  
plt.ylabel('Предсказанная цена', fontsize=20);
```

Для математической оценки точности из библиотеки `sklearn.metrics` импортируем `mean_absolute_error`, `mean_squared_error`, `r2_score`. Точность модели составляет 96 % против 46 % у линейной модели. Предпочтение следует отдать методу случайного леса.

Заключение

В заключение следует отметить, что использование веб-приложений, а также привлечение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для их разработки повышает эффективность функционирования предприятий и организаций в любой сфере. Это позволяет проводить эффективные маркетинговые исследования – собирать большие объемы данных, выявлять новые тенденции и предсказывать поведение потребителей. Проведенная аналитика в свою очередь поможет организации принимать более обоснованные решения, улучшить качество продуктов и услуг

Результатом проведенного исследования является спроектированное программное обеспечение для персональных компьютеров, работающих на операционной системе Windows, написанное в среде PyCharm на языке программирования Python с использованием библиотек requests, pandas, numpy, folium, csv, streamlit, geopy.

Определены сущности маркетинговых исследований, проанализированы существующие на рынке решения и выдвинуты пользовательские требования к приложению. Описаны функциональные характеристики программного обеспечения и структура базы данных. Произведён обзор технологий, требуемых для разработки. А также приведены некоторые модули программной реализации веб-приложения. Описаны автоматизированный сбор датасетов для анализа данных, прогнозирование цен на недвижимость.

Предлагаемый проект использует технологии искусственного интеллекта и машинного обучения и поможет оптимизировать информационные процессы в области маркетинговых исследований.

Список литературы

- Алгоритм классификации Random Forest на Python [Электронный ресурс]. URL: <https://pythonru.com/uroki/sklearn-random-forest> (дата обращения 08.11.2023).
- Ахмаров А.В., Натальсон А.В., Темирова А.Б. 2023. Управление изменениями в условиях цифровой трансформации: как компании могут эффективно адаптироваться к новым бизнес-моделям. Экономика и управление: проблемы, решения. Т. 3, № 9 (139), 145–150.
- Библиотека folium и пять любопытных приёмов её использования. [Электронный ресурс]. URL: <https://cartetika.ru/tpost/rza65eg6s1-biblioteka-folium-i-pyat-lyubopitnih-pri> (дата обращения 08.11.2023).
- Богданов А.Н., Багаутдинова Л.А., Хакимуллина А.С. 2015. CASE средства при проектировании систем управления. Казань: КГЭУ, 47 с.
- Волкова С.В. 2023. Интеллектуальное программное обеспечение для проведения маркетинговых исследований. XXVI всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика. Казань, 28–30.
- Галимова С.Р. 2023. Искусственный интеллект: положительные и отрицательные последствия создания и использования. Тинчуринские чтения «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. Казань, 26–29.
- Геоаналитика и геоанализ: визуализация данных на географической карте. [Электронный ресурс]. URL: <https://biconsult.ru/solutions/geoanalitika-i-geoanaliz-vizualizaciya-dannyh-na-geograficheskoy-karte-sistema-biznes> (дата обращения 08.11.2023).
- Груздев А.В., Хейдт М. 2019. Изучаем pandas. М.: ДМК Пресс, 700 с.
- Иванова Д.Д. 2023. WEB-разработка на языке PYTHON. Фреймворки. Тинчуринские чтения «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. Казань, 45–47.
- Использование сервисов Geocode и Carto для создания визуализаций с географической привязкой [Электронный ресурс]. URL: <http://contentium.tilda.ws/page1004490.html> (дата обращения 08.11.2023).
- Кудрявцева А.А., Киселев Н.С. 2021. Проектирование интерфейсов прикладных программных обеспечений. Современная школа России. Вопросы модернизации. № 9-1 (38), 82–83.
- Мустафин Р.Ф., Зарипова Р.С. 2023. Программное обеспечение для сервисного обслуживания клиентов. Научно-технический вестник Поволжья. № 6. С. 323–326.

- Нгуен Тхи Тху, Зарипова Р.С., Нгуен Фук Хау 2023. BIG DATA: применение больших данных на практике. Научно-технический вестник Поволжья. № 9, 120–122.
- Оценка локации для бизнеса в сервисе «Геоаналитика» [Электронный ресурс]. URL: http://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/nbs/geo (дата обращения 08.11.2023).
- Пьянков В.В., Тимофеева О.А., Кельбах Е.И. 2013. Практический маркетинг: учеб. пособие, Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 134 с.
- Рольбина Е.С. 2011. Маркетинговые исследования, сегментация, позиционирование: учебное пособие, Казань: Изд-во КГФЭИ, 244 с.
- Сырцов А.А. 2021. Разработка программного обеспечения для терминала автомойки. Тинчуринские чтения «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы международной молодежной научной конференции, Казань, 96–99.
- Хайруллина Г.И. 2023. Использование информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе. XXVI всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика. Казань, 209–211.
- Хамитов Р.М., Князькина О.В. 2023. Цифровая трансформация городской среды как средство повышения качества жизни. Компетентность. № 5, 26–31.
- Хатилова Л.Ф. 2023. Разработка кроссплатформенного приложения для организации деятельности предприятий малого и среднего бизнеса. Тинчуринские чтения «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. Казань, 148–151.
- CSV File Reading and Writing [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.python.org/3/library/csv.html> (дата обращения 08.11.2023).
- Russia Real Estate 2018–2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/mrdaniilak/russia-real-estate-20182021> (дата обращения 08.11.2023).
- Streamlit. A faster way to build and share data apps [Электронный ресурс]. URL: <https://streamlit.io/> (дата обращения 08.11.2023).

References

- Algoritm klasifikacii Random Forest na Python [Random Forest classification algorithm in Python] [Electronic resource]. URL: <https://pythonru.com/uroki/sklearn-random-forest> (data access: 08.11.2023).
- Ahmarov A.V., Natal'son A.V., Temirova A.B. 2023. Upravlenie izmenenijami v uslovijah cifrovoj transformacii: kak kompanii mogut jeffektivno adaptirovat'sja k novym biznes-modeljam [Managing change in the context of digital transformation: how companies can effectively adapt to new business models]. Jekonomika i upravlenie: problemy, reshenija. T. 3, № 9 (139), 145–150.
- Biblioteka folium i pjat' ljubopytnyh prijomov ejo ispol'zovanija [The folium library and five interesting ways to use it] [Electronic resource]. URL: <https://cartetika.ru/tpost/rza65eg6s1-biblioteka-folium-i-pyat-ljubopitnih-pri> (data access: 08.11.2023).
- Bogdanov A.N., Bagautdinova L.A., Hakimullina A.S. 2015. CASE sredstva pri proektirovanii sistem upravlenija [CASE tools for designing control systems]. Kazan': KGJeU, 47 p.
- Volkova S.V. 2023. Intellektual'noe programmnoe obespechenie dlja provedenija marketingovyh issledovanij [Intelligent software for marketing research]. XXVI vsrossijskij aspirantsko-magisterskij nauchnyj seminar, posvjashhenyj dnju jenergetika. Kazan', 28–30.
- Galimova S.R. 2023. Iskusstvennyj intellekt: polozhitel'nye i otricatel'nye posledstvija sozdanija i ispol'zovanija [Artificial Intelligence: Positive and Negative Consequences of Creation and Use]. Tinchurinskie chtenija "Jenergetika i cifrovaja transformacija". Materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii. Kazan', 26–29.
- Geoanalitika i geoanaliz: vizualizacija dannyh na geograficheskoj karte [Geoanalytics and geoanalysis: visualization of data on a geographic map] [Electronic resource]. URL: <https://biconsult.ru/solutions/geoanalitika-i-geoanaliz-vizualizaciya-dannyh-na-geograficheskoy-karte-sistema-biznes> (data access: 08.11.2023).
- Gruzdev A.V., Hejdt M. 2019. Izuchaem pandas [Learning pandas]. M.: DMK Press, 700 p.

- Ivanova D.D. 2023. WEB-razrabotka na jazyke PYTHON. Frejmvorki [WEB development in PYTHON. Frameworks]. Tinchurinskie chtenija "Jenergetika i cifrovaja transformacija". Materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii. Kazan', 45–47.
- Ispol'zovanie servisov Geocode i Carto dlja sozdaniya vizualizacij s geograficheskoj privjazkoj [Using Geocode and Carto services to create geo-referenced visualizations] [Electronic resource]. URL: <http://contentium.tilda.ws/page1004490.html> (data access: 08.11.2023).
- Kudrjavceva A.A., Kiselev N.S. 2021. Proektirovanie interfejsov prikladnyh programmnyh obespechenij. Sovremennaja shkola Rossii [Design of application software interfaces. Modern school of Russia]. Voprosy modernizacii. № 9-1 (38), 82–83.
- Mustafin R.F., Zaripova R.S. 2023. Programmnoe obespechenie dlja servisnogo obsluzhivaniya klientov [Customer Service Software]. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. № 6. p. 323–326.
- Nguen Thi Thu, Zaripova R.S., Nguen Fuk Hau 2023. BIG DATA: primenenie bol'shih dannyh na praktike [BIG DATA: applying big data in practice]. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. № 9, 120–122.
- Ocenka lokacii dlja biznesa v servise «Geoanalitika» [usiness location assessment using the Geanalytics service] [Electronic resource]. URL: http://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/nbs/geo (data access: 08.11.2023).
- P'jankov V.V., Timofeeva O.A., Kel'bah E.I. 2013. Prakticheskij marketing: ucheb. Posobie [Practical Marketing: A Study Guide], Perm. gos. nac. issled. un-t., 134 p.
- Rol'bina E.S. 2011. Marketingovye issledovanija, segmentacija, pozicionirovanie: uchebnoe posobie [Marketing research, segmentation, positioning: tutorial], Kazan': Izd-vo KGFJeI, 244 p.
- Syrcev A.A. 2021. Razrabotka programmnoho obespechenija dlja terminala avtomojki [Software development for a car wash terminal]. Tinchurinskie chtenija «Jenergetika i cifrovaja transformacija». Materialy mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii, Kazan', 96–99.
- Hajrullina G.I. 2023. Ispol'zovanie informacionno- kommunikacionnyh tehnologij v obrazovatel'nom processe [The use of information and communication technologies in the educational process]. XXVI vserossijskij aspirantsko-magisterskij nauchnyj seminar, posvjashhenyj dnju jenergetika. Kazan', 209–211.
- Hamitov R.M., Knjaz'kina O.V. 2023. Cifrovaja transformacija gorodskoj sredy kak sredstvo povyshenija kachestva zhizni [Digital transformation of the urban environment as a means of improving the quality of life]. Kompetentnost'. № 5, 26–31.
- Hatipova L.F. 2023. Razrabotka krossplatformennogo prilozhenija dlja organizacii dejatel'nosti predpriyatij malogo i srednego biznesa [Development of a cross-platform application for organizing the activities of small and medium-sized businesses]. Tinchurinskie chtenija "Jenergetika i cifrovaja transformacija". Materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii. Kazan', 148–151.
- CSV File Reading and Writing [Electronic resource]. URL: <https://docs.python.org/3/library/csv.html> (data access: 08.11.2023).
- Russia Real Estate 2018-2021 [Electronic resource]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/mrdaniilak/russia-real-estate-20182021> (data access: 08.11.2023).
- Streamlit. A faster way to build and share data apps [Electronic resource]. URL: <https://streamlit.io/> (data access: 08.11.2023).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 23.11.2023

Received November 23, 2023

Поступила после рецензирования 04.03.2024

Revised March 04, 2024

Принята к публикации 05.06.2024

Accepted June 05, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Салтанаева Елена Андреевна, доцент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Elena A. Saltanaeva, Associate Professor, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia



Васильева Софья Владимировна, студент кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Sofya V. Vasilyeva, Student, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Эшлиоглу Раиля Ильдаровна, старший преподаватель кафедры информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Railya I. Eshelioglu, Senior Lecturer, Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

УДК 004.89

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-425-443

Инструментальные средства поддержки процессов создания систем понятий и баз знаний для предметных областей со сложно-структурированными объектами (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений)

Гуляева К.А., Артемьева И.Л.

Дальневосточный федеральный университет,
Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10
E-mail: karinagulyaeva8@gmail.com, artemeva.il@dvfu.ru

Аннотация. Системы понятий предметных областей с холо-меронимическими отношениями и основанные на них базы знаний представляют научный интерес ввиду важности прикладных задач, решаемых с их использованием. Выбор схемы базы знаний, искусный подбор промежуточных понятий – данная трудоемкая работа остается за экспертами предметных областей после закономерного ухода из процесса инженеров знаний. Возникает вопрос, можно ли автоматизировать сам процесс создания меронимической системы понятий и предъявить набор инструментальных средств поддержки данного процесса. В настоящем исследовании предлагается для решения данного вопроса использовать гибридный редактор, работающий в двух режимах (максимальной и минимальной) автоматизации процесса формирования меронимических систем понятий и баз знаний и позволяющий эксперту как затратить минимальное количество усилий, так и максимально настроить процесс. Основными элементами гибридного редактора являются редактор метаграфа сложно-структурированной системы, генератор метапонятий и конструктор функций и предикатов. С помощью редактора метаграфа создается сама сложно-структурированная система, подсистемами которой могут быть системы четырех структурных типов: элементарная система, дескриптивная система, система-подмножество и система-процесс. Генератор метапонятий автоматически формирует множество метапонятий, соответствующих промежуточным понятиям. В свою очередь, эксперт задает схемы определения функций и предикатов с помощью конструкторов: конструктора функций и предикатов метапонятий и конструктора функций и предикатов с произвольным набором аргументов. При разработке баз знаний указанного типа работа эксперта предметной области заметно упрощается – конструктор функций и предикатов метапонятий подставляет часть аргументов автоматически.

Ключевые слова: холо-меронимические отношения, меронимическая система понятий, база знаний, система понятий, промежуточные понятия онтологии, редактор, метаграф, система сложной структуры, процесс, метапонятие, онтология, реакционная способность

Благодарности: результаты, изложенные в данной статье, получены в рамках проекта РФФИ №19-37-90137.

Для цитирования: Гуляева К.А., Артемьева И.Л. 2024. Инструментальные средства поддержки процессов создания систем понятий и баз знаний для предметных областей со сложно-структурированными объектами (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений). Экономика. Информатика. 51(2): 425–443. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-425-443



Toolkits for Concept System and Knowledge Base Creation Processes for Complex-Structured Object Domains (Based on the Chemical Compound Reaction Capacity Identification Problem)

Karina A. Gulyaeva, Irina L. Artemieva

Far Eastern Federal University

10 Ajax Bay, Russky Island, Vladivostok, 690922, Russia

E-mail: karinagulyaeva8@gmail.com, artemeva.il@dvfu.ru

Abstract. Concept systems of application domains with meronym relation and knowledge bases founded on them are of particular research interest due to the importance of applied problems solved using them. The choice of knowledge base scheme and savvy selection of interim concepts – this time-taking work is due to application domain experts to do after knowledge engineers have expectably left the process. The question is whether it is possible to automate the very process of meronym concept system creation and present the developed toolkits to support this process. This research suggests that the hybrid editor be used. This editor works in both regimes of maximum and minimum meronym concept system and knowledge base formation process automation. It allows application domain expert to make minimum effort or to customize the process, whichever he or she prefers. Basic elements of hybrid editor are complex-structured system metagraph editor, metaconcept generator, and function and predicate constructor. Complex-structured system is created with the help of metagraph editor. The subsystems of complex-structured system can be of four structural types: elementary system, descriptive system, system-subset, and system-process. Metaconcept generator automatically forms the set of metaconcepts that match with interim concepts. In turn, application domain expert sets function and predicate signatures with the help of the constructors: function and predicate metaconcept constructor and function and predicate constructor with arbitrary argument list. Expert work during knowledge base development is facilitated because function and predicate metaconcept constructor automatically sets some of the arguments.

Keywords: meronym relation, meronym concept system, knowledge base, concept system, ontology interim concept, editor, metagraph, complex-structured system, process, metaconcept, ontology, reaction capacity

Acknowledgements: The reported study was funded by RFBR, project number 19-37-90137.

For citation: Gulyaeva K.A., Artemieva I.L. 2024. Toolkits for Concept System and Knowledge Base Creation Processes for Complex-Structured Object Domains (Based on the Chemical Compound Reaction Capacity Identification Problem). *Economics. Information technologies.* 51(2): 425–443 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-425-443

Введение

Холо-меронимические отношения (или отношения партитивности) – одна из основ сложности и разнообразия окружающего нас мира. Из-за большого прикладного значения не только профессионалы конкретных предметных областей, но и системные аналитики, логики (в частности, метеорологи), онтологи, разработчики экспертных систем, философы, специалисты в области семантики посвящают свои работы различным аспектам данного отношения [Aitken et al., 2004; Ahmad et al., 2008; Кузьменко, 2015; Morales-González et al., 2015; Колодько, 2016; Искандарова, 2019], причем иерархическое устройство зачастую свойственно не только объектам со сложным внутренним устройством, но и процессам (далее объекты и процессы, находящиеся на различных уровнях иерархии в отношении партитивности, для удобства изложения будем называть единым термином «сложно-структурированные объекты (системы)»).

Одним из важных примеров предметных областей, в которых данное отношение играет существенную роль, является задача определения реакционных способностей химических соединений. Несмотря на то, что исходное разнообразие объектов (электрон, атом, функциональная группа, химическое соединение) и процессов (химическая реакция) предметной области невелико, их конфигурации и комбинации сложны и многочисленны. На

вопросы того, «что», «с чем» и «каким образом» прореагирует, химики ищут ответы, применяя как методы квантовой химии, так и проверенные эмпирические правила (“rule of thumb”). То, насколько прогноз будет соответствовать действительности, зависит от знаний конкретного эксперта. Интенсификация процедур получения новых данных и знаний в данной предметной области делает эти знания всё более сложными для восприятия человеком и требует компьютерной поддержки. Обзор информационных и программных продуктов и проектов, связанных в той или иной степени с задачей определения реакционных способностей химических соединений: базы данных химических соединений и химических реакций ChemSpider [ChemSpider], Merck Index Online [Merck Index Online], Molbase [Molbase], NIST Chemistry Webbook [NIST], PDB [Protein Data Bank], PubChem [PubChem], Reaxys [Reaxys], SciFinder [SciFinder], SPRESI [SPRESI], ZINC [ZINC] и др., позволяющие осуществлять поиск химических соединений по подструктуре, суперструктуре, подобию; пакеты молекулярной динамики BIOVIA Discovery Studio [BIOVIA Discovery Studio], GROMACS [GROMACS], LAMMPS [LAMMPS], NAMD [NAMD], в которых временная эволюция системы взаимодействующих атомов или частиц описывается интегрированием их уравнений движения; пакеты, реализующие методы квантовой химии Gaussian [GAUSSIAN], GPAW [GPAW], в частности, реализующие методы теории функционала плотности; QSAR-дескрипторы хемоинформатики, в частности, топологические (отражающие связность атомов), геометрические (описывающие структуру молекулы как объект химического пространства), электростатические (описывают электростатическое поле молекулы), дескрипторы колец (описывают их количество и расположение кольца как фрагмента в молекуле), дескрипторы на основании матрицы смежности и 3D структур и др. – показал, что в зависимости от типа решаемой ими задачи в них содержится информация различных уровней детализации о внутрисистемных, межсистемных связях и связях сложно-структурированного объекта с внешней средой. Частая несовместимость их входных и выходных форматов, проприетарность лицензий многих продуктов, а также – наиболее важно – высокая степень сращения декларативных и процедурных знаний предметной области препятствует полноценному использованию их функциональных возможностей для организации многоступенчатого логического вывода, имитирующего процесс рассуждения профессионального химика, знания которого приобретаются за десятилетия теоретической и практической работы.

Одним из решений данного вопроса способно стать создание развитой системы понятий предметной области, в терминах которой можно было бы ставить и решать не только упомянутую (масштаб которой обширен), но и прикладные задачи смежных классов. Системы понятий предметных областей с холо-меронимическими отношениями (меронимические системы понятий) и основанные на них базы знаний должны описывать структуру сложно-структурированной системы, критерии вхождения экземпляров подсистем в экземпляр сложно-структурированной системы, свойства самой системы и свойствах самой системы при взаимодействии со средой, свойствах каждой из ее подсистем и свойства каждой из ее подсистем при взаимодействии со средой, свойствах сочетаний каждой из ее подсистем и свойства сочетаний каждой из ее подсистем при взаимодействии со средой и др. Разработка системы понятий в целом способна помочь создавать на их основе монотонно улучшаемые базы знаний. Однако по-прежнему существуют такие сложности, как выбор схемы базы знаний, искусный подбор промежуточных понятий, которые бы позволили эксперту сформировать исчерпывающие наборы основных понятий предметной области, а также наличие проблемы отладки сформированных на основе выбранных систем понятий баз знаний. После закономерного ухода инженеров знаний из процесса формирования систем понятий (в соответствии с современными подходами участие в формировании систем понятий принимают программисты совместно с экспертами [Клещёв, Орлов, 2006; Загорулько, Боровикова, 2007; Грибова et al., 2010; Голенков, Гулякина, 2014; Musen, 2015; Грибова et al., 2016]), данная трудоемкая работа осталась одной из главных обязанностей экспертов. Для того чтобы эксперт затрачивал минимальное количество умственных и физических усилий, требуются технологии, максимально автоматизирующие сам процесс создания системы понятий.

В работе [Гуляева, Артемьева, 2023] предлагается технология автоматизации процесса формирования систем понятий и баз знаний для предметных областей с холо-



меронимическими отношениями, заключающаяся в формировании промежуточных понятий на основании метаграфа системы сложной структуры, процедуры исследования окрестностей вершин метаграфа и введения специального множества метапонятий. *Цель настоящей работы* – предъявить набор разработанных инструментальных средств поддержки указанных процессов для предметных областей со сложно-структурированными объектами (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений) и обсудить ключевые особенности их разработки. Основой данного набора инструментов служит *гибридный редактор*, работающий в двух режимах (максимальной и минимальной) автоматизации процесса формирования систем понятий и баз знаний и позволяющий эксперту (в отличие от редактора [АСРaaS], требующего обязательного участия программиста для генерации участков подсети при автоматизации процесса формирования промежуточных понятий) по своему выбору – как затратить минимальное количество усилий при создании промежуточных понятий и меронимической системы понятий в целом (количество фактически затраченных усилий при взаимодействии эксперта с интерфейсом может быть рассчитано методами GOMS, KLM [John, Kieras, 1996], при этом редактор в режиме работы с максимальной автоматизацией подставляет обязательные аргументы функций и предикатов автоматически при определении экспертом их сигнатуры, что сокращает количество элементов в списке с доступными для выбора аргументами и количество соответствующих элементарных действий эксперта; подробности технологии изложены далее) – так и максимально настроить процесс.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования настоящей работы являются системы понятий предметных областей с холо-меронимическими отношениями (меронимические системы понятий) и основанные на них базы знаний.

В исследовании использовались различные методы научного познания, включающие методы системного анализа и моделирования, инженерии знаний, теории графов, технологии программирования и искусственного интеллекта, которые были направлены на разработку инструментальных средств поддержки процессов создания меронимических систем понятий и баз знаний (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений).

Результаты и их обсуждение

Автоматизация процессов создания меронимических систем понятий и основанных на них баз знаний основана на использовании набора инструментальных средств, именуемых далее *гибридный редактор*, основными элементами которого являются редактор метаграфа сложно-структурированной системы, генератор метапонятий и конструктор функций и предикатов. Каждый инструмент, входящий в гибридный редактор, обсуждается далее отдельно.

Редактор метаграфа сложно-структурированной системы

Сложно-структурированным объектом (системой) будем называть объект (систему) предметной области (с холо-меронимическими отношениями), в котором можно выделить подсистемы следующих типов: *элементарная система*, *дескриптивная система*, *система-подмножество* и *система-процесс*. *Элементарная система* (обозначение – Elementary System (E)) подсистем не имеет и может иметь только один экземпляр. Ее прямая надсистема имеет два числа из множества $\mathbb{N} \cup \{0\}$, ассоциированные с минимальным и максимальным количествами ее единственного экземпляра. Максимальное количество может быть не ограничено (и обозначается элементом *inf*, добавленным в указанное множество: $\mathbb{N} \cup \{0\} \cup \{inf\}$). *Дескриптивная система* (обозначение – Descriptive Element System (D)) не является элементарной, и ее экземпляры имеют элементами экземпляры иных, чем она, подсистем, которые вместе образуют определенную целостность. *Система-подмножество* (обозначение – Descriptive Subset System (S)) не является элементарной, и все ее элементы являются и

элементами ее прямой надсистемы. Система-подмножество может быть отождествлена со своей прямой надсистемой, что означает, что ее экземпляр может рассматриваться и как экземпляр ее прямой надсистемы (например, экземпляры “Бензольное кольцо” или “Циклопентадиен” системы “Функциональная группа”, которая является прямой подсистемой системы “Химическое соединение”, могут рассматриваться и как экземпляры системы “Химическое соединение”). Система-процесс (обозначение – Process (P)) не является элементарной и обозначает совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы [ГОСТ Р ИСО 9000-2001]. Для системы-процесса должен быть задан хотя бы один участник процесса (ее прямая подсистема) с указанием роли и максимальное количество шагов процесса. Для каждого типа системы, кроме элементарной, для каждой из ее подсистем должны быть заданы два числа из множества $\mathbb{N} \cup \{0\}$, ассоциированные с минимальным и максимальным количествами каждой ее подсистемы. Максимальное количество может быть не ограничено (и обозначается элементом inf , добавленным в указанное множество: $\mathbb{N} \cup \{0\} \cup \{inf\}$).

Для представления сложно-структурированного объекта (системы) используется направленный ациклический метаграф (G, μ_G) , который называется *метаграфом* сложно-структурированной системы, где G – направленный ациклический граф, μ_G – разметка графа G . Разметка $\mu_G: Terminal \cup Nonterminal \rightarrow SystemNames$; $\mu_G: R \rightarrow \{\text{Являться прямой надсистемой (подсистемой)}\}$. Далее разметка дуг “Являться прямой надсистемой (подсистемой)” опускается, подразумеваясь существующей. $SystemNames$ включает имена систем четырех описанных структурных типов. Пример метаграфа сложно-структурированной системы “Химическая реакция” приведен на рис.1.

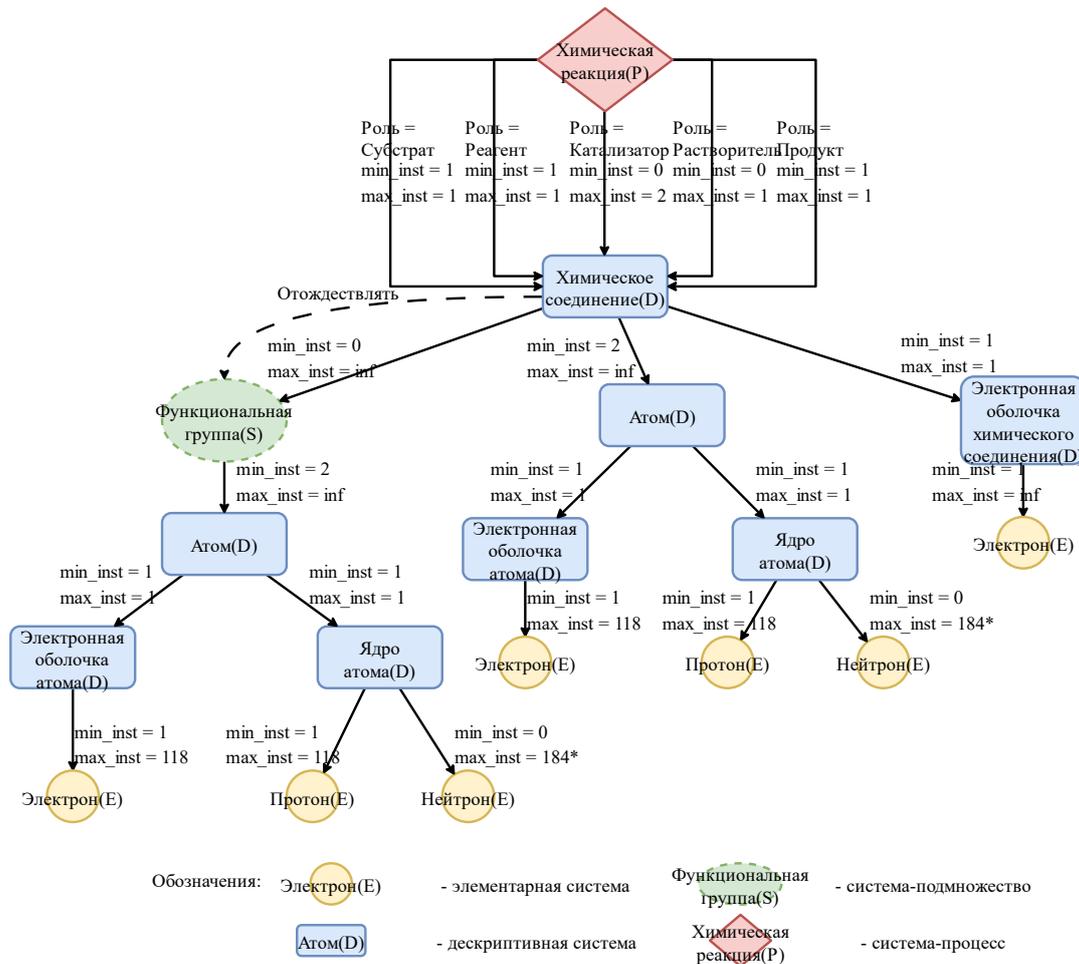


Рис. 1. Пример метаграфа сложно-структурированной системы “Химическая реакция”
 Fig. 1. Complex-structured system “Chemical reaction” metagraph example

Метаграф сложно-структурированной системы является основой меронимической системы понятий. Метаграф формируется “снизу-вверх” (сначала должны быть созданы элементарные системы, а затем они могут быть указаны в качестве прямых подсистем систем какого-либо неэлементарного структурного типа). Высота сложно-структурированной системы определяется автоматически (высота элементарной системы равна 0, а при присоединении прямой подсистемы высота сложно-структурированной системы переопределяется). Система с наибольшей высотой называется *образующей* системой метаграфа. Все недостижимые из образующей системы подсистемы автоматически помечаются в качестве таковых и в дальнейшем в формировании меронимической системы понятий участия не принимают.

Редактор метаграфа сложно-структурированной системы должен позволять ввести название системы, тип системы (SysStructuralType \in {Elementary System (E), Descriptive Element System (D), Descriptive Subset System (S), Process (P)}), а также указать прямые подсистемы системы, не включающие создаваемую систему. По событию выбора типа системы в элементе пользовательского интерфейса “Выпадающий список” должно срабатывать действие создания форм ввода при учёте следующих аспектов. Если создаётся система типа Elementary System (E), то все прямые подсистемы должны быть недоступны для выбора (реализуется, например, с помощью CSS команды “display: none;”). Если создаётся система типа Process (P), то в прямых подсистемах, доступных для выбора, все системы типа Process (P) должны быть скрыты, а максимальное число шагов процесса, напротив, отображено. Если создаётся система, прямая подсистема которой имеет тип Descriptive Subset System (S), то необходимо отобразить checkbox “Отождествить с прямой надсистемой”. Если эксперт активирует данный checkbox, то для пары ([Система], [прямая подсистема типа (S)]) будет автоматически создан предикат внутреннего устройства системы “Являться прямой подсистемой([Система], [прямая подсистема типа (S)])”. Далее программистом может быть добавлен код подпрограммы для вычисления значения данного предиката в базе знаний. На рис. 2 представлена форма для создания экспертом предметной области системы типа Process (P) с помощью редактора метаграфа сложно-структурированной системы. Дополнительно с создаваемой системой может быть ассоциирована подпрограмма проверки дополнительных ограничений, которая будет запускаться на исполнение при создании экземпляров созданной системы.

Рис. 2. Редактор метаграфа сложно-структурированной системы. Пример формы для создания системы типа Process (P)

Fig. 2. Complex-structured system meta-graph editor. Form instance for Process (P) type system creation

После того, как экспертом задана образующая система и все ее достижимые подсистемы определены, можно переходить к шагу генерации метапонятий.

Генератор метапонятий

Метапонятие может рассматриваться как промежуточное понятие системы понятий. Обозначим множество метапонятий *Metaconcepts*. Любое метапонятие из множества *Metaconcepts* характеризуется текстом инициализирующего шаблона, пользовательским названием, множеством систем узла, а также может характеризоваться множеством *сквозных* понятий (будем выделять множество метапонятий без учета сквозных понятий *M* и множество метапонятий с учетом сквозных понятий *MOut*). $Metaconcepts = M \cup MOut$. Будем называть *сквозными* понятиями те понятия, которые необходимы для описания объективной реальности и условий возможности изменения окружающего мира, но не входящие во множество объектов предметной области (например, сквозными понятиями могут быть “давление”, “температура”, “энергия” (или ее различные виды), “моменты наблюдения процесса” и др.). Каждое сквозное понятие характеризуется множеством единиц измерения сквозного понятия. Множество сквозных понятий может быть пусто.

Множество метапонятий меронимической системы понятий может быть автоматически сгенерировано по метаграфу сложно-структурированной системы. Для этого дерево образующей системы обходится одним из алгоритмов обхода деревьев (например, в глубину с постпорядком). При этом окрестность каждой еще не исследованной вершины метаграфа сложно-структурированной системы может быть исследована с помощью процедуры исследования окрестности вершины “ProcedureNodeNeighborhoodExamination”, предложенной в [Гуляева, Артемьева, 2023]. Эксперту предлагается выбрать глубину обхода перед началом процедуры. Процедура исследования вершины запускается для каждой вершины, при этом глубина обхода и фактическая высота системы влияют на типы метапонятий, которые будут сгенерированы для каждой исследованной вершины. При фактической высоте системы больше либо равной двум и выборе экспертом глубины обхода, равной двум (обозн. “Deep”), будут сгенерированы все пять типов метапонятий (рис. 3), равной единице (обозн. “Medium”) – метапонятия типов Individual, Hierarchy Individual, Collective, равной нулю (default) – метапонятия типа Individual (названия типов метапонятий выбраны произвольно, но отражают, по мнению авторов, тип обхода узла метаграфа сложно-структурированной системы).

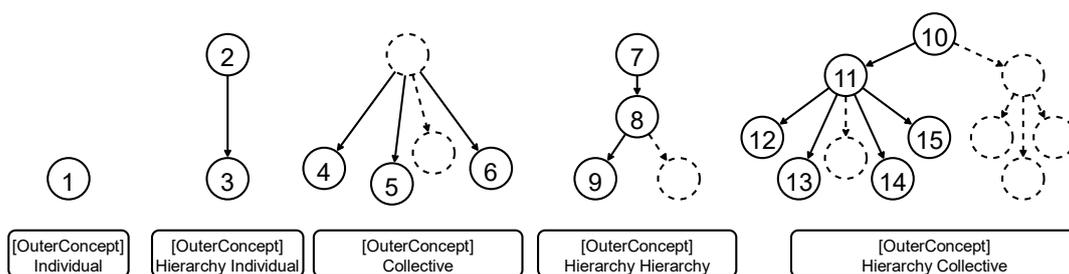


Рис. 3. Типы метапонятий и системы узла
Fig. 3. Metaconcept types and node systems

Каждое метапонятие задает целый набор понятий, схема определения которых соответствует его узлу, определяя, таким образом, набор отношений экземпляров систем узла. Метапонятие определяет онтологическую структуру группы свойств систем узла. Генератор метапонятий обходит дерево сложно-структурированной системы и с каждым созданным метапонятием ассоциирует системы узла (их названия используются также в инициализирующих шаблонах метапонятий), инициализирующий шаблон метапонятия, пользовательское название метапонятия и множество сквозных понятий (если сгенерировано метапонятие из множества *MOut*). Это позволяет эксперту на следующем этапе – в



конструкторе предикатов и функций метапонятий – создавать функции и предикаты, аргументы-системы и аргументы-сквозные понятия которых уже заданы. Эксперту потребуется только выбрать, будет ли в функцию или предикат передаваться множество экземпляров конкретного аргумента-системы или же один экземпляр.

Инициализирующий шаблон метапонятия представляет внутреннюю структуру групп свойств системы, соответствующей вершине метаграфа, исследуемой с помощью процедуры исследования окрестности вершины. Эксперту предлагается переименовать название, предложенное в инициализирующем шаблоне. Так, например, для инициализирующего шаблона “Совместные свойства сочетания следующих систем: Протон, Нейтрон” эксперт может задать пользовательское название “Свойства нуклонов”, а для инициализирующего шаблона “Свойства системы Атом как прямой подсистемы системы Химическое соединение как прямой подсистемы системы Химическая реакция” – пользовательское название “Свойства атомов реакционного центра”. Инициализирующие шаблоны различных типов метапонятий представлены в таблице.

Метапонятия различных типов и их инициализирующие шаблоны
 Metaconcept initialization templates

Тип метапонятия	Пример текста инициализирующего шаблона метапонятия (f-string)
[OuterConcept] Individual	f“Индивидуальные свойства подсистемы {1} [при учете следующих сквозных понятий {OuterConceptSet}]”
[OuterConcept] Hierarchy Individual	f“Свойства системы {3} как прямой подсистемы системы {2} [при учете следующих сквозных понятий {OuterConceptSet}]”
[OuterConcept] Collective	f“Совместные свойства сочетания следующих систем: {4, 5, 6} [при учете следующих сквозных понятий {OuterConceptSet}]”
[OuterConcept] Hierarchy Hierarchy	f“Свойства системы {9} как прямой подсистемы системы {8} как прямой подсистемы системы {7} [при учете следующих сквозных понятий {OuterConceptSet}]”
[OuterConcept] Hierarchy Collective	f“Совместные свойства сочетания следующих систем: {12, 13, 14, 15} – как прямых подсистем системы {11} как прямой подсистемы системы {10} [при учете следующих сквозных понятий {OuterConceptSet}]”

Генератор метапонятий позволяет эксперту создать исчерпывающий набор метапонятий, соответствующих промежуточным понятиям меронимической системы понятий, автоматически. Это дает эксперту возможность систематически исследовать наборы отношений экземпляров систем узла. Для этой цели ему необходимо задать схемы определения функций и предикатов метапонятий с помощью конструктора.

Конструктор функций и предикатов

После запуска генератора метапонятий по метаграфу сложно-структурированной системы будет создан исчерпывающий набор метапонятий, которые будут доступны эксперту для выбора и переименования. Для каждого выбранного метапонятия эксперт может задать набор функций и предикатов посредством конструктора. Конструктор функций и предикатов работает в двух режимах: конструктор функций и предикатов с произвольным набором аргументов (режим минимальной автоматизации) и конструктор функций и предикатов метапонятий (режим максимальной автоматизации).

Конструктор функций и предикатов с произвольным набором аргументов

Эксперт указывает название функции или предиката и задает схему определения аргументов и компонентов возвращаемого значения (для функции). Аргументы и компоненты возвращаемого значения (для функции), доступные эксперту для выбора, включают в себя стандартные типы значений, типы значений, связанные с системами метаграфа, типы

значений, связанные со сквозными понятиями и типы значений, связанные со вспомогательными понятиями базы знаний.

Стандартными значениями можно считать комплексные, действительные, целые значения, имена (скалярные значения) и логические значения. Аргументом может быть либо один экземпляр указанного стандартного значения, либо множество (может быть специфицирован интервал допустимых стандартных значений).

Типы значений, связанные с системами метаграфа, формируются при обходе метаграфа и имеют следующий вид: “[Система]_KB”, “[Система]_KB”, “[Система]_PH”, “[Система]_PH”. “[Система]_KB” означает, что аргументом или компонентой возвращаемого значения может быть единственный экземпляр системы [Система], “[Система]_KB” означает множество экземпляров системы [Система], “[Система]_PH” означает единственный *фантом* экземпляра системы [Система], “[Система]_PH” означает множество *фантомов* экземпляра системы [Система].

Фантомом экземпляра системы называется специальный экземпляр системы, у которого все свойства совпадают со свойствами экземпляра системы, на основании которого фантом порожден, но имеются свои уникальные свойства, из-за которых фантом может быть аргументом или компонентой возвращаемого значения (для функций) определенных функций и предикатов, аргументом или компонентой возвращаемого значения (для функций) которых не может быть экземпляр системы, на основании которого фантом порожден. Фантомы характерны для предметной области определения реакционных способностей химических соединений, но могут использоваться и в других областях со сложно-структурированными объектами. Часть свойств, которые являются неизменными для всех конфигураций определенного химического соединения, целесообразно считать свойствами данного экземпляра системы “Химическое соединение”, а свойства экземпляра системы, которые характерны для конкретной конфигурации экземпляра системы (различные конфигурации химических соединений могут иметь одинаковый состав и матрицу смежности атомов, но различное пространственное расположение данных атомов), необходимо считать свойствами фантома экземпляра системы. Так, у диастереомеров состав атомов и матрица смежности атомов (отражающая структуру соединения) будут совпадать, но взаимодействие с плоскополяризованным светом, биологические активности, некоторые физико-химические свойства могут существенно отличаться в зависимости от пространственной конфигурации. Свойства смесей из химических соединений в разной пространственной конфигурации также имеют особенности. Такие свойства, как температура плавления, теплота плавления и растворимость рацематов (рацемических смесей) в твердом состоянии отличаются от тех же свойств чистых энантиомеров. Так, (+) и (-)-энантиомеры винной кислоты плавятся при 170°C, а рацемическая винная кислота – при 204–206°C [Реутов et al., 2021]. В то же время физико-химические свойства R/S(D/L)-энантиомеров будут совпадать почти полностью в газовой фазе и ахиральной жидкой среде, за исключением знака вращения. Если же хирален реагент, растворитель или катализатор в жидкой среде, то скорости реакций у энантиомеров будут различаться.

Типы значений, связанные со сквозными понятиями, имеют следующий вид: “[Сквозное понятие]”, “[Сквозное понятие]”. “[Сквозное понятие]” означает, что аргументом или компонентой возвращаемого значения (для функций) может быть один экземпляр сквозного понятия, а “[Сквозное понятие]” означает множество экземпляров сквозных понятий. Например, задание экспертом в схеме определения функции аргумента “Момент наблюдения” означает, что при заполнении базы знаний будет проверено, что в данную функцию передан в качестве аргумента единственный момент наблюдения. Напротив, задание экспертом в схеме определения функции аргумента “[Сквозное понятие]” означает, что при заполнении базы знаний будет проверено, что в данную функцию передано в качестве аргумента множество моментов наблюдения. Сквозные понятия могут быть включены в схему определения функций и предикатов, если они заданы для создаваемого проекта в целом.

Типы значений, связанные со вспомогательными понятиями базы знаний, имеют следующий вид: “[Вспомогательное понятие]”, “[Вспомогательное понятие]” (по аналогии со

сквозными понятиями предыдущего абзаца: аргумент предиката “Тип гибридизации” в схеме определения предиката означает, что в базе знаний для данного аргумента предиката, заданного экспертом, должен быть выбран единственный элемент множества $\{sp, sp2, sp3\}$ (если, конечно, именно такие значения были определены для вспомогательного понятия “Тип гибридизации” при его определении), “{ } Тип гибридизации”, напротив, означает, что в базе знаний должно быть задано подмножество множества $\{sp, sp2, sp3\}$). Вспомогательные понятия могут быть локальными или глобальными и должны быть полностью заданы до выбора их в качестве аргумента или компонентов возвращаемого значения в конструкторе функций и предикатов.

На рис. 4 показан конструктор функций с произвольным набором аргументов. Аргументы сконструированной экспертом с помощью данного конструктора функции – экземпляр вспомогательного понятия “Тип гибридизации” и единственный экземпляр системы “Атом”, а возвращаемое значение – действительное число из отрезка $[0, 180]$. После сохранения функция станет доступной в базе знаний.

Проект: Определение реакционных способностей ХимСоед
 Модуль проекта: Свойства химических соединений

Конструктор функций с произвольным набором аргументов

Название функции*
 Угол между гибридными орбиталями

Описание функции
 Значение размера угла между гибридными орбиталями атома

Выбор аргументов функции

Номер аргумента*
 1

Тип значения аргумента*
 Тип гибридизации [module: Свойства химических соединений]

Добавить аргумент

Выбор компонентов возвращаемого значения функции

Номер компоненты возвращаемого значения*
 1

Тип значения компоненты возвращаемого значения*
 [R, R]

Левая граница для номера 1: *
 0

Правая граница для номера 1: *
 180

Добавить компоненту возвращаемого значения **Сохранить**

Рис. 4. Функция “Угол между гибридными орбиталями”, определяемая экспертом в конструкторе функций с произвольным набором аргументов
 Fig. 4. Function “Angle between hybrid orbitals” declared by the expert with the help of function constructor with arbitrary argument list

Конструктор функций и предикатов метапонятий

Данный конструктор отличается от конструктора с произвольным набором аргументов тем, что аргументы, связанные с системами метаграфа, и аргументы, связанные со сквозными понятиями, определяются метапонятием однозначно и являются обязательными аргументами конструируемой функции или предиката. Эксперту только необходимо указать один из четырех вариантов альтернатив, состоящих в том, будет ли аргументом один экземпляр системы узла метапонятия, либо множество экземпляров системы, либо один фантом экземпляра системы, либо множество фантомов экземпляра системы. Сквозные понятия, если они указаны для метапонятия (если метапонятие является элементом множества $MOut$), также

становятся обязательными аргументами в схеме определения функции или предиката метапонятия. Остальные типы аргументов (доступные для выбора в конструкторе с произвольным набором аргументов) являются необязательными и могут быть выбраны экспертом для определенных функций и предикатов. На рис. 5 представлена схема формирования обязательных аргументов функции или предиката метапонятия без учета сквозных понятий (метапонятие является элементом множества M), а на рис. 6 представлена схема формирования необязательных аргументов функции или предиката метапонятия без учета сквозных понятий (метапонятие является элементом множества M).

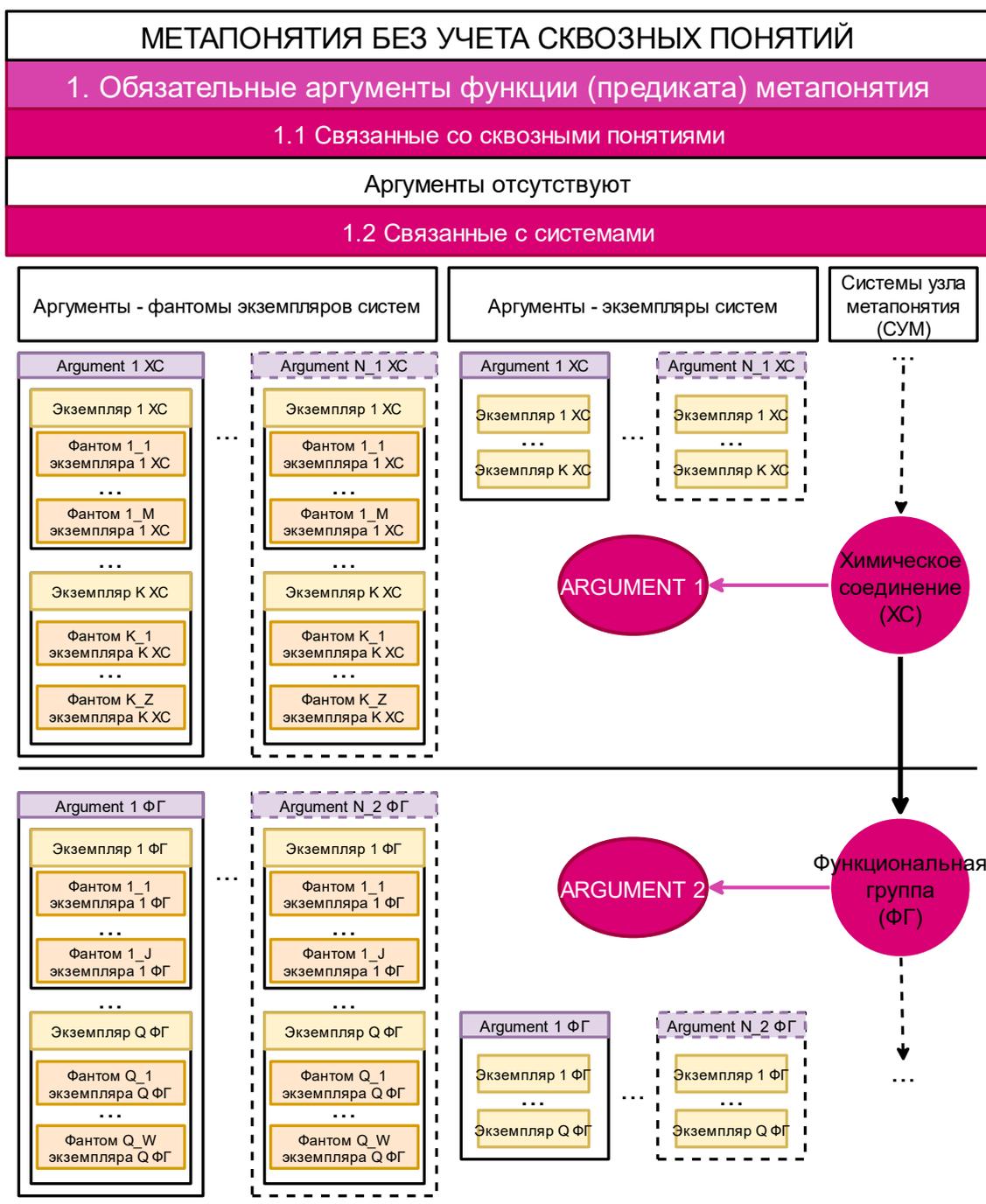


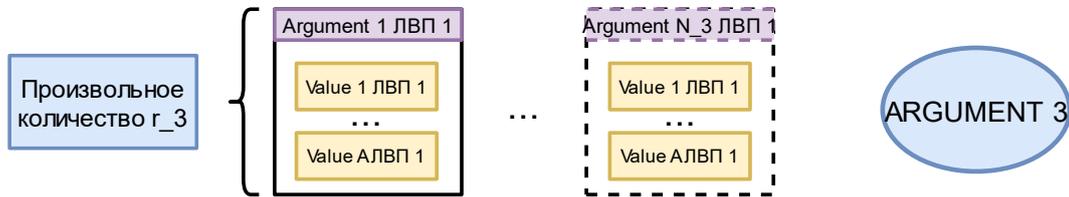
Рис. 5. Схема формирования аргументов функции/предиката метапонятия без учета сквозных понятий (обязательные аргументы)

Fig. 5. Metaconcept function/predicate argument formation scheme without outer concepts (required arguments)

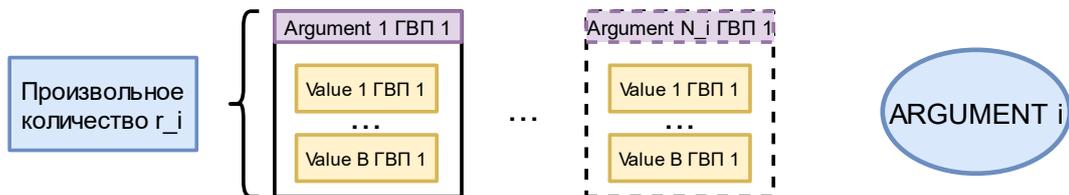
2. Необязательные аргументы функции (предиката) метапонятия

2.1 Связанные с вспомогательными понятиями

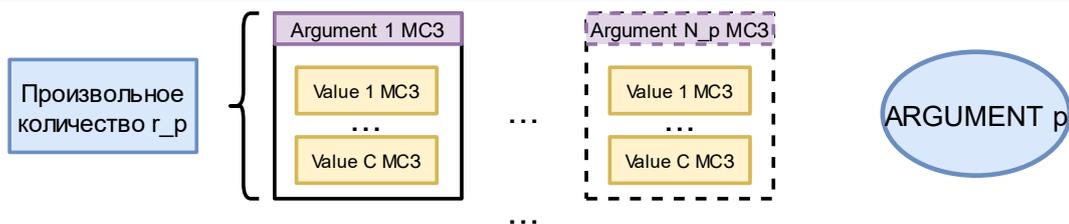
2.1.1 Связанные с локальными вспомогательными понятиями (ЛВП)



2.1.2 Связанные с глобальными вспомогательными понятиями (ГВП)



2.2 Связанные со стандартными значениями. Множества стандартных значений (МСЗ): имён (N), логических значений (L), целых чисел (I), действительных чисел (R), комплексных чисел (C)*



* - язык прикладной логики

Рис. 6. Схема формирования аргументов функции/предиката метапонятия без учета сквозных понятий (необязательные аргументы)

Fig. 6. Metaconcept function/predicate argument formation scheme without outer concepts (optional arguments)

На рис. 7 представлен интерфейс эксперта при задании схемы определения предиката с помощью конструктора предиката метапонятия (с учетом сквозных понятий).

Генератор предикатов внутреннего устройства систем

Для тех систем, для которых экспертом был активирован checkbox “Отождествить с прямой надсистемой”, автоматически создаются предикаты внутреннего устройства систем “Являться подсистемой экземпляра системы([Система], [Прямая подсистема])” и “Являться подсистемой фантома экземпляра системы([Система], [Прямая подсистема])”. Например, в соответствии с метаграфом (см. рис. 1) будут сформированы предикаты внутреннего устройства систем “Являться подсистемой экземпляра системы(Химическое соединение (D), Функциональная группа (S))” и “Являться подсистемой фантома экземпляра системы(Химическое соединение (D), Функциональная группа (S))”.

RAPIDIS | Активные проекты | Сквозные понятия | Единицы измерения | Представления | Стратегии | Решатели | Приветствую, Fedor_Privalov! | Выход

Проект: Определение реакционных способностей ХимСоед
 Модуль проекта: Термодинамические характеристики

Метапонятие: Свойства функциональных групп реакционного центра субстрата при изменении температуры в химических реакциях

Конструктор предиката метапонятия (с учетом сквозных понятий)

Название предиката*

Описание предиката

Тип возвращаемого значения
L

Выбор аргументов предиката
 Обязательные аргументы-системы узла метапонятия:

Номер аргумента*
1

Тип значения аргумента*
{Функциональная группа_КВ}

Номер аргумента*
2

Тип значения аргумента*
Химическое соединение_КВ

Номер аргумента*
3

Тип значения аргумента*
Химическая реакция_КВ

Обязательные аргументы-сквозные понятия узла метапонятия:

Номер аргумента*
4

Температура
 {Температура}

Необязательные аргументы:

Номер аргумента*
5

Тип значения аргумента*
Тип гибридизации [module: Свойства химических соединений]

Добавить аргумент-вспомогательное понятие | Добавить аргумент-стандартное значение | Удалить аргумент | Сохранить

Рис. 7. Интерфейс эксперта при задании схемы определения предиката с помощью конструктора предиката метапонятия (с учётом сквозных понятий)

Fig. 7. System look-and-feel while defining predicate signature with the help of metaconcept predicate constructor (with outer concepts) by the chemist-expert

Программный код функций и предикатов

Если в базе знаний вычислять значения функций и предикатов (включая предикаты внутреннего устройства систем) не требуется, а требуется только указывать значения, то участие программиста в формировании базы знаний не требуется. В базе знаний при выборе определенной функции или предиката по названию, пользователю, заполняющему базу знаний, будут доступны для ввода в поля аргументов только аргументы заданного экспертом (при определении схемы функции или предиката) типа. Аналогично, при выборе пользователем из множества {"Указать", "Вычислить"} элемента "Указать", ему будут доступны для ввода в поля компонентов возвращаемого значения функции только компоненты заданного экспертом типа, что полностью исключает возможность ввода пользователем ошибочных данных в базу знаний (исключение составляют только возможные ошибки эксперта в самих значениях).

Если в базе знаний требуется вычислить значение функции или предиката (включая предикаты внутреннего устройства систем), то пользователем из группы “Программист” предварительно выбираются типы представлений для аргументов (при необходимости) функции или предиката и скачивается шаблон подпрограммы. Для добавления кода подпрограммы, в загруженный с сервера шаблон программист добавляет свой код в функцию `actionFunction` (вместо комментария ““INSERT YOUR CODE HERE””), причем ему необходимо в коде тела функции с названием `actionFunction` изменить на “SUCCESS” переменную `self.finalResultsDict['Results']['res'] = “ERROR”`, которая означает успешную остановку вычисления. На странице добавления подпрограммы программист указывает название и прикрепляет готовый файл с заполненным шаблоном. Происходит валидация файла, проверка его на наличие запрещенных операторов (например, “`exec`”, “`import os`”, и т. п.). Если проверка пройдена, файл будет загружен на сервер в директорию со статическими файлами и далее скопирован в директорию с исполняемыми файлами (содержит файл `__init__.py`). Далее подпрограмма может быть вызвана на исполнение при заполнении базы знаний. При попытке программистом загрузки файла с кодом подпрограммы, содержащей запрещенные операторы, будет выдано сообщение об ошибке.

На рис. 8 приведен пример результата работы подпрограммы экземпляра предиката внутреннего устройства систем “Являться подсистемой экземпляра системы(Химическое соединение (D), Функциональная группа (S))” для экземпляра “Амитриптилин” системы “Химическое соединение (D)” и экземпляра “Бензол” системы “Функциональная группа (S)”. Подпрограмма реализует алгоритм, изначально предложенный J. Ullmann для графов без специальной разметки (не содержала молекулярную информацию) [Ullmann, 1976], но модифицированный для поиска изоморфного вложения подграфа в граф молекулы (молекулы представлены файлами в формате BIOVIA Molfile V2000 [BIOVIA Discovery Studio CTfile formats]). Возвращенное после исполнения подпрограммы представление – рис. 9. Распознавание профессиональным химиком функциональных групп в структуре химического соединения является одним из примеров интеллектуальной деятельности человека-специалиста предметной области, которую интеллектуальная система определения реакционных способностей химических соединений призвана имитировать.

Создание экземпляров предикатов внутреннего устройства систем:

Предикат*

Метод получения значения предиката*

Система*

Подсистема*

Истина

Сохранен экземпляр предиката [Являться подсистемой экземпляра системы(Химическое соединение_KB, Функциональная группа_KB)] с результатом [true]
 Результат предиката успешно вычислен.

Дополнительные представления:

Дополнительное представление номер 1
 Тип представления: BIOVIA Molfile V2000. Ссылка: [Файл](#)

Созданный экземпляр предиката внутреннего устройства систем:

Рис. 8. Результат работы подпрограммы, вычисляющей значение экземпляра предиката внутреннего устройства систем “Являться подсистемой экземпляра системы(Химическое соединение (D), Функциональная группа (S))” для экземпляра “Амитриптилин” системы “Химическое соединение (D)” и экземпляра “Бензол” системы “Функциональная группа (S)”

Fig. 8. The result returned by the subprogram that calculate the value of the system inner predicate instance “To be subsystem of the system instance(Chemical compound (D), Functional group (S))” for “Amitriptyline” instance of the system “Chemical compound (D)” and “Benzene” instance of the system “Functional group (S)”

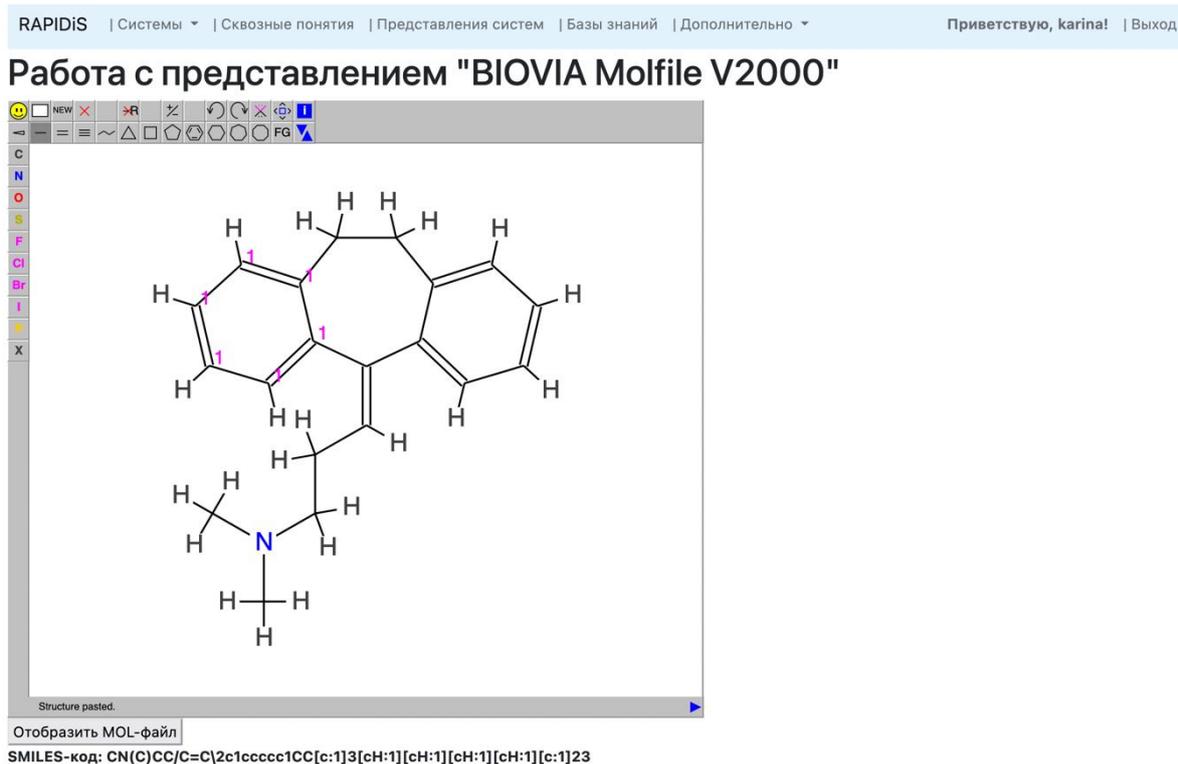


Рис. 9. Дополнительное представление, возвращенное подпрограммой, вычисляющей значение экземпляра предиката внутреннего устройства систем “Являться подсистемой экземпляра системы(Химическое соединение (D), Функциональная группа (S))” при поиске изоморфного вложения бензола в молекулу amitриптилина представления BIOVIA Molfile V2000

Fig. 9. Additional representation returned by the subprogram that calculate the value of the system inner predicate instance “To be subsystem of the system instance(Chemical compound (D), Functional group (S))” during subgraph isomorphism search for benzene in amitriptyline represented by BIOVIA Molfile V2000

Заключение

В настоящей работе предьявлен набор инструментальных средств поддержки процесса формирования меронимических систем понятий и баз знаний для предметных областей со сложно-структурированными объектами (системами). В качестве иллюстративного примера предметной области такого типа выбрана задача определения реакционных способностей химических соединений. Данные системы понятий и основанные на них базы знаний характеризуются тем, что содержат информацию о структуре сложно-структурированной системы (подсистемы которых могут быть элементарного типа, дескриптивного типа, системой-подмножеством и системой-процессом), критериях вхождения экземпляров подсистем в экземпляр сложно-структурированной системы, свойствах самой системы и свойствах самой системы при взаимодействии со средой, свойствах каждой из ее подсистем и свойствах каждой из ее подсистем при взаимодействии со средой, свойствах сочетаний каждой из ее подсистем и свойствах сочетаний каждой из ее подсистем при взаимодействии со средой и т. д.

В связи с закономерным уходом инженеров знаний из процесса формирования систем понятий, выбор схемы базы знаний, искусный подбор промежуточных понятий, которые бы позволили сформировать исчерпывающие наборы основных понятий предметной области, – остались за экспертами предметных областей, что сделало актуальными исследования, позволяющие экспертам снизить количество усилий, затрачиваемых на всех этапах процесса создания систем понятий и баз знаний на их основе.

В работе [Гуляева, Артемьева, 2023] предложена технология автоматизации процесса формирования систем понятий и баз знаний для предметных областей с холомеронимическими отношениями, заключающаяся в формировании промежуточных понятий



на основании метаграфа системы сложной структуры, процедуры исследования окрестностей вершин метаграфа и введения специального множества метапонятий. Настоящая работа предлагает набор разработанных инструментальных средств поддержки указанного процесса для предметных областей со сложно-структурированными объектами (на примере задачи определения реакционных способностей химических соединений).

Основой данного набора инструментов служит гибридный редактор, работающий в двух режимах (максимальной и минимальной) автоматизации процесса формирования систем понятий и баз знаний указанного типа и позволяющий эксперту (в отличие от редакторов орграфовых моделей, требующих обязательного участия программиста для написания кода агентов, шаблонов сообщений для генерации участков подсети при автоматизации процесса формирования промежуточных понятий) по своему выбору – как затратить минимальное количество усилий при создании промежуточных понятий и меронимической системы понятий в целом (редактор в режиме работы с максимальной автоматизацией подставляет обязательные аргументы функций и предикатов автоматически при определении экспертом их сигнатуры, что сокращает количество элементов в списке с доступными для выбора аргументами и суммарное количество соответствующих элементарных действий эксперта) – так и максимально настроить процесс.

Основными элементами гибридного редактора являются редактор метаграфа сложно-структурированной системы, генератор метапонятий и конструктор функций и предикатов.

С помощью редактора метаграфа сложно-структурированной системы экспертом создается сама сложно-структурированная система, подсистемами которой на различных уровнях иерархии могут быть системы четырех описанных структурных типов.

Генератор метапонятий автоматически формирует множество метапонятий, соответствующих промежуточным понятиям меронимической системы понятий. Это дает эксперту возможность систематически исследовать наборы отношений экземпляров систем узла.

Эксперт задает схемы определения функций и предикатов посредством конструктора функций и предикатов с произвольным набором аргументов и конструктора функций и предикатов метапонятий. Последний автоматически подставляет аргументы, соответствующие системам и сквозным понятиям, упрощая работу эксперта предметной области при формировании баз знаний указанного типа.

Набор разработанных инструментальных средств позволяет создавать декларативные и процедурные компоненты интеллектуальной системы определения реакционных способностей химических соединений, имитирующей процесс логического вывода профессионального химика, распознающего функциональные группы и их свойства, обосновывающего свой прогноз относительно реакционной способности отдельного химического соединения на основании развитой базы знаний, накопленной за десятилетия теоретической и практической работы в предметной области.

Набор разработанных инструментальных средств реализован в программе [Программа “RAPIDiS”]. Данные инструменты также могут быть использованы и в других предметных областях со сложно-структурированными объектами (системами).

Список источников

- ГОСТ Р ИСО 9000-2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. ИПК Издательство стандартов. 2001. 68 с.
- Программа для ЭВМ “Программа “RAPIDiS” для создания систем с базами знаний в предметных областях, объекты которых являются системами сложной структуры”. Свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023669863. (Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 21 сентября 2023 г.).

Список литературы

- Голенков В.В., Гулякина Н.А. 2014. Проект открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Часть 1: Принципы создания. Онтология проектирования, 1(11): 42–64.
- Грибова В.В., Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А., Шалфеева Е.А., Федорищев Л.А. 2016. Методы и средства разработки жизнеспособных интеллектуальных сервисов. Вестник ДВО РАН. Владивосток: Изд. «Дальнаука», 4: 133–141.
- Грибова В.В., Клещев А.С., Шалфеева Е.А. 2010. Управление интеллектуальными системами. Известия РАН. Теория и системы управления, 6: 122–137.
- Гуляева К.А., Артемьева И.Л. 2023. Технология автоматизации процесса формирования систем понятий и баз знаний для предметных областей с объектами сложной структуры. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 3(85): 65–81.
- Загорулько Ю.А., Боровикова О.И. 2007. Технология построения онтологий для порталов научных знаний. Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии, 5(2): 42–52.
- Искандарова Г.Р. 2019. Исследование меронимической лексики в современном немецком и английском языке. Известия ВГПУ. Филологические науки, 4: 186–189. <https://doi.org/10.3726/978-3-653-03561-2>
- Клещев А.С., Орлов В.А. 2006. Компьютерные банки знаний. Универсальный подход к решению проблемы редактирования информации. Информационные технологии, 5: 25–31.
- Колодько Д.А. 2016. Меронимические отношения как проявление системности лексики. Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология, 3.2(22): 270–275.
- Кузьменко Н.В. 2015. О меронимических связях в лексической системе языка (на материале наименований частей тела современного английского языка). Вестн. Вят. гос. гуманит. ун-та, 10: 58–64.
- Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. 2021. Органическая химия в 4 ч. Ч. 2. 10-е Изд. М., Лаборатория знаний, 623 с.
- Ahmad M. N., Colomb R. M., Sadiq S. 2008. A Relevant Portion of an Ontology: Defining a System of ED Rules Using a Part-Whole Relationship. 2008 Second Asia International Conference on Modelling & Simulation (AMS), Kuala Lumpur, Malaysia: 46–51. <https://doi.org/10.1109/AMS.2008.28>
- Aitken J.S., Webber V.L., Bard J.B.L. 2004. Part-of relations in anatomy ontologies: a proposal for RDFs and OWL formalisations. Pacific Symposium on Biocomputing, 9:166–177.
- BIOVIA Discovery Studio CTfile formats. Режим доступа: <https://discover.3ds.com/ctfile-documentation-request-form>
- BIOVIA Discovery Studio. Режим доступа: <https://discover.3ds.com/discovery-studio-visualizer-download>
- ChemSpider. Режим доступа: <http://www.chemspider.com>
- GAUSSIAN. Режим доступа: <https://gaussian.com/>
- GPAW. Режим доступа: <https://wiki.fysik.dtu.dk/gpaw/>
- GROMACS. Режим доступа: <https://www.gromacs.org/>
- IACPaaS. Режим доступа: <https://iacpaas.dvo.ru/>
- John В.Е., Kieras D.E. 1996. The GOMS family of user interface analysis techniques: Comparison and contrast. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 3: 320–351.
- LAMMPS. Режим доступа: <https://www.lammps.org/>
- Merck Index Online. Режим доступа: <http://www.rsc.org/Merck-Index/>
- Molbase. Режим доступа: <https://www.molbase.com/>
- Morales-González A., Fernández-Reyes F.C., Keet C.M. 2015. ONTOPARTS: A Tool to Select Part-Whole Relations in OWL Ontologies. In: Simperl, E., et al. The Semantic Web: ESWC 2012 Satellite Events. ESWC 2012. Lecture Notes in Computer Science, vol 7540. Springer, Berlin, Heidelberg: 452–457. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46641-4_44
- Musen M. 2015. The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. AI Matters., 1(4): 4–12.
- NAMD. Режим доступа: <https://www.ks.uiuc.edu/Research/namd/>
- NIST Chemistry Webbook. Режим доступа: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
- Protein Data Bank (PDB). Режим доступа: <http://www wwptdb.org/>
- PubChem. Режим доступа: <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Reaxys. An expert-curated chemistry database. Режим доступа: <https://www.elsevier.com/solutions/reaxys>
- SciFinder. Режим доступа: <http://scifinder.cas.org>
- SPRESI. Режим доступа: <http://www.spresi.com>



Ullmann J.R. 1976. An algorithm for subgraph isomorphism. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 23(1): 31–42. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/321921.321925>
ZINC. Режим доступа: <http://zinc.docking.org>

References

- Golenkov V.V., Guliakina N.A. 2014. Project of Open Semantic Technology of The Componental Design of Intelligent Systems. Part 1: The Principles of Creation. *Ontology of designing*, 1(11): 42–64 (in Russian).
- Gribova V.V., Kleshev A.S., Moskalenko F.M., Timchenko V.A., Shalfeeva E.A., Fedorischev L.A. 2016. Methods and means of designing viable intelligent services. *Vestnik DVO RAN. Vladivostok: Izd. "Dalnauka"*, 4: 133–141 (in Russian).
- Gribova V.V., Kleshev A.S., Shalfeeva Ye.A. 2010. Intelligent system control. *Izvestiya RAN. Teoriya i sistemi upravleniya*, 6: 122–137 (in Russian).
- Gulyaeva K.A., Artemieva I.L. 2023. The technology of automated concept system and knowledge base formation process for application domains with complex-structured objects. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 3(85): 65–81 (in Russian).
- Zagorulko Yu.A., Borovikova O.I. 2007. Ontology design technology for scientific portals. *Vestnik NGU. Seriya: Informatsionnie tekhnologii*, 5(2): 42–52 (in Russian).
- Iskandarova G.R. 2019. Study of meronymic vocabulary in modern German and English. *Izvestiya VGPU. Filologicheskie nauki*, 4: 186–189 (in Russian). <https://doi.org/10.3726/978-3-653-03561-2>
- Kleshev A.S., Orlov V.A. 2006. Computer knowledge banks. Universal approach to information editing problem. *Informatsionnie tekhnologii*, 5: 25–31 (in Russian).
- Kolodko D.A. 2016. Meronymic relations as a manifestation of the systematic nature of vocabulary. *Vestnik Samarskogo universiteta. Istorija, pedagogika, filologija*, 3.2(22): 270–275 (in Russian).
- Kuzmenko N.V. 2015. On meronymic connections in the lexical system of the language (based on the body part names of the modern English language). *Vestnik Vyat. Gos. Gumanitarnogo Universiteta*, 10: 58–64 (in Russian).
- Reutov O.A., Kurtz A.L., Butin K.P. 2021. Organic chemistry in 4 vol. Vol.2. 10-ed. M., Laboratoriya znanii, 623 p (in Russian).
- Ahmad M. N., Colomb R. M., Sadiq S. 2008. A Relevant Portion of an Ontology: Defining a System of ED Rules Using a Part-Whole Relationship. 2008 Second Asia International Conference on Modelling & Simulation (AMS), Kuala Lumpur, Malaysia: 46–51. <https://doi.org/10.1109/AMS.2008.28>
- Aitken J.S., Webber B.L., Bard J.B.L. 2004. Part-of relations in anatomy ontologies: a proposal for RDFs and OWL formalisations. *Pacific Symposium on Biocomputing*, 9:166–177.
- BIOVIA Discovery Studio CTfile formats. Access mode: <https://discover.3ds.com/ctfile-documentation-request-form>
- BIOVIA Discovery Studio. Access mode: <https://discover.3ds.com/discovery-studio-visualizer-download>
- ChemSpider. Access mode: <http://www.chemspider.com>
- GAUSSIAN. Access mode: <https://gaussian.com/>
- GPAW. Access mode: <https://wiki.fysik.dtu.dk/gpaw/>
- GROMACS. Access mode: <https://www.gromacs.org/>
- IACPaaS. Access mode: <https://iacpaas.dvo.ru/>
- John B.E., Kieras D.E. 1996. The GOMS family of user interface analysis techniques: Comparison and contrast. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 3: 320–351.
- LAMMPS. Access mode: <https://www.lammps.org/>
- Merck Index Online. Access mode: <http://www.rsc.org/Merck-Index/>
- Molbase. Access mode: <https://www.molbase.com/>
- Morales-González A., Fernández-Reyes F.C., Keet C.M. 2015. ONTOPARTS: A Tool to Select Part-Whole Relations in OWL Ontologies. In: Simperl, E., et al. *The Semantic Web: ESWC 2012 Satellite Events. ESWC 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7540. Springer, Berlin, Heidelberg: 452–457. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46641-4_44
- Musen M. 2015. The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. *AI Matters.*, 1(4): 4–12.
- NAMD. Access mode: <https://www.ks.uiuc.edu/Research/namd/>
- NIST Chemistry Webbook. Access mode: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
- Protein Data Bank (PDB). Access mode: <http://www.wwpdb.org/>
- PubChem. Access mode: <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>



Reaxys. An expert-curated chemistry database. Access mode: <https://www.elsevier.com/solutions/reaxys>
SciFinder. Access mode: <http://scifinder.cas.org>
SPRESI. Access mode: <http://www.spresi.com>
Ullmann J.R. 1976. An algorithm for subgraph isomorphism. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 23(1): 31–42. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/321921.321925>
ZINC. Access mode: <http://zinc.docking.org>

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 18.09.2023

Received September 18, 2023

Поступила после рецензирования 03.03.2024

Revised March 03, 2024

Принята к публикации 05.06.2024

Accepted June 05, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Гуляева Карина Александровна, старший преподаватель Департамента программной инженерии и искусственного интеллекта Института математики и компьютерных технологий, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Karina A. Gulyaeva, Senior Tutor of the Department of Software Engineering and Artificial Intelligence, Institute of Mathematics and Computer Technologies, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Артемьева Ирина Леонидовна, доктор технических наук, профессор Департамента программной инженерии и искусственного интеллекта Института математики и компьютерных технологий, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Irina L. Artemieva, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Software Engineering and Artificial Intelligence, Institute of Mathematics and Computer Technologies, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia



УДК 005;303.732

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-444-452

Алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации

Гуль С.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Аннотация. В работе рассматривается оригинальный способ преодоления недостатков современных классификаций, главным из которых является тот факт, что при построении классификации не применяется системный подход и системный анализ. Описана процедура построения трёхмерных классификаций, позволяющая учесть системные характеристики любой предметной области, а также системные отношения поддержания функциональной способности целого между классами в родовидовой классификации. Предлагаемая процедура, основанная на системно-объектном подходе «Узел-Функция-Объект», позволяет практически использовать идеи многомерного и естественного классифицирования и строить классификации в трёх плоскостях по видам функционального запроса (внешней детерминанты) к системе, по видам процессов становления, функционирования системы (внутренней детерминанты) и по видам получаемых результатов (субстанции). Описан вариант формализации модели трёхмерной классификации средствами дескрипционной логики *SHOIQ*. На основе описанной процедуры разработан и представлен алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации. Намечены пути дальнейшего исследования и формулирования технического задания на разработку программного инструментария, реализующего представленный алгоритм.

Ключевые слова: системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект», системные характеристики, отношение поддержания функциональной способности целого, трёхмерная классификация, алгоритм

Для цитирования: Гуль С.В. 2024. Алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации. Экономика. Информатика. 51(2): 444–452. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-444-452

Algorithm for Constructing System-Object Three-Dimensional Classification

Svetlana V. Gul

Belgorod State National Research University
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Abstract. The work discusses an original way to overcome the shortcomings of modern classifications, the main one of which is the fact that a systematic approach and system analysis are not used when constructing the classification. The procedure for constructing three-dimensional classifications is described, which makes it possible to take into account the systemic characteristics of any subject area, as well as the systemic relationships of maintaining the functional ability of the whole between classes in the generic classification. The proposed procedure, based on the system-object approach “Node-Function-Object”, makes it possible to practically use the ideas of multidimensional and natural classification and to build classifications in three planes according to the types of functional request (external determinant) to the system, according to the types of processes of formation and functioning of the system (internal determinant) and by the types of results obtained (substance). A variant of formalizing a three-dimensional classification model using the descriptive logic *SHOIQ* is described. Based on the described procedure, an algorithm for constructing a system-object three-dimensional classification has been developed and presented. The ways for further research and formulation of technical specifications for the development of software tools that implement the presented algorithm are outlined.

Keywords: system-object approach “Node-Function-Object”, system characteristics, relationship of maintaining the functional ability of the whole, three-dimensional classification, algorithm

For citation: Gul S.V. 2024. Algorithm for Constructing System-Object Three-Dimensional Classification. Economics. Information technologies, 51(2): 444–452 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-444-452

Введение

Во многих научных дисциплинах и нормативных государственных документах знания представляются в виде классификаций. Очевидно, это обусловлено тем, что понятия (понятийные знания), в которых отражаются классы объектов, хранятся в памяти человека в виде иерархических классификационных структур, что давно обосновано средствами психолингвистики [Хофман, 1986]. Следовательно, представление знаний в компьютере в виде иерархической родовидовой классификации в большей степени соответствует человеческому мировосприятию, чем представление знаний другими способами. При этом, например, в области онтологического моделирования автор работы [Волкова, 2013] однозначно считает, что создание системы классификации понятий является приоритетной задачей при построении онтологий для слабо формализуемых предметных областей.

Однако, в настоящее время, процедура классифицирования и классификации, как ее результат, обладают рядом недостатков, представленных, например, в работах [Маторин, Гуль, 2023]. Обосновано, что основным недостатком является тот факт, что при построении классификации не применяется системный подход и системный анализ. При этом указания на необходимость их применения периодически встречаются. Например, в работе [Полищук, Хон, 1989, с. 65] утверждается, что основная задача классифицирования – «отражение и выражение логическими средствами отношений между классами, т. е. родовидовых отношений, существующих в естественных системах и отображенных в естественном языке». А также подчеркивается, что качественное и эффективное решение задачи классифицирования «предполагает сложный системный анализ, заставляет искать содержательные признаки, привлекая тем самым исследователей к новым свойствам и закономерностям классифицируемых объектов, которые на эмпирическом уровне не казались явными (или не были видны)» [Бреховских, 1989, с. 39].

Для преодоления этих недостатков автором предложен способ построения трёхмерной классификации понятий о любой предметной области (ПрО), рассматриваемой как система-класс в рамках системно-объектного подхода [Маторин, Гуль, 2023]. Практическое использование данного способа требует алгоритмического и программного обеспечения его шагов. В данной статье рассматривается алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации (СОЗК – СОтриКА!).

Процедура построения системно-объектной трёхмерной классификации

В рамках системно-объектного подхода система описывается как элемент «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемент), где в соответствии с работой [Теория систем ..., 2021]:

Узел – моделирует систему как структурный элемент надсистемы в виде перекрёстка входящих и выходящих потоков (связей) материальных или информационных.

Функция/Процесс – моделирует систему как процесс преобразования системой в заданном узле входного потока в выходной, т. е. представляет систему с определенными структурными и функциональными характеристиками.

Объект – моделирует систему как объект, выполняющий заданную функцию в заданном узле, т. е. представляет систему с определенными структурными, функциональными и субстанциальными характеристиками.

Названные системные характеристики могут быть проинтерпретированы для различных ПрО, например, как показано в работах [Маторин, Гуль, 2023].

В работах [Маторин, Гуль, 2023] без привязки к конкретным предметным областям представлена структура трёхмерной классификации (см. рисунок 1), где **A**, **B** и **C** – плоскости классифицирования, в каждой из которых размещена одна иерархическая классификация с одной вершиной: (**A** – соответствует **Узлу**) по видам структурных характеристик (внешней детерминанты или функционального запроса, назначения); (**B** – соответствует **Функции**) по видам функциональных характеристик (процессов функционирования) и (**C** – соответствует **Объекту**) по видам субстанциальных/объектных характеристик. Они, естественно, могут различаться по своей структуре. Как мы видим, граф классификации свойств объектов изоморфен графу классификации объектов.

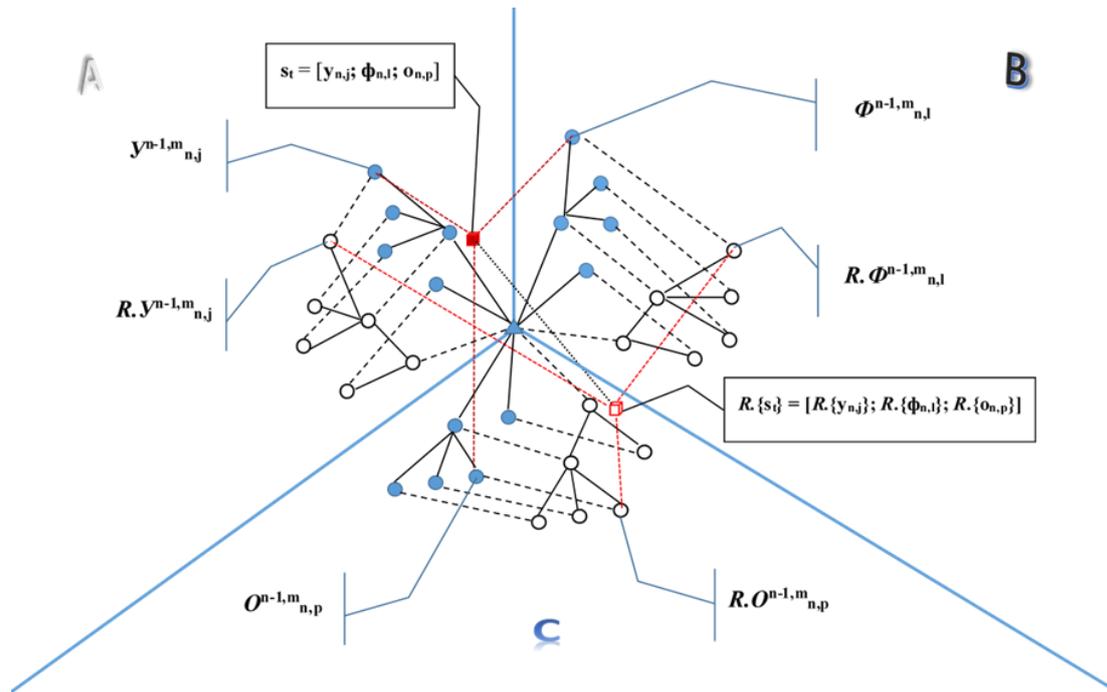


Рис. 1. Модель СОЗК
 Fig. 1. SO3dC model

Затемнённый треугольник в центре пересечения осей – общий для трёх классификаций самый абстрактный класс в моделируемой предметной области, не имеющий родового понятия (надкласса). Затемнённые кружки – классы объектов предметной области (системы-классы), представляющие собой подклассы разного уровня иерархии самого абстрактного класса. Не затемнённые кружки – классы свойств этих объектов (свойства-классы), представляющие собой подклассы свойств самого абстрактного класса.

Для формального описания трёхмерной классификации введены обозначения в терминах дескрипционной логики (ДЛ) *SHOIQ* [Schmidt-Schauss, Smolka, 1991] по аналогии с работой [Маторин, Михелев, 2020].

Классы (концептуальные системы) объектов/характеристик на плоскости **A** обозначим $U^{i,k}_{i+1,j}$ (это значит, что система-класс $U^{i,k}_{i+1,j}$, находящаяся на $i+1$ -м уровне иерархии и j -я по номеру, является видом/подсистемой системы-класса $U^{i-1,m}_{i,k}$, находящейся на i -м уровне иерархии и k -й по номеру); классы свойств этих объектов/характеристик – $R.U^{i,k}_{i+1,j}$. Классы объектов на плоскости **B** обозначим $\Phi^{i,k}_{i+1,j}$; классы их свойств – $R.\Phi^{i,k}_{i+1,j}$. Классы объектов на плоскости **C** обозначим $O^{i,k}_{i+1,j}$; классы их свойств – $R.O^{i,k}_{i+1,j}$. Здесь k, j и m – порядковые номера классов на i -м, $i+1$ -м и $i-1$ -м уровнях иерархии соответственно. Общий для трёх классификаций самый абстрактный класс объектов обозначим $U\Phi O_{0,1}$, а его свойства $R.U_{0,1}$, $R.\Phi_{0,1}$ и $R.O_{0,1}$ как самые абстрактные классы свойств.

Используя приведённую на рисунке 1 модель трёхмерной классификации и введённые выше обозначения, можно описать процедуру построения СОЗК в виде следующих шагов.

1. Проведение системно-объектного классификационного анализа (СОКА) ПрО, этапы которого представлены в работе [Маторин, Гуль, 2023, 11] с целью подготовки исходного терминологического и понятийного материала для построения системно-объектной трёхмерной классификации (СОЗК) заданной предметной области (ПрО).

2. Выбор наиболее общего понятия/класса заданной ПрО ($УФ\mathcal{O}_{0,1}$).

3. Формулирование родовидового определения наиболее общего понятия/класса ПрО для плоскости **A** (в терминах ДЛ, в соответствии с работой [Маторин, 2021]: $УФ\mathcal{O}_{0,1} = УФ\mathcal{O}_0 \cap \exists R.Y_{0,1}$). При этом видовое отличие $R.Y_{0,1}$ должно отражать структурные свойства наиболее общего понятия/класса ПрО в понятии/классе более высокого яруса иерархии, т. е. функциональный запрос к данной ПрО от надсистемы-класса (внешнюю детерминанту ПрО как системы-класса). Эти свойства могут быть проинтерпретированы как причина, потребность, назначение, требования, мотив, и т. п.

4. Формулирование родовидового определения наиболее общего понятия/класса ПрО для плоскости **B** ($УФ\mathcal{O}_{0,1} = УФ\mathcal{O}_{0,1} \cap \exists R.\Phi_{0,1}$). При этом видовое отличие $R.\Phi_{0,1}$ должно отражать функциональные свойства наиболее общего понятия/класса ПрО (внутреннюю детерминанту), задаваемые функциональным запросом к данной ПрО от надсистемы-класса (внешней детерминантой). Этот запрос может быть проинтерпретирован как условия, становление, формирование, возможность, функционирование, проектирование, и т. п.

5. Формулирование родовидового определения наиболее общего понятия/класса ПрО для плоскости **C** ($УФ\mathcal{O}_{0,1} = УФ\mathcal{O}_{0,1} \cap \exists R.O_{0,1}$). При этом видовое отличие $R.O_{0,1}$ должно отражать субстанциальные свойства наиболее общего понятия/класса ПрО, определяемые внутренней детерминантой ПрО как системы-класса, т. е. функционированием данной ПрО. Этот запрос может быть проинтерпретирован как результат, следствие, деятельность, субстанция, реализация, и т. п.

6. Деление на подклассы наиболее общего класса ПрО ($УФ\mathcal{O}_{0,1}$) в зависимости от деления на подклассы класса свойств, отраженных в видовом отличии определения данной ПрО для трёх плоскостей (трёх видов свойств структурных ($R.Y_{0,1}$), функциональных ($R.\Phi_{0,1}$) и субстанциальных ($R.O_{0,1}$)).

6.1. Выбор в исходном терминологическом и понятийном материале подклассов $R.Y^{0,1}_{1,j} \subset R.Y_{0,1}$; $R.\Phi^{0,1}_{1,j} \subset R.\Phi_{0,1}$; $R.O^{0,1}_{1,j} \subset R.O_{0,1}$. Данные подклассы должны находиться со своими классами в отношении поддержания функциональной способности целого.

6.2. Если таковых подклассов нет, то возвращаемся к подготовке исходного терминологического и понятийного материала на п. 1. Если есть, то выбираем в исходном материале подклассы $Y^{0,1}_{1,j} = УФ\mathcal{O}_{0,1} \cap \exists R.Y^{0,1}_{1,j}$; $\Phi^{0,1}_{1,j} = УФ\mathcal{O}_{0,1} \cap \exists R.\Phi^{0,1}_{1,j}$; $O^{0,1}_{1,j} = УФ\mathcal{O}_{0,1} \cap \exists R.O^{0,1}_{1,j}$. Если их нет, то снова возвращаемся к подготовке исходного терминологического и понятийного материала на п. 1.

7. Деление полученных подклассов на более конкретные подклассы в зависимости от деления подклассов свойств по аналогии с алгоритмом, представленным в работе [Маторин, Михелев, 2021] в трёх плоскостях классифицирования.

7.1. Выбор в исходном терминологическом и понятийном материале подклассов $R.Y^{1,j}_{2,j} \subset R.Y^{0,1}_{1,j}$; $R.\Phi^{1,j}_{2,j} \subset R.\Phi^{0,1}_{1,j}$; $R.O^{1,j}_{2,j} \subset R.O^{0,1}_{1,j}$. В общем случае $R.Y^{1,j}_{i+1,j} \subset R.Y^{1-1,j}_{i,j}$; $R.\Phi^{1,j}_{i+1,j} \subset R.\Phi^{i-1,j}_{i,j}$; $R.O^{1,j}_{i+1,j} \subset R.O^{i-1,j}_{i,j}$. Данные подклассы должны находиться со своими классами в отношении поддержания функциональной способности целого.

7.2. Если таковых подклассов нет, то возвращаемся к подготовке исходного терминологического и понятийного материала на п. 1. Если есть, то выбираем в исходном материале подклассы $Y^{1,j}_{2,j} = Y^{0,1}_{1,j} \cap \exists R.Y^{1,j}_{2,j}$; $\Phi^{1,j}_{2,j} = \Phi^{0,1}_{1,j} \cap \exists R.\Phi^{1,j}_{2,j}$; $O^{1,j}_{2,j} = O^{0,1}_{1,j} \cap \exists R.O^{1,j}_{2,j}$. В общем случае $Y^{1,j}_{i+1,j} = Y^{1-1,j}_{i,j} \cap \exists R.Y^{1,j}_{i+1,j}$; $\Phi^{1,j}_{i+1,j} = \Phi^{i-1,j}_{i,j} \cap \exists R.\Phi^{1,j}_{i+1,j}$; $O^{1,j}_{i+1,j} = O^{i-1,j}_{i,j} \cap \exists R.O^{1,j}_{i+1,j}$. Если их нет, то снова возвращаемся к подготовке исходного терминологического и понятийного материала на п. 1.

8. Принятие решения о прекращении классифицирования в данной плоскости. Если «да», то п. 9, если «нет», то п. 7.

9. Оценка достаточности полученной классификации для решения задачи представления знаний о заданной ПрО. Если информации недостаточно, то п. 6, если достаточно, то завершение процедуры.

Алгоритм построения системно-объектной трёхмерной классификации

Используя приведенные выше шаги, обеспечивающие построение СОЗК, можно разработать алгоритм этой процедуры, вариант которого представлен ниже на рисунках 2–4

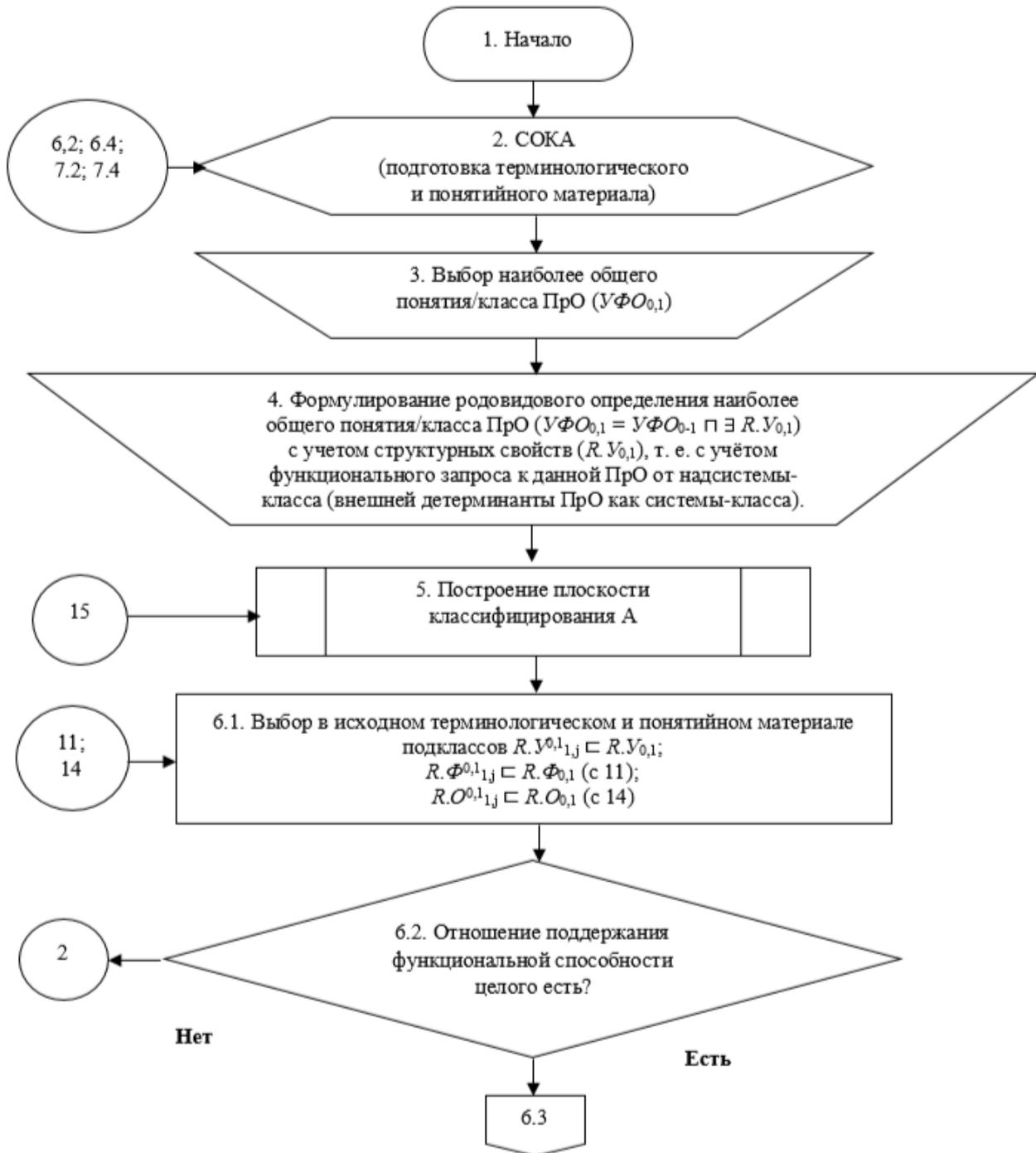


Рис. 2. Алгоритм построения трёхмерной классификации (начало)
 Fig. 2. Algorithm for constructing a three-dimensional classification (beginning)

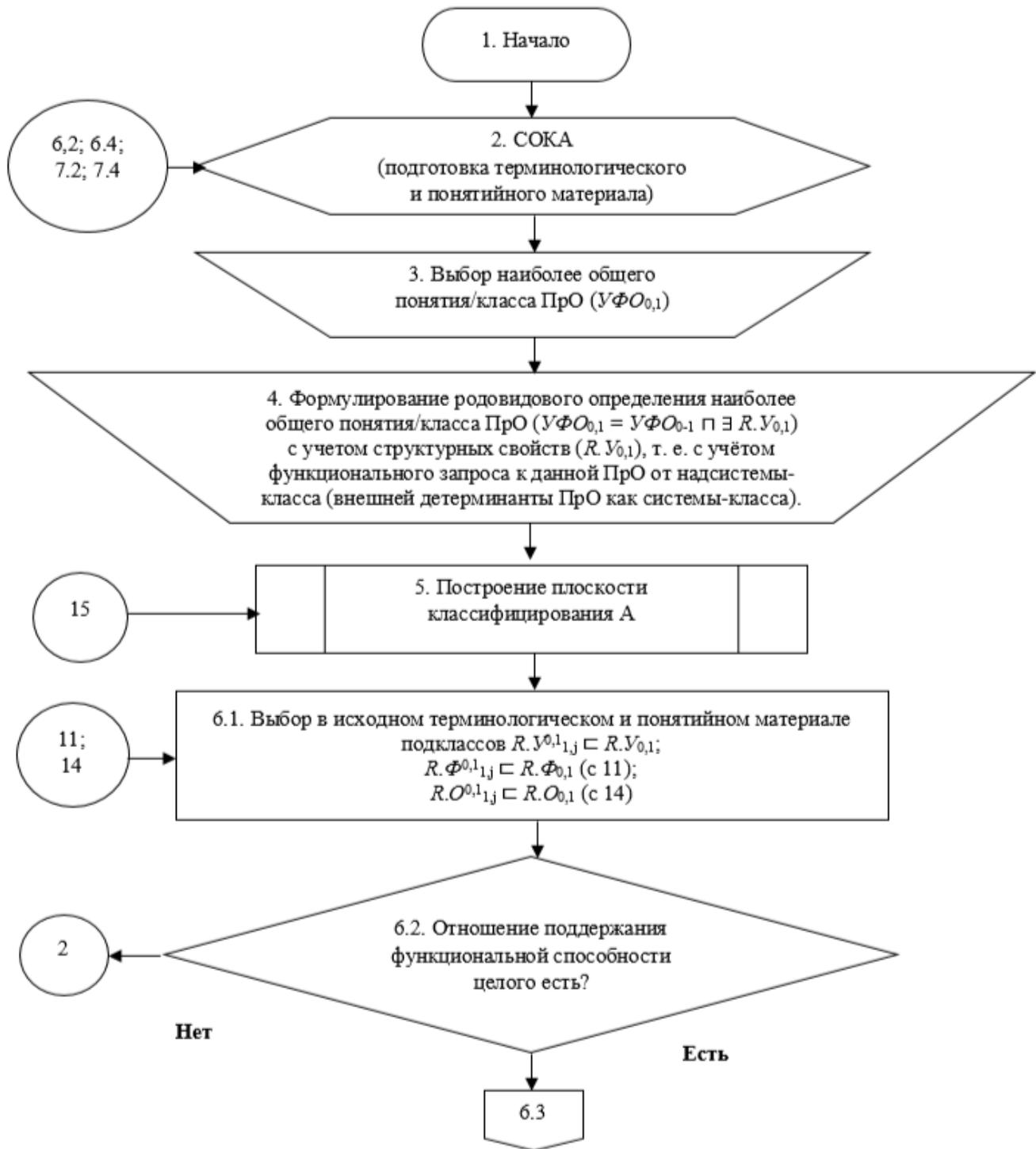


Рис. 3. Алгоритм построения трёхмерной классификации (продолжение)
Fig. 3. Algorithm for constructing a three-dimensional classification (continued)

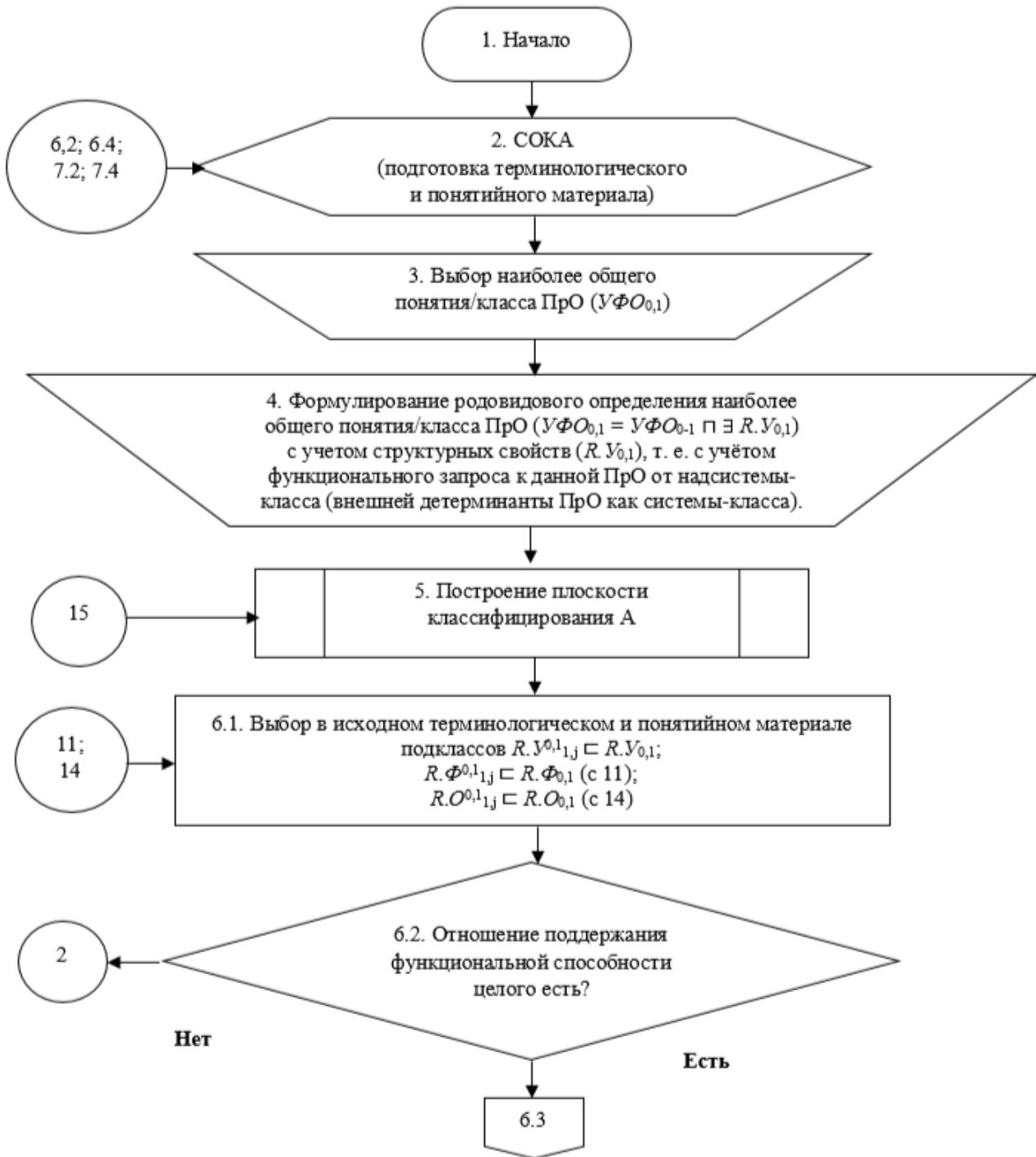


Рис. 4. Алгоритм построения трёхмерной классификации (окончание)
 Fig. 4. Algorithm for constructing a three-dimensional classification (end)

Заключение

Представленные в работе результаты исследования и разработки показали возможность построения классификации, учитывающей системные характеристики классифицируемых объектов и системные отношения между ними. Процедура и алгоритм построения СОЗК основаны на системно-объектном подходе «Узел-Функция-Объект» и позволяют практически использовать идеи многомерного и естественного классифицирования и строить классификации в трёх плоскостях по видам функционального запроса (внешней

детерминанты) к системе, по видам процессов становления, функционирования системы (внутренней детерминанты) и по видам получаемых результатов (субстанции). Предлагаемые процедура и алгоритм системно-объектного трёхмерного классифицирования частично формализованы средствами дескрипционной логики *SHOIQ*. Последнее обстоятельство упрощает процесс формулирования требований к программному инструментарию, обеспечивающему реализацию представленного алгоритма.

В ходе дальнейшего исследования планируется разработка технического задания на данный инструментарий. Подобный инструментарий с учётом возможности «наполнения» СОЗК как концептуальной классификационной модели некоторой ПрО данными о конкретных материальных системах (эмпирическими данными) в соответствии с работой [Маторин, Гуль и др., 2023, 5] позволяет создавать системы управления знаниями, обеспечивающими организацию системным подходом к данной ПрО.

Список литературы

- Бреховских С.М. 1989. Основы функциональной системологии материальных объектов. М.: Наука, 192 с.
- Волкова Г.А. 2013. Создание «онтологии всего». Проблемы классификации и решения. Новые информационные технологии в автоматизированных системах. № 16: 293–300.
- Маторин С.И., Михелев В.В. 2020. Анализ роли и структуры информационных (концептуальных) систем. Научно-техническая информация. Сер. 2. №4: 11–17.
- Маторин С.И., Гуль С.В. 2023. Модель системно-объектной трёхмерной базы знаний. Искусственный интеллект и принятие решений. № 2: 95–109.
- Маторин С.И., Гуль С.В. 2023. Системно-объектное классификационное моделирование сложных предметных областей. Экономика. Информатика. №50(1): 152–161.
- Маторин С.И., Гуль С.В. 2023. Системно-объектный классификационный анализ предметной области. Научный результат. Информационные технологии. Т.8, №4: 78–86.
- Маторин С.И., Гуль С.В., Щербинина Н.В. 2023. Трёхмерное системно-объектное классифицирование для прогнозирования и поддержки управления. НТИ. Серия 2, № 12: 1–13.
- Маторин С.И., Михелев В.В. 2021. Системно-объектный детерминантный анализ. Построение таксономии предметной области. Искусственный интеллект и принятие решений. №1: 15–24.
- Полищук Ю.М., Хон В.Б. 1989. Теория автоматизированных банков информации. М.: Высшая школа, 184 с.
- Теория систем и системный анализ: учебник. 2021. А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, М.Ф. Тубольцев, А.А. Кондратенко; под ред. С.И. Маторина. М.: КНОРУС, 456 с.
- Хофман И. 1986. Активная память: эксперимент. исслед. и теории человеческой памяти: Пер. с нем. М.: Прогресс, 312 с.
- Schmidt-Schauss M., Smolka G. 1991. Attributive concept descriptions with complements. Artificial Intelligence. Elsevier Science Publishing Company, Inc. № 48(1): 1–26.

References

- Brekhovskikh S.M. 1989. Osnovy funktsional'noy sistemologii material'nykh ob'yektov [Fundamentals of functional systemology of material objects]. M.: Nauka, 196 p.
- Volkova G.A. 2013. Sozdaniye "ontologii vsego". Problemy klassifikatsii i resheniya [Creation of "ontology of everything". Problems of classification and solution]. Novyye informatsionnyye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh [New information technologies in automated systems]. No. 16.: 293–300.
- Matorin S.I., Gula S.V. and Shcherbinina N.V. 2023. Three-Dimensional System-Object Classification for Prediction and Control Support. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics, Vol. 57, No. 6: 350–361 (in Russian).
- Matorin S.I. and Mikhelev V.V. 2020. An Analysis of the Role and Structure of Information (Conceptual) Systems. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. Vol. 54. No. 2: 105–112 (in Russian).



- Matorin S.I., Gul S.V. 2023. Sistemno-ob"ektnyj klassifikacionnyj analiz predmetnoj oblasti [System-object classification analysis of the subject domain]. Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnyye tekhnologii [Scientific result. Information Technology]. T.8, No 4: 78–86.
- Matorin S.I., Mikhelev V.V. 2021. Sistemno-ob"yektnyy determinantnyy analiz. Postroyeniye taksonomii predmetnoy oblasti [System-object determinant analysis. Building a taxonomy of the subject area]. Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy [Artificial Intelligence and Decision Making]. No. 1: 15–24.
- Matorin, S.I. and Gul' S.V. 2023 Model' sistemno-ob"ektnoj trekhmernoj bazy znaniy [Model of system-object three-dimensional knowledge base]. Iskusstvennyi Intellekt Prinyatie Reshenii [Artificial intelligence and decision making]. No. 2: 95–109.
- Matorin, S.I. and Gul', S.V. 2023. Sistemno-ob"ektnoe klassifikacionnoe modelirovanie slozhnyh predmetnyh oblastej [System-object classification modeling of complex subject areas]. Ekonomika. Informatika [Economy. Informatics] No. 1: 152–161.
- Polishchuk YU.M., Khon V.B. 1989. Teoriya avtomatizirovannykh bankov informatsii [Theory of automated information banks]. M.: Vysshaya shkola, 184p.
- Teoriya sistem i sistemnyy analiz: uchebnyk [Systems theory and systems analysis: textbook]. 2019. S.I. Matorin, A.G. Zhikharev, O.A. Zimovets and others; ed. S.I. Matorina. Moskva; Berlin: Direktmedia Publishing, 509 p. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574641>.
- Hoffman I. 1986. Aktivnaya pamyat': eksperiment. issled. i teorii chelovecheskoy pamyati [Active memory: an experiment. research and the theory of human memory]: Per. s nem [Per. with him]. M.: Progress, 312 p.
- Schmidt-Schauss M., Smolka G. 1991. Attributive concept descriptions with complements. Artificial Intelligence. Elsevier Science Publishing Company, Inc. № 48(1). P. 1–26.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 28.03.2024

Received March 28, 2024

Поступила после рецензирования 31.05.2024

Revised May, 31 2024

Принята к публикации 05.06.2024

Accepted June, 05 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Гуль Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры информационных и робототехнических систем, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Svetlana V. Gul, Senior Lecturer, Department of Information and Robotic Systems, Postgraduate Student, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

УДК 004.832.32; 65.011.55

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-453-465

Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений на основе прецедентов для оперативного планирования сталеплавильного цеха

Полещенко Д.А., Коврижных О.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Россия, 309516, Белгородская обл., Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42
E-mail: po-dima@yandex.ru, kovroles@mail.ru

Аннотация. Проблема, которая затрагивается в данной статье, касается оперативного планирования сталеплавильного производства. Представлен анализ производственного предприятия относительно системного подхода и применен ситуационный подход для решения задачи посменно-суточного планирования. Авторы предлагают ИСППР, предназначенную для оперативного планирования сталеплавильного производства. В условиях сталеплавильного производства были разработаны модели поиска прецедентов и эффективные системы продукционных правил, которые предоставляют возможность адаптировать найденные прецеденты к текущей ситуации с высокой точностью и скоростью. Сокращение времени простоя агрегатов и переналадки оборудования в течение рабочей смены благоприятно повышает производительность стали, обеспечивая дополнительный объем продукции.

Ключевые слова: оперативное планирование сталеплавильного производства, система поддержки принятия решений, прецедент, нейросетевая модель, планирование, оптимизация

Для цитирования: Полещенко Д.А., Коврижных О.А. 2024. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений на основе прецедентов для оперативного планирования сталеплавильного цеха. Экономика. Информатика. 51(2): 453–465. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-453-465

Development of an Intelligent System for Precedent-Based Decision Support of a Steelmaking Plant for Operational Planning

Dmitry A. Poleshchenko, Olesia A. Kovrizhnykh

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MISIS"
42 Makarenko St, Stary Oskol, Belgorod region, 309516, Russia
E-mail: po-dima@yandex.ru, kovroles@mail.ru

Abstract. The problem presented in the article concerns the operational planning of steelmaking production. The analysis of the production enterprise of the system approach is presented and the situational approach is applied to solve the problem of shift planning. The authors present an intelligent decision support system designed for planning steelmaking production operations. In the conditions of steelmaking production, precedent search models and efficient systems of product rules have been developed, which provide an opportunity to adapt the found precedents to the current situation with high accuracy and speed. Reducing the time costs of unit downtime and equipment changeovers during a work shift favorably increases steel productivity, providing additional output.

Keywords: operational planning of steelmaking, decision support system, precedent, neural network model, planning, optimization

For citation: Poleshchenko D.A., Kovrizhnykh O.A. 2024. Development of an Intelligent System for Precedent-Based Decision Support of a Steelmaking Plant for Operational Planning. Economics. Information technologies. 51(2): 453–465 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-453-465

Введение

Сталеплавильный цех в качестве организационно-технической системы представляет сложную систему управления, объединяющую в себе плотно взаимосвязанные и взаимодействующие компоненты как в пространстве, так и во времени. Эти компоненты образуют интегративные характеристики цеха и работают совместно, позволяя достигать поставленные цели, то есть гарантируют выполнение программы в рамках заданных производственных ограничений.

В настоящее время возникает проблема в моделировании логических рассуждений, которые базируются на накопленном опыте в виде сменно-суточных заданий (ССЗ) вместе с соответствующими расписаниями, которые были использованы в производстве на протяжении многих лет. Эта проблема имеет огромное значение для повышения эффективности интеллектуальных систем поддержки принятия решений в реальном времени (ИСППР) в области производственного оперативного планирования. Важно отметить, что тема исследования актуальна, так как ИСППР способны использовать механизмы поиска решений на основе накопленного опыта в области сталеплавильного производства, что значительно сокращает время, затрачиваемое на разработку и корректировку производственных планов.

Анализ сталеплавильного цеха с применением системного подхода для получения полного представления о функционировании и возможностях

В процессе производства стали важным фактором, обеспечивающим регулярное производство стальной продукции в установленных количествах и наименованиях, является оперативное планирование, что отражено в работе [Kovrizhnykh, Tsukanov, 2020].

На основе анализа классических методов, а также методов искусственного интеллекта можно сделать вывод, что использование этих методов приводит к существенным ограничениям применительно к поставленной задаче. Важно учитывать технические нормы и условия производства, они существенно воздействуют на сроки составления производственного расписания и негативно сказываются на эффективности управления сталеплавильным производством.

Проанализированы возможности внедрения экспертных знаний в процесс разработки расписания сталеплавильного цеха. В рамках СППР предлагается сочетание математических методов и моделей для построения оптимального производственного расписания с учетом особенностей сталеплавильного процесса, а также опыта и знаний специалистов из службы планирования данного производства.

Система рассуждений на основе прецедентов представляет собой подробный анализ проблемы или ситуации, а также описание логически связанных действий, необходимых для ее решения. При использовании системы для решения новой проблемы происходит поиск аналогичных ранее возникших случаев, которые затем адаптируются для решения текущей ситуации. Адаптация предыдущего прецедента учитывает все особенности текущей проблемы или ситуации. Такая система выстраивает возможность решать текущие задачи на основе предыдущего опыта в решении аналогичных ситуаций.

Важно отметить, что при выборе прецедентов следует учитывать контекст текущей задачи и не просто копировать действия из других случаев. Разумное использование рассуждений на основе прецедентов значительно сокращает время, необходимое для решения сложных задач, и повышает эффективность решения проблем.

Применение ситуационного подхода к решению задачи составления производственного расписания

Применение ситуационного подхода к составлению производственного расписания является ключевым аспектом ситуационного управления в производственном цехе. Ситуация в этом контексте определяется объемом и характеристиками выпускаемой продукции, а также

составом и производительностью оборудования, используемого в процессе производства. Сталеплавильный цех обладает широким ассортиментом металлопродукции, различными технологическими маршрутами и пересекающимися транспортными и технологическими потоками. Данный объект металлургического предприятия осуществляет производство металлопродукции сериями и имеет жесткую организационную структуру с узкоспециализированными подразделениями, такими как печи, внепечная обработка и разливка. Применение ССЗ служит основой для выполнения заказов, связанных с подготовкой продукции, и позволяет эффективно составлять расписание работы производственного цеха.

Методика ситуационного анализа в сталеплавильном процессе заключается в выявлении типичных ситуаций и их объединении в модули, основанные на стратегиях управления и аналогичных действиях, которые руководящие лица принимают при возникновении подобных обстоятельств. Одной из главных задач этого метода является выявление ситуаций, возникающих в производственном процессе. Они анализируются и сравниваются с уже известными ситуациями, после чего разрабатывается план развития событий, который представляется в виде производственного плана.

При использовании ситуационного поиска решения учитываются следующие основные этапы: описание ситуаций, идентификация текущей ситуации на основе имеющихся в базе типовых ситуаций и выбор подходящего расписания из базы расписаний. Производственную ситуацию в цехе можно описать как совокупность состава социально-статистических задач и состояния технологических агрегатов, которые обеспечивают возможность реализации производственного расписания.

Перестроение производственных расписаний является крайней потребностью при возникновении экстренных изменений в сталеплавильном процессе, к которым относят: внезапное поступление срочных заказов, непредвиденные проблемы с поставками материалов и поломка важного производственного агрегата, обеспечивающего производственный технологический процесс и других причин. Таким образом, обеспечение выполнения расписания оказывается тесно связанным с текущим функционированием агрегатов. Анализ аналогичных ситуаций, для которых уже применялись эффективные производственные расписания, позволяет адаптировать предшествовавшие решения к новым обстоятельствам, минуя трудоемкий поиск уникальных выходов из каждой непредвиденной ситуации.

Выбор производственного расписания (ПР) основывается на совокупности технологических ситуаций согласно формуле 1:

$$\text{ПР} = \{S(t)\} | t_{\text{см}}, \quad (1)$$

где $S(t)$ – производственная ситуация, $t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены.

Каждое производственное расписание отличается в зависимости от уникальной ситуации на предприятии, которая характеризуется следующими наборами данных: плановый набор данных, соответствующий ССЗ и технологический, соответствующий состоянию агрегатов.

При разработке производственного расписания учитывается предыдущая производственная ситуация, которая была решена и воплощена в предыдущем производственном расписании. Как описывает [Pal, Shiu, 2004; Althof, Auriol, Barlette, Manago, 1995], прецедент включает в себя: описание проблемы, решение проблемы и результат применения этого решения. При анализе новой проблемы (текущего процесса) ищется похожий прецедент в качестве аналога, чтобы попытаться использовать его решение, возможно, адаптировав его к текущему случаю, вместо того, чтобы каждый раз искать решение заново [Городилов, 2010]. После обработки текущего случая он заносится в базу прецедентов вместе с его решением для возможного будущего использования [Варшавский, 2008].

Выбор подходящего расписания для текущего производственного состояния подразумевает аналитическое изучение множества параметров: конфигурацию технологического процесса, марки выплавляемой стали, рабочие характеристики оборудования сталеплавильного цеха, последовательность операций и транспортные

маршруты. Результат применения решения хранится в описании принятого решения, что дает возможность проанализировать и определить способ получения этого результата. Данный метод описания решений является существенным инструментом в исследовательской работе, поскольку он позволяет по-настоящему разобраться в сложных процессах и выявить влияющие на них факторы.

Авторы [Карпов, Юдин, 2007; Глухих, Никифоров, 2019; Кочкин, Кочкина, Голубкин, 2013; Кулида, 2012; Еремеев, Варшавский, Поляков, 2021; Иванов, Зубков, 2020; Варшавский, 2008; Иванов, 2020; Кушников, Богомолов, Иващенко, Селютин, Резчиков, Кушникова, Марков, 2023] представляют подход к прецедентам, охватывая их как древовидные структуры, семантические сети, концептуальные графы, фреймы, записи в базе данных, предикативные выражения, рисунки и элементы мультимедийной информации. Понятие прецедента, следовательно, охватывает описание прежней проблематики, решения данной задачи и результата, доказательства целесообразности использования подобных стратегий.

Язык ситуационного управления [Поспелов, 1986] представляет собой модификацию языка семантических сетей, который используется для описания ситуаций. С его помощью возможно представление общей ситуации согласно формуле 2:

$$S(t) = S_1 \& S_2, \quad (2)$$

где S_1 – описание ситуации по плановым показателям, S_2 – описание ситуации по технологическим показателям.

В этом случае ситуации представляются как некоторая совокупность по формулам 3 и 4:

$$S_1 = ((cr_1 N_1)(cr_2 V_1) \& (cr_1 N_2)(cr_2 V_2) \& \dots \& (cr_1 N_m)(cr_2 V_m)), \quad (3)$$

где c – марка стали, r_1 – имеет имя, r_2 – имеет объем, N – наименование марки стали, V – объем, $l..m$ – индексы, которые соответствуют номеру марки стали.

$$S_2 = ((br_1 D)(br_3 1)(br_4 L_1) \& (br_1 D)(br_3 2)(br_4 L_2) \& \dots \& (br_1 M)(br_3 6)(br_4 L_{17})), \quad (4)$$

где b – технологический агрегат (оборудование), r_1 – имеет имя, r_3 – имеет номер, r_4 – находится в состоянии технической готовности, $D(A, УП, УЦ, М)$ – наименование, которое обозначает ДСП (АКОС, УПА, УЦВС, МНЛЗ), $l..k$ – индексы, которые соответствуют порядковому номеру технологического агрегата, L – наименование, которое обозначает процент технической готовности.

Применение подобных структур в интерпретации описываемых контекстов является фундаментальным для устранения типичных неясностей, характерных для естественного языка. В контексте разрабатываемой системы стадии обобщения ситуаций: первоначально происходит слияние ситуаций в унифицированные категории (например, марки стали, относящиеся к одной группе и имеющие общий объем плавки). Затем принятие решений основывается на правилах вывода, использующих представленные данные. Далее при осуществлении ситуационного поиска решений затрагиваются этапы суммирования ситуаций (например, по маркам стали, принадлежащим одной группе и имеющим общий объем плавки) и принятия решений с использованием правил вывода.

Таким образом, имеется функциональная корреляция между наличием ситуации $S(t)$ и необходимостью принять решение g в соответствии с формулой 5:

$$S(t) \rightarrow g \quad (5)$$

Рекомендуется принять стратегию, основанную на анализе ранее возникших случаев, для создания ИСППР РВ. Система разрабатывалась с целью помочь ЛПР в определении оптимального графика работы в условиях текущей производственной ситуации. СС предлагает несколько вариантов производственного расписания, упорядоченных по степени их важности с учетом предпочтений, определенных критериями выбора. Несмотря на наличие упорядоченных выборов, окончательное решение сохраняется за действующим субъектом, которому предназначен совет.

В данном случае решаемая задача плохо формализована, следовательно, применяется механизм логического вывода, основанный на прецедентном подходе. С помощью данного метода система анализирует текущую ситуацию, и проводя аналогии с сохраненными в базе данных прецедентами, предлагает соответствующий совет.

Для анализа перемен производственных данных и расписаний применяют специализированные системы, опирающиеся на извлечение знаний из глубины архивов, используя инновационную методологию и экспертные оценки. Повышается эффективность выбранных решений за счет модификации алгоритмической базы, тесно коррелирующей с особенностями предметной деятельности.

Процедура решения задач в сталеплавильных предприятиях предполагает поиск пригодных прецедентов, что обуславливает разработку механизмов сопоставления новых ситуаций с ранее зафиксированными аналогами. Среди основных трудностей, сдерживающих эффективность систем определения прецедентов, стоит выделить проблемы отбора подходящих прецедентов и адаптации найденных решений. Именно эти препятствия обостряют необходимость в высококачественной адаптации методик с использованием авторитетных познаний специалистов и свежих архивных данных.

При поиске наиболее подходящих прецедентов для решения задачи часто прибегают к двум основным источникам информации: экспертному знанию и имеющимся архивам данных. Для получения полезной информации был проведен тщательный анализ многолетних расписаний сталеплавильного цеха, а также объема производственных данных. Полученное решение требует адаптации, которая осуществляется через использование знаний о предметной области и разработку новых алгоритмов на базе существующих данных.

При изучении процесса вывода на основе прецедентов можно выделить несколько этапов, образующих цикл логического рассуждения на основе применения аналогичных случаев. Циклическое усовершенствование подхода на основе прецедентов, известное как СВР-цикл, устремлено к ассимиляции актуального опыта для последующей операционной применимости.

Моделирование системы для поиска и адаптации подходящего прецедента является важным этапом при разработке производственного расписания. Необходимость нахождения максимально похожего прецедента выражается в значимости соответствия прецедента и его расписания. Обозначим прецедент общего вида в виде вектора, который будет состоять из элементов, содержащих значения массы для определенных групп марок стали и процент технической готовности агрегата. Это можно выразить формулой 6:

$$A_i = (V_1, \dots, V_h, L_1, \dots, L_k), \quad (6)$$

где A_i – вектор, который хранит информацию о ССЗ, i – номер вектора, V_h – вес выплавляемой стали, которая входит в определенную группу марок стали, $1..h$ – номер группы марки стали, L_k – процент технической готовности агрегата, $1..k$ – индексы, которые соответствуют порядковому номеру технологического агрегата.

Интеллектуальное исследование неявно классифицированных информационных векторов, находящихся в базе знаний системы, требует использования методов, не предполагающих наличия заранее установленных классовых принадлежностей. В частности, алгоритмы машинного обучения представляют собой очень эффективный инструмент для анализа данных. Они способны постепенно повышать точность своих результатов и расширять свои возможности. В контексте решения задачи анализа данных существует подход, называемый «обучение без учителя» или *unsupervised learning*. Он заключается в обработке данных, которые не содержат предварительной информации о классах или категориях, к которым они принадлежат. В рамках обучения без учителя можно использовать различные методы, такие как ассоциация, кластеризация, уменьшение размерности и нейросетевое обучение.

Однако в производственной среде методы уменьшения размерности не являются наиболее подходящими для нахождения максимально похожих субъектов,



структурированных данных в базе знаний с текущим объектом. Это обусловлено тем, что вектор, который представляет субъект, содержит равнозначные компоненты и отражает показатели загрузки агрегатов и объема выплавки по маркам стали. В таких случаях требуется применять более специализированные методы для достижения требуемой цели.

Ассоциативные правила, выработанные на базе производственных директив, подчас не имеют высокой точности в связи с тем, что формирование указанных заданий складывается под влиянием текущих заказов и ограничений экономического и производственного характера. Постоянное изменяющееся влияние этих заказов и ограничений делает процесс создания ассоциативных правил особенно запутанным.

В условиях, когда анализируется массив из свыше 10 000 прецедентов, целесообразность применения кластеризационных методов подчёркивается острой необходимостью классификации данных для упрощения пространства поиска и ускорения процесса выявления, требуя распределения данных без предварительно установленных меток и определения количества кластеров. Для эффективной оценки сходства между двумя векторами возможно применение разнообразных алгоритмов оценки расстояния, которое является ключевым в данном контексте анализа данных. Манхэттенский метод вычисления расстояния выделяется как наиболее адекватный, благодаря его способности детально фиксировать даже минимальные отклонения между заданными векторами.

Кластеризация является одной из ключевых техник без учителя в области машинного обучения, представляющая собой алгоритмическую группировку схожих наблюдений в наборе данных на основе определенной метрики. Это мощный инструмент, позволяющий автоматически выявлять группы данных, которые обладают схожими свойствами или характеристиками. Кластеризация играет важную роль в анализе данных, позволяя выделить внутреннюю структуру и закономерности в исследуемых данных.

Тестирование эффективности методик на модели, обученной предварительно, осуществляется посредством анализа набора, включающего тысячу элементов-векторов ССЗ, аналогичных тем, что были использованы в обучении. В ходе классификации элементов обучающего вектора в различные кластеры осуществлялась последующая оценка точности идентификации каждого вектора внутри полученных кластеров, а также проверка его отличия от векторов, относящихся к другим кластерам. Для количественной оценки точности применяемого метода применяется математическое выражение, обозначаемое как формула 7:

$$F = \frac{e}{o} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где e – количество векторов ССЗ, определенных в правильные кластеры, o – количество тестовых векторов.

На рис. 1 показано, что результат использования метода K-means не превосходит 64,4 %, что представляет собой сравнительно малый показатель для решаемой задачи. При сравнении скорости работы алгоритмов MeanShift и K-means можно заметить, что производительность первого напрямую зависит от настройки параметра пропускной способности. Это приводит к тому, что метод MeanShift работает значительно медленнее, чем K-means в процессе кластеризации. Для эффективного выполнения поставленной задачи критически важно обеспечить высокую скорость работы алгоритма. Стремительность поиска подходящего прецедента напрямую влияет на скорость построения нового расписания и сокращение временных издержек. Таким образом, уменьшение времени, затрачиваемого на поиск, приводит к более оперативному выполнению поставленных задач. При увеличении количества кластеров метрика качества метода BIRCH начинает ухудшаться, но наибольшее значение 93 % достигается при 10 кластерах. Из-за недостаточно высокого качества применения части рассмотренных методов кластеризации, а также требования больших временных затрат на этапах определения ближайшего вектора и обучения, они не могут быть использованы для решения поставленной задачи. Некоторые методы остаются неприменимыми в данном контексте.

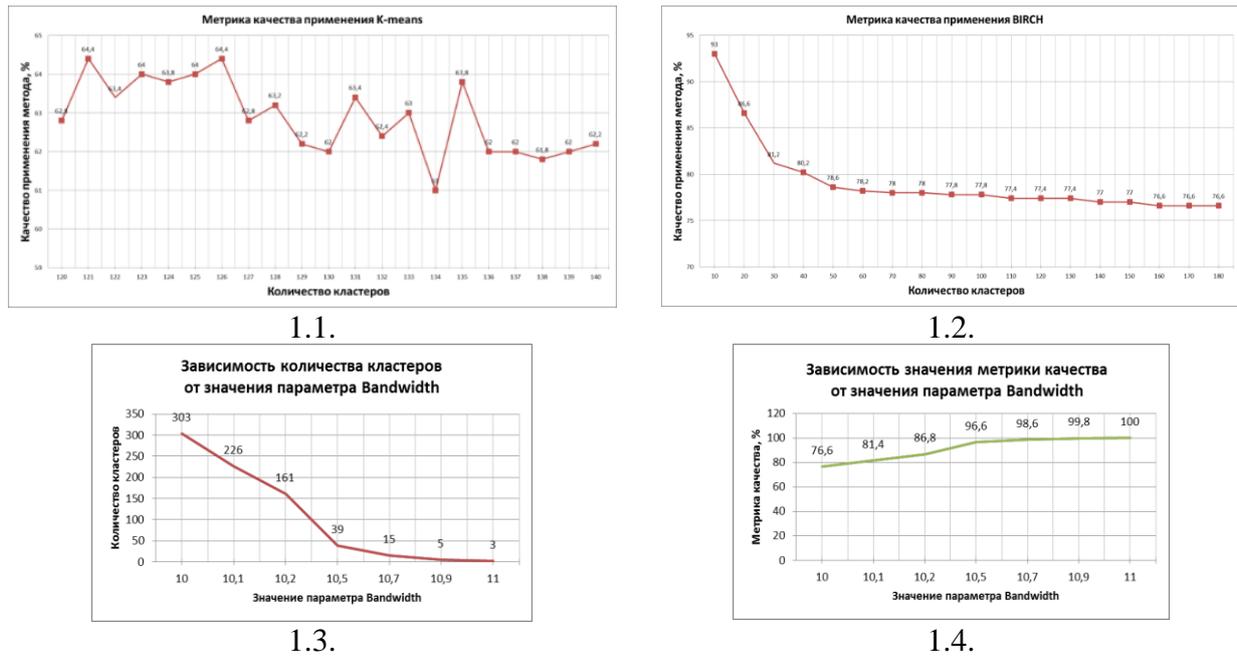


Рис. 1. Результаты метрик качества применения методов: 1.1. – K-means; 1.2. – BIRCH; 1.3. – Mean Shift (значение параметра Bandwidth задано для количества кластеров); 1.4. – Mean Shift (значение параметра Bandwidth задано для значения метрики качества)

Fig. 1. Results of method application quality metrics: 1.1. – K-means; 1.2. – BIRCH; 1.3. – Mean Shift (Bandwidth parameter value is set for the number of clusters); 1.4. – Mean Shift (Bandwidth parameter value is set for quality metric value)

Кластеризация в сложных производственных процессах может быть выполнена с использованием конкурентных нейронных сетей и семейства алгоритмов ART. Главной отличительной чертой конкурентной нейронной сети является необходимость обладать информацией о точном числе кластеров, что затрудняет процесс в условиях разнообразных векторов. Однако, благодаря возможности адаптации и самоорганизации, конкурентные нейронные сети способны автоматически определить оптимальное количество кластеров, основываясь на внутренней структуре данных. Это повышает эффективность и точность проведения кластеризации, снижая необходимость пользовательского вмешательства в процесс. В итоге применение алгоритмов ART в производственных процессах способствует более надежному и автоматизированному анализу и классификации данных.

Исключительное преимущество нейронных сетей семейства ART заключается в их способности формировать кластеры по заданным критериям сходства без необходимости знания точного количества кластеров. Это позволяет автономно исследовать и группировать данные, обеспечивая гибкость и эффективность алгоритма.

ART-2 является отличным решением для выполнения задачи, поскольку она способна кластеризовать и осуществлять идентификацию информации различных типов без необходимости предварительной обработки. В процессе практической эксплуатации нейросеть не нуждается в жестком разделении на этапы обучения и практики, она способна постоянно улучшать свои навыки. В условиях производственного процесса, при неопределенности и изменчивости, наилучшее качество кластеризации образов достигается благодаря такому подходу.

Сеть ART-2 обладает только одним слоем нейронов в своей структуре. Количество выходных значений не фиксировано и зависит от степени совпадения нового входного вектора с существующими кластерами, количество входных переменных соответствует числу значений в векторе ССЗ. Схема нейронной сети ART-2 изображена на рисунке 2. При достижении критического порога происходит образование нового кластера, что приводит к

увеличению общего числа кластеров, взаимосвязанного с подобностью всех совместно структурированных зон.

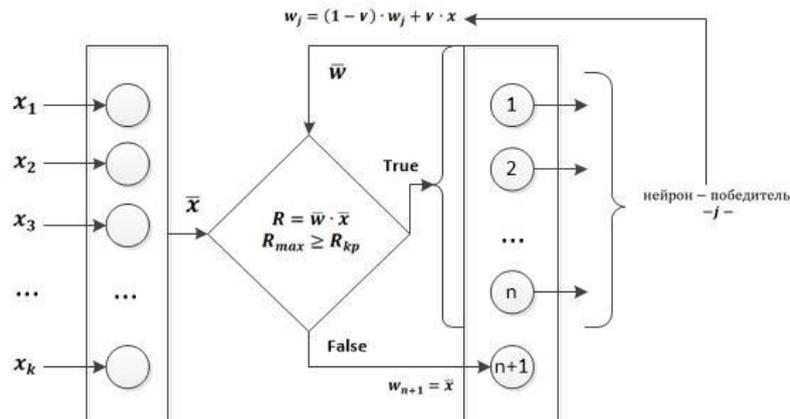


Рис. 2. Схема работы нейронной сети ART-2
 Fig. 2. Schematic diagram of the ART-2 neural network

В процессе работы нейронная сеть проходит через два этапа: инициализация и кластеризация. Параметры нейронной сети определяются экспериментально на первом этапе работы.

Элементы вектора ССЗ и кластера группируются в зависимости от их сходства после применения зависимости для оценки величины сходства $R_{кр}$. Чем выше $R_{кр}$, тем сильнее сходство элементов. Для определения степени схожести между вектором ССЗ и кластером используется статистическая зависимость, где более высокое значение $R_{кр}$ означает более сильную схожесть элементов вектора ССЗ и кластера. После этого осуществляется процесс кластеризации, в ходе которого элементы группируются в различные категории в зависимости от степени их схожести. Путем такого исследования разных вариантов значений параметра схожести определяется наиболее подходящий вариант.

Путем проведения исследования разных вариантов для значения параметра сходства $R_{кр} \in [0,1; 1,3]$ и скорости обучения $v \in [0,1; 1]$ с шагом 0,1 было выявлено, что оптимальные результаты достигаются при определенных значениях этих параметров. Например, значения параметра сходства $R_{кр} \in [0,1; 0,8] \cup (0,9; 1,3]$ не обеспечивают оптимальной близости между векторами, и это означает, что каждый вектор представляет собой свой собственный кластер. Путем эксперимента было установлено, что лучшее качество работы ART-2 достижимо при $R_{кр} = 0,9$ и $v = 0,1$.

Все векторы ССЗ были приведены к нормализованным значениям переменных в диапазоне от 0 до 1, чтобы обеспечить единичную сумму квадратов элементов каждого вектора, согласно формуле 8:

$$\hat{x}_i = \frac{x_i}{\sqrt{\sum_{p=1}^M x_p^2}}, \quad (8)$$

В процессе кластеризации нейронная сеть принимает входную последовательность векторов, где каждый из них представляет элемент множества из ССЗ. Чтобы определить степень сходства каждого вектора с уже существующими классами, применяется формула 9.

$$R_j = \sum_{i=1}^M w_{ij} \hat{x}_i, \quad (9)$$

где M – длина вектора ССЗ, w – весовые коэффициенты, \hat{x}_i – нормированные значения вектора.

Затем осуществляется выбор кластера с определенным номером j , который обладает наибольшей степенью сходства согласно формуле 10:

$$R_{\max} = \max_{j=1, K} (R_j), \quad (10)$$

В момент, при котором условие $R_{max} < R_{кр}$ выполняется, говорят, что входной вектор не совпадает ни с одним из кластеров, тогда создается новый нейрон, представляющий собой кластер, в котором весовые коэффициенты приравниваются к элементам нормированного вектора \hat{x} .

Иначе, если выполняется другое условие $R_{max} \geq R_{кр}$, можно считать, что входной вектор имеет максимальную схожесть с кластером j . В этом случае весовые коэффициенты соответствующего нейрона будут пересчитаны согласно формуле 11:

$$w_{ij} = (1 - v)w_{ij} + v\hat{x}_i, \quad (11)$$

где v – скорость обучения.

После этапа инициализации нейронная сеть обрабатывает вновь поступившие векторы, содержащие информацию о сменах и заданиях. Алгоритм обрабатывает данную информацию по мере поступления векторов.

Производственное расписание, выполняемое во время смены, может быть изменено в связи со сбоями в работе, вызванными, например, поломками оборудования, возникновение новых срочных заказов и других неожиданных событий. В таких случаях, когда возникают незапланированные события, необходимо внести изменения в уже составленное расписание. Природа изменений зависит от того, насколько относительно смены расписание было выполнено на момент появления незапланированной ситуации, повлиявшей на нормальный ход расписания, и, следовательно, какие работы уже выполнены и не требуют перераспределения. Электросталеплавильный цех представляет собой сложное техническое сооружение, в которых взаимосвязанные производственные объекты используются для плавки стали с помощью электродуговых печей, главная цель такого процесса – получение прочной и качественной литой заготовки на последующих этапах.

В ССЗ сталеплавильного производства указывается номер производственного заказа, наименование требуемой марки стали с соответствующим кодом. Рассмотрим представленный элемент типичного примера ССЗ в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Фрагмент данных ССЗ (от 14.09.2021/1)
Fragment of daily shift assignment (from date 14.09.2021/1)

Номер производственного заказа	Наименование марки стали	Код марки стали	Нормативно-техническая документация выплавки	Порядковый номер МНЛЗ	Количество планируемых плавков	Для особых отметок
760351 002	09Г2С	2314	51-1082/15	2-3-4	1	с 14.09
790141 001	Э76Ф	3476	51-1523/17	2-3-4	8	
760366 013	20Х	4206	51-0130/13	2-3-4	4	
500504 001	3961	3961	51-1195/15	6	8	

Таблица 1 представляет номер производственного заказа, наименование марки стали, код марки стали, номер локального документа (НТД выплавки), который содержит информацию о порядке производства марки стали, порядковый номер МНЛЗ, на котором возможно осуществление разливки.

Данные, содержащиеся в ССЗ, могут быть структурированы способом объединения марок стали в группы по очередности прохождения групп агрегатов, назначению и химическому составу. В статье [Боева, Коврижных, 2021] рассматривается разнообразие технологических маршрутов и наличие множества однотипных технологических агрегатов в типичной схеме транспортных и технологических потоков в производстве стали, которая характеризуется перекрестными и последовательно-параллельными связями.

С помощью ситуационного подхода можно своевременно выявлять нештатные ситуации при отклонении от установленного графика работы и сроков выполнения задач. Это позволяет

сохранить плановый график работы. В зависимости от характера и масштаба отклонения, а также операции, на которой произошло отклонение, формируются специальные инструкции и правила, которые позволяют привести ситуацию в соответствие с требованиями.

Этот набор включает в себя регулирование наличия свободных агрегатов, использование допустимых маршрутов, позволяющих корректно реагировать на отклонения от плана и перейти в положительное разрешенное состояние. Единственный оптимальный вариант выхода из непредвиденной ситуации выбирается, исходя из заданного критерия (или нескольких вариантов, если их оценки равноценны). Общая процедура действия системы изображена на рис. 3.

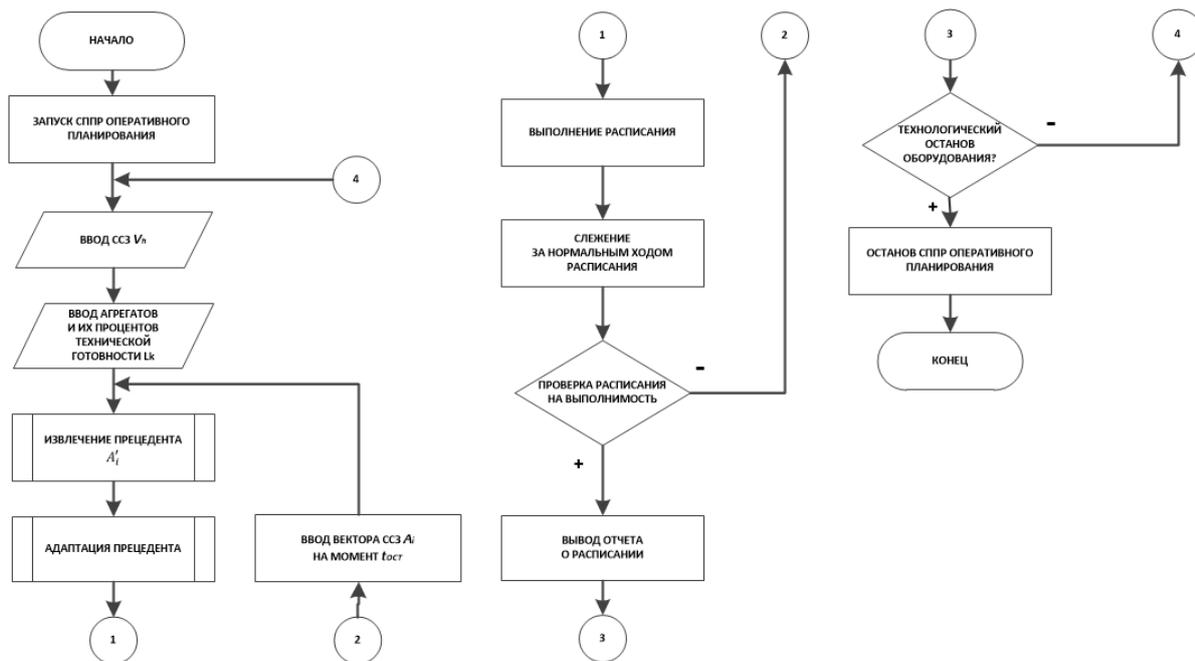


Рис. 3. Общий алгоритм функционирования системы
 Fig. 3. General algorithm of the system operation

При принятии решения относительно управления сталеплавильным цехом неотъемлемую роль всегда играет квалификация специалиста, несмотря на то, что система выдает варианты, более оптимальные. Для принятия верного решения жизненно важно обладать всесторонней информацией и четким пониманием процессов производства. Для ознакомления с процессами, происходящими в сталеплавильном цехе, можно воспользоваться методом извлечения данных. Этот подход заключается в анализе долгосрочных графиков производства и раскрытии скрытых закономерностей и правил, лежащих в их основе.

Тем не менее время выполнения заказа незначительно увеличивается при выполнении непрерывного технологического цикла, разработанная программа имеет множество преимуществ. Составление скорректированного расписания занимает всего несколько минут и автоматически обновляется на сервере. Планирование производства обеспечивает своевременную передачу заказов по технологической цепочке, благодаря резервному времени, исключающему возможные задержки и ущерб качеству металлургической продукции.

Повышение производительности в производстве стали достигается за счет сокращения времени простоя оборудования и ускоренной переналадки агрегатов во время рабочей смены, что приведет к увеличению производства стали на 1,5 %.

Заключение

Авторами был осуществлен анализ методов построения производственного расписания для управления комплексно структурированными производствами в процессе решения задачи,

связанной с комбинированным процессом. В условиях сталеплавильного производства были созданы модели для адаптации прецедентов к текущей ситуации. Методы, применяемые в настоящее время, оказались недостаточно эффективными в результате проведенного анализа. Также были разработаны системы продукционных правил для поиска прецедентов. Новые методы в области адаптации ранее разработанных расписаний на основе сменно-суточного задания сделали возможным создание прецедентов, которые могут быть использованы в системе управления для решения разнообразных задач и поддержки принятия решений. Для сложноструктурированных производств разработано программное обеспечение, которое эффективно применяет предложенные модели и алгоритмы для решения поставленных задач. Созданная система демонстрирует растущую эффективность в производстве благодаря увеличению объема выплавки.

Список литературы

- Боева Л.М., Коврижных О.А. 2021. Оперативная корректировка производственных планов с использованием технологий и алгоритмов гибких производственных систем. Экономика. Информатика. 48 (4): 802–809. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-4-802-809.
- Варшавский П.Р. 2008. Механизмы правдоподобных рассуждений на основе прецедентов (накопленного опыта) для систем экспертной диагностики. Труды 11-ой национальной конференции по ИИ с международным участием (КИИ-2008, г. Дубна, Россия). В 3-х т., Т. 2. М.: ЛЕНАНД:106–113.
- Глухих И.Н., Никифоров Д.В. 2019. Разработка процесса принятия решений при моделировании и проектировании месторождений углеводородов на основе вывода по прецедентам. Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании: материалы VIII Международной научно-технической конференции; отв. ред. О. Н. Кузяков. Тюмень: ТИУ:17–21.
- Городилов А.Б. 2010. Адаптивное управление наукоемким производством на основе прецедентов. Материалы XXX Российской школы по проблемам науки и технологий, посвященной 65-летию Победы «Наука и технологии». Екатеринбург: УрО РАН: 260–264.
- Еремеев А.П., Варшавский П.Р., Поляков С.А. 2021. Программная реализация модуля анализа данных на основе прецедентов для распределенных интеллектуальных систем. Программные продукты и системы. 3:381–389.
- Иванов И.Г. 2020. Поддержка принятия решений в процессе испытаний перспективных космических средств на основе прецедентов. Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 175 (2): 51–56.
- Иванов И.Г., Зубков Г.А. 2020. Модель адаптивной системы диагностирования бортовой аппаратуры космического аппарата на основе искусственной нейронной сети и прецедентов. Цифровизация и глобализация мировой науки и техники: новые исследовательские методы и подходы. Материалы V Международной научно-практической конференции: 25–28.
- Карпов Л.Е., Юдин В.Н. 2007. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов. Труды ИСП РАН. 2:37–58.
- Кочкин Г.А., Кочкина В.Р., Голубкин И.А. 2013. Проблемы рассуждений по прецедентам, детализации, интеграции и оценки схожести прецедентов. Инженерный вестник Дона. 4 (27), с. 107.
- Кулида Е.Л. 2012. Формирование траектории движения объекта на основе прецедентов. Материалы 6-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD-2012, Москва). М.: ИПУ РАН. 2: 321–322.
- Кушников В.А., Богомолов А.С., Иващенко В.А., Селютин А.Д., Резчиков А.Ф., Кушникова Е.В., Марков А.И. 2023. Задача идентификации производственных ситуаций в системах управления производственными процессами авиаремонтного предприятия Мехатроника, автоматизация, управление. 24 (9): 451–461.
- Поспелов Д.А. 1986. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука. Гл.ред.изд.физ.-мат. лит., 288 с.
- Klaus Dieter Althof, Eric Auriol, Ralph Barlette, Michel Manago. 1995. A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools, AI Intelligence.
- Sankar K. Pal, Simon C.K. Shiu. 2004. Foundations of Soft Case-Based Reasoning. New Jersey: Wiley, 344 p.
- Tsukanov M.A., Kovrizhnykh O.A. 2020. The Need to Ensure Stability of the Schedule of Complex-Structured Productions. Proceedings – 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical



Modeling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA: Virtual, Lipetsk: 735–739. DOI 10.1109/SUMMA50634.2020.9280680.

References

- Boeva L.M., Kovrizhnykh O.A. 2021. Operational adjustment of production plans using technologies and algorithms of flexible production systems. *Economics. Information technologies*. 48 (4): 802–809 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0932-2021-48-4-802-809
- Varshavskij P.R. 2008. Mechanisms of plausible reasoning based on precedents (accumulated experience) for expert diagnostic systems. *Mechanisms of plausible reasoning based on precedents (accumulated experience) for expert diagnostic systems*. M: LENAND. 2:106–113 (in Russian).
- Gluhih I.N., Nikiforov D.V. 2019. Development of decision-making process in modeling and design of hydrocarbon fields based on inference by precedents. *New Information Technologies in Oil and Gas Industry and Education: Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference*; ed. by O. N. Kuzyakov. Tyumen: TIU. 324 p:17–21 (in Russian).
- Gorodilov A.B. 2010. Adaptive management of knowledge-intensive production on the basis of precedents. *Proceedings of the XXX Russian school on problems of science and technology, dedicated to the 65th anniversary of Victory "Science and Technology"*. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences: 260–264 (in Russian).
- Eremeyev A.P., Varshavsky P.R., Polyakov S.A. 2021. Software implementation of precedent-based data analysis module for distributed intelligent systems. *Software Products and Systems*. 3: 381–389 (in Russian).
- Ivanov I.G. 2020. Precedent-based decision support in the process of testing advanced space vehicles. *Voprosy electromechaniki. Proceedings of VNIIEEM*. 175 (2): 51–56 (in Russian).
- Ivanov I.G., Zubkov G.A. 2020. Model of adaptive system of diagnostics of onboard spacecraft hardware based on artificial neural network and precedents. *Digitalization and globalization of world science and technology: new research methods and approaches. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*: 25–28 (in Russian).
- Karpov L.E., Yudin V.N. 2007. Adaptive control by precedents based on classification of states of controlled objects. *Proceedings of ISP RAS.2*: 37–58 (in Russian).
- Kochkin G.A., Kochkina V.R., Golubkin I.A. 2013. Problems of precedent reasoning, specification, integration, and similarity evaluation of precedent. *Engineering Bulletin of Don* 2013. № 4(27). P.107 (in Russian).
- Kulida E.L. 2012. Object motion trajectory formation based on precedents. *Proceedings of the 6th International Conference "Management of Large-Scale Systems Development" (MLSD-2012, Moscow)*. Moscow: IPU RAS. 2: 321–322 (in Russian).
- Kushnikov V.A., Bogomolov A.S., Ivashchenko V.A., Selutin A.D., Rezchikov A.F., Kushnikova E.V., Markov A.I. 2023. Problem of identification of production situations in control systems of production processes of aircraft repair enterprise. *Mechatronics, automation, control*. 24 (9): 451–461 (in Russian).
- Pospelov D.A. 1986. *Situational management: theory and practice*. M.: Nauka. Gl.ed.ed.izd.izd.fiz.-mat. lit, 288 p (in Russian).
- Klaus Dieter Althof, Eric Auriol, Ralph Barlette, Michel Manago. 1995. *A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools*, AI Intelligence (in English)
- Sankar K. Pal, Simon C.K. Shiu. 2004. *Foundations of Soft Case-Based Reasoning*. New Jersey: Wiley, 344 p (in English)
- Tsukanov M.A., Kovrizhnykh O.A. 2020. The Need to Ensure Stability of the Schedule of Complex-Structured Productions. *Proceedings – 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA: Virtual, Lipetsk: 735–739*. (in English) DOI 10.1109/SUMMA50634.2020.9280680

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 31.10.2023

Received October 31, 2023

Поступила после рецензирования 04.03.2024

Revised March 04, 2024

Принята к публикации 05.06.2024

Accepted June 05, 2024



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Полещенко Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления им. Ю.И. Еременко, СТИ НИТУ «МИСИС», г. Старый Оскол, Россия

Коврижных Олеся Александровна, аспирант кафедры автоматизированных и информационных систем управления им. Ю.И. Еременко, СТИ НИТУ «МИСИС», г. Старый Оскол, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitry A. Poleshchenko, Candidate of Technical Sciences, Docent, Docent of the Faculty of Automation and Information Technology n.a. Y.I. Eremenko Ugarov Sary Oskol Technological Institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MISIS", Sary Oskol, Russia

Olesia A. Kovrizhnykh, Postgraduate Student the Faculty of Automation and Information Technology n.a. Y.I. Eremenko Sary Oskol Technological Institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISIS", Sary Oskol, Russia



ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

УДК 004.048

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-466-478

Об обнаружении ошибочного употребления термина в русскоязычном тексте на основе онтологии предметной области

Кудинов В.А., Бородина М.Е.

Курский государственный университет

Россия, 305000, Российская Федерация, г. Курск, ул. Радищева, д. 33

E-mail: kudinov@kursksu.ru, borodina_me@kursksu.ru

Аннотация. Семантический анализ текста активно исследуется в качестве важного направления компьютерной лингвистики. Достижения в его развитии можно проследить в интеллектуальных системах, осуществляющих обработку текста на естественном языке. Один из видов таких систем направлен на поиск и исправление ошибок в тексте. Однако подобные системы неспособны работать со специальной лексикой научных текстов, следовательно, задача поиска лексико-семантических ошибок, связанных с неправильным употреблением термина, не может быть переложена на интеллектуальную систему, так как для этого отсутствует соответствующее теоретическое и программное решение. В связи с чем целью исследования является формализация задачи обнаружения ошибочного использования термина предметной области в русскоязычном тексте. Постановка задачи следует из её практического применения и предметной области. Предложенная математическая модель задачи описана с помощью понятийного аппарата теории множеств. Осуществлен переход к математической модели онтологии и её логическому описанию, позволяющему в дальнейшем разработать онтологию предметной области для обнаружения ошибочного использования термина в тексте на языке описания онтологий OWL 2. В ходе формализации задачи, также указывающей на использование спроектированной онтологии, предложен механизм сравнения контекстов термина из обрабатываемого текста и онтологии. Произведена оценка ошибок первого и второго рода, сформирован алгоритм принятия решения о наличии или отсутствия связи анализируемого термина и предметной области онтологии. Таким образом, результатом исследования является формализация подхода к обнаружению ошибочного использования термина в русскоязычном научном тексте на основе онтологии предметной области.

Ключевые слова: семантический анализ текста, онтология предметной области, автоматическая обработка текста

Для цитирования: Кудинов В.А., Бородина М.Е. 2024. Об обнаружении ошибочного употребления термина в русскоязычном тексте на основе онтологии предметной области. Экономика. Информатика. 51(2): 466–478. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-466-478

About Detecting Incorrect Use of Terminology in Russian Texts Based on Domain Ontology

Vitaly A. Kudinov, Maria E. Borodina

Kursk State University

33 Radishcheva St., Kursk, Russian Federation, 305000, Russia

E-mail: kudinov@kursksu.ru, borodina_me@kursksu.ru

Abstract. Semantic analysis of text is actively explored as an important direction in computational linguistics. Advancements in its development can be traced in intelligent systems that process natural language text. One type

of such systems is aimed at finding and correcting errors in the text. However, these systems are incapable of working with the specialized lexicon of scientific texts. Therefore, the task of detecting lexico-semantic errors related to the incorrect use of terminology cannot be delegated to an intelligent system, as there is a lack of corresponding theoretical and programmatic solutions. Consequently, the research aims to formalize the task of detecting incorrect usage of terminology in the Russian text within a specific subject area. The problem formulation arises from its practical application and the subject area. The proposed mathematical model of the task is described using the conceptual apparatus of set theory. The transition to the mathematical model of ontology and its logical description is carried out, allowing for the further development of the subject area ontology to detect incorrect terminology usage in text using the OWL 2 ontology language. During the formalization of the task, which also implies the use of the designed ontology, a mechanism for comparing the contexts of the term from the processed text and the ontology is suggested. Errors I and II types were assessed, and an algorithm for making a decision about the presence or absence of a connection between the analyzed term and the ontology subject area was formed. Thus, the result of the research is the formalization of an approach to detecting the incorrect use of terminology in Russian scientific texts based on the ontology of the subject area.

Keywords: semantic analysis of text, domain ontology, automatic text processing

For citation: Kudinov V.A., Borodina M.E. 2024. About Detecting Incorrect Use of Terminology in Russian Texts Based on Domain Ontology. Economics. Information technologies, 51(2): 466–478 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-466-478

Введение

На сегодняшний день существует множество онлайн-сервисов, обнаруживающих лексические ошибки в русскоязычном тексте [Пикалёв, Вовнянко, Денищенко, 2018]. Работа подобных систем основана на словарях сочетаемости. Более продвинутые сервисы предлагают исправления найденных ошибок. Эти системы объединены популярностью среди редакторов и SEO-специалистов, однако они не позволяют пользователю настроить предметную область, стиль речи для эффективной обработки текста с определенной лексикой.

В учебном пособии «Прикладное программное обеспечение: системы автоматической обработки текстов» Михаилом Георгиевичем Мальковским была рассмотрена одна из наиболее интересных и перспективных задач прикладного программирования – задача автоматической обработки тестов на естественном языке.

Система ЛИНАР (ЛИтературно-НАучный Редактор) является интеллектуальной системой комплексного контроля качества и редактирования русскоязычных текстов. В ее формализации была описана следующая проблема: «При написании отдельных фрагментов текста разными авторами для обозначения одной и той же сущности могут быть использованы различные термины, что усложняет понимание текста. Автоматическое обнаружение подобных конфликтов требует привлечения глубоких знаний о понятийном и терминологическом аппарате предметной области, и в ЛИНАР не реализуется» [Мальковский, Грацианова, Полякова, 2000].

1. Постановка задачи

Рассмотрим процесс проверки редактором научного текста. Научный стиль речи характеризуется ограниченным словарем, поэтому в сравнении с художественным текстом научный демонстрирует лексическую бедность. Лексические единицы, формирующие научный текст, можно разделить на общие и специальные. Общие лексические единицы организуют общеупотребительную лексику языка, тогда как специальные являются терминами, «логизированной, подвергнутой социальной обработке и отбору частью специальной лексики» [Митрофанова, 1972].

Если редактор недостаточно компетентен в предметной области, то доступные онлайн-сервисы исправления ошибок в тексте не помогут обнаружить возможное семантическое противоречие, возникшее при употреблении термина в неверном значении, они смогут

произвести работу только над общеупотребительной лексикой [Юргель, 2019]. Для решения этой проблемы необходимо использовать понятийный и терминологический аппарат предметной области [Мальковский, Грацианова, Полякова, 2000], которым является онтология предметной области [Jacquette, 2014].

В качестве неправильного употребления термина в тексте будем рассматривать лексико-семантическую ошибку, когда термин предметной области используется в данном контексте вместо нужного слова из-за незнания или недостаточного знания их лексических значений.

Обнаружение ошибочного употребления термина в тексте сведем к сопоставлению фактического контекста термина с ожидаемым. Для решения задачи потребуется формализация знаний предметной области, представляющая собой спецификацию имен терминов и их значений, следовательно, необходимо разработать онтологию предметной области [Мальковский, Грацианова, Полякова, 2000].

Ограничимся обработкой терминов не в произвольном контексте, а в фиксированном – в контексте их определений, то есть в рамках терминологического словаря. Определения выбранной предметной области не будут содержать формулы.

2. Проектирование онтологии

Множество слов обозначим W (Word), множество терминов – T (Term).

Введем понятие контекста в виде множества C (Context):

$$C = \{c \mid \exists w \in W (w \in c)\}.$$

Таким образом, каждый контекст состоит из слов, одно слово может принадлежать одному и более контексту. Одному контексту соответствует один термин. Получаем взаимно однозначную функцию отображения множества контекстов на множество терминов $g : C \rightarrow T$, при этом отображение множества слов на множество контекстов является сюръективным $f : W \rightarrow C$ [Болтянский, Савин, 2002].

Один термин может быть использован в определении другого термина. Например, термин t_2 входит в состав термина t_1 , следовательно, множество T отображается на себя: $d : T \rightarrow T$.

Проиллюстрируем отображения:

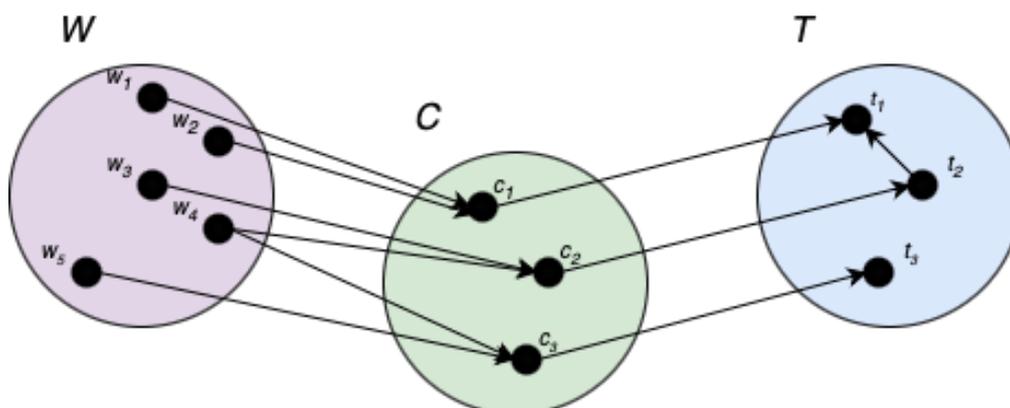


Рис. 1. Отображения g, f, d
 Fig. 1. Mappings g, f, d

Исходя из $f : W \rightarrow C$ и $g : C \rightarrow T$ следует, что для каждого элемента $w \in W$ определен его образ $c = f(w), c \in C$. В свою очередь, для этого элемента c определен образ $t = g(c), t \in T$. То есть для элемента w мы можем поставить в соответствие t , минуя c . Получаем отображение множества W на множество T , называемое композицией отображений f и g [Warner, 2009]:

$$(gf)(w) = g(f(w)).$$

Проиллюстрируем пунктирной линией полученную композицию отображений:

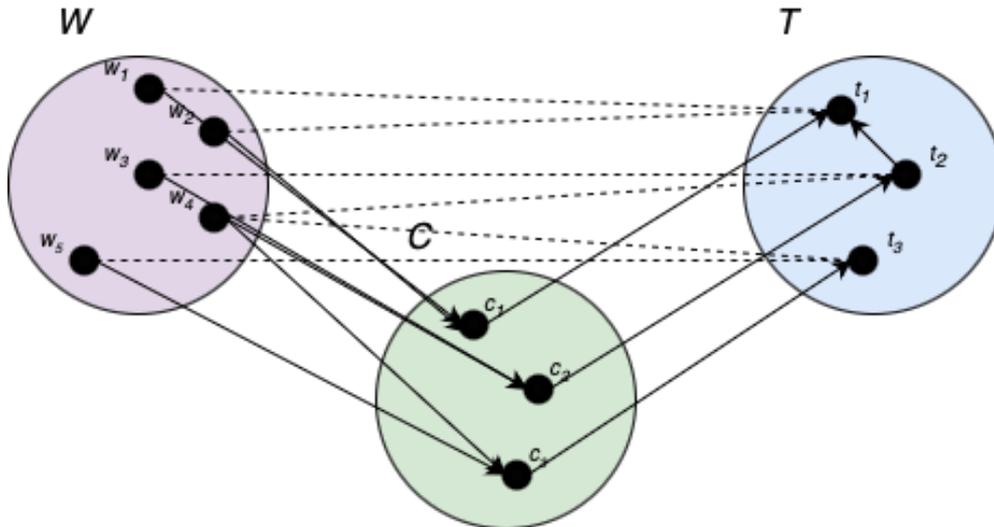


Рис. 2. Отображения g, f композицией g и f (пунктирная линия)
 Fig. 2. Mappings g, f with composition g and f (dotted line)

Математическое определение онтологии [Гаврилова, Хорошевский, 2000]:

$$O = \langle X, R, F \rangle,$$

где:

X – конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области, которую представляет онтология O ;

R – конечное множество отношений между концептами (понятиями, терминами) заданной предметной области;

F – конечное множество функций интерпретации (аксиоматизации).

Осуществим переход к онтологической модели [Thanapalasingam, Osborne, Virukou, Motta, 2018]. Конечное множество концептов будет содержать множества слов, терминов и контекстов: $X = W, C, T$.

Конечное множество отношений между концептами содержит функции отображения g и f : $R = g, f$.

Конечное множество функций интерпретации представляет собой композицию функций отображения g, f и функцию отображения d : $F = (gf)(w), d$.

В дальнейшем потребуется обработка спроектированной онтологии. В данной работе предлагается представление онтологии в виде логической модели, поэтому воспользуемся описательной логикой для её формализации.

Описательные логики – семейство формализмов, используемых для представления знаний [Baader, 2003]. Каждая описательная логика характеризуется своим набором конструкторов и индуктивным правилом, с помощью которого из атомарных концептов и ролей строятся составные концепты и роли соответственно.

В нашем случае для описания онтологии достаточно работать с EL-логикой, допускающей только конструкторы конъюнкции (\wedge), квантора существования (\exists) и концепта «вещь» (T) [Changsheng, 2007]. Добавление конструкторов и, соответственно, переход к другой описательной логике будут повышать вычислительную сложность логической модели [Капустина, Пальчунов, 2019].

С помощью EL-логики опишем множества R и F математической модели онтологии, рассмотренной выше. Набор концептов указан в множестве X .

Множеству R соответствует TBox (терминология) онтологии, опишем её:

$Term \equiv Context$

$Context \equiv Word$

Соответствие термина определенному контексту введем с помощью роли *hasTerm* – контекст1 «имеет термин» термин1, а для ситуации вложенности терминов *includedIn* – термин1 «входит в состав» термин2 [Peng, Tang, Kulmanov, Niu, Hoehndorf, 2022].

Накладываем количественное ограничение для роли *hasTerm*, так как контекст относится только к одному термину [Sikos, 2017]:

$$Context \sqsubseteq \exists hasTerm.T.$$

В таком случае рассматриваемое слово на уровне математической модели будет рассматриваться как два разных элемента w_i и t_i . На уровне онтологии подобного рода ситуации будут отражены в отношениях между понятиями [Salatino, Thanapalasingam, Mannocci, Virukou, Osborne, Motta, 2020].

Для каждого концепта будет определен набор индивидов, представителей данного концепта – АВох (данные) онтологии [Грибова, Шалфеева, 2019]. Таким образом, получим онтологию предметной области, которую обычно представляют в виде графа [Schneider, Schopf, Vladika, Galkin, Simperl, Matthes, 2022]. На рисунке 3 приведен общий пример полученного графа:

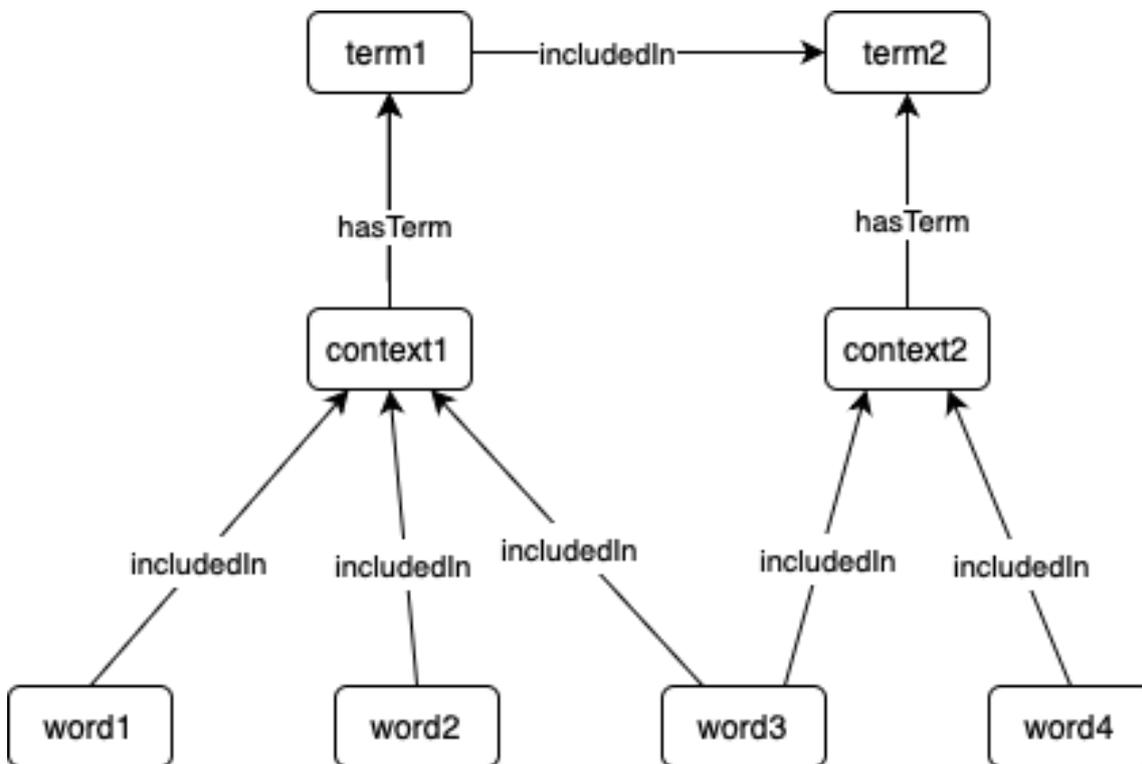


Рис. 3. Пример онтологии предметной области

Fig. 3. An example of a domain ontology

Дальнейшая разработка и заполнение онтологии предлагается производить на языке описания онтологий OWL 2, поддерживающем EL-логику [Баранова, Гоглев, Мигалин, Муштак, 2022].

3. Формализация задачи

В ходе постановки задачи проверка ошибочного употребления термина была сведена к сопоставлению фактического контекста термина с ожидаемым контекстом. Ожидаемым

контекстом являются связанные с термином слова в онтологии предметной области (см п. 2 Проектирование онтологии). Фактический термин будет извлекаться из обрабатываемого текста. Для этого введем понятие знаниевой структуры и рассмотрим процесс преобразования входных данных от цифрового представления научного текста до набора знаниевых структур.

Знаниевая структура представляет собой термин предметной области в качестве главного слова с зависимыми словами, формирующими контекст. Таким образом, она содержит синтаксис и семантику, выделенные из текста.

На рисунке 4 представлены этапы процесса обнаружения ошибочного употребления термина в тексте:

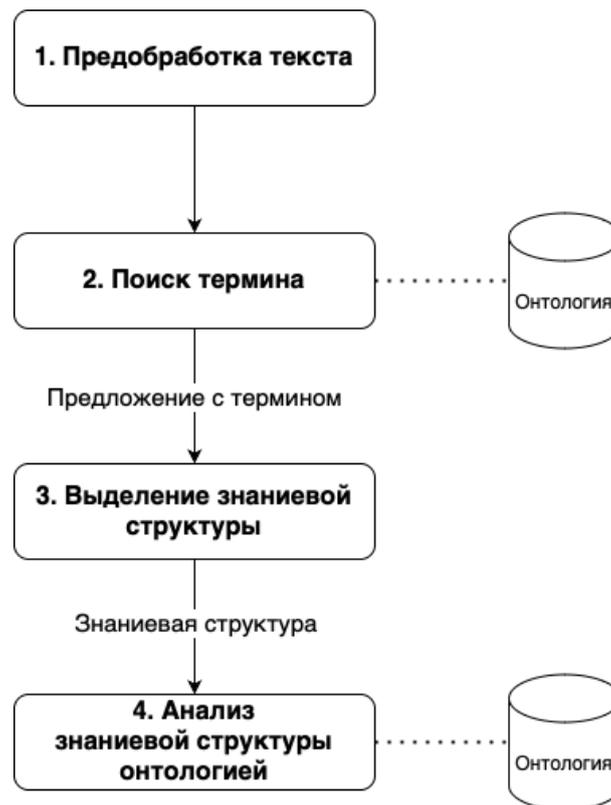


Рис. 4. Процесс обнаружения ошибочного употребления термина предметной области в тексте
Fig. 4. Process of detecting erroneous use of a domain term in a text

Рассмотрим каждый этап.

1. Предобработка текста

Производится токенизация (текст представляется в виде списка предложений со списками слов) и лемматизация (слова заменяются на их начальные формы) текста.

2. Поиск термина

Поиск в тексте термина предметной области со словарем определяет предложения, которые будут обрабатываться в дальнейшем. В качестве словаря выступает онтология предметной области [Wei, Wang, Zhang, Bhatia, Arnold, 2021].

3. Выделение знаниевой структуры

Предложения, содержащие термины предметной области, подвергаются синтаксическому анализу. Из них извлекается знаниевая структура – термин предметной области с зависимыми словами. Результатом синтаксического анализа текста является дерево синтаксического подчинения слов, однако это ресурсозатратный процесс [Chuang, Gupta, Manning, Neer, 2013]. В рамках рассматриваемого исследования достаточно производить частичный синтаксический анализ для поиска зависимых слов обнаруженного термина. Для

извлечения знаниевой структуры можно использовать синтаксический анализатор [Wang, Liu, Desai, Danilevsky, Han, 2014].

4. Анализ знаниевой структуры онтологией

Полученный из текста термин с фактическим контекстом сопоставляется с ожидаемым контекстом из онтологии. Графически обе эти структуры представлены на рисунке 5 [Папуша, 2020], однако обработка фактического контекста будет осуществляться с помощью логического анализа онтологии предметной области, а не графического.

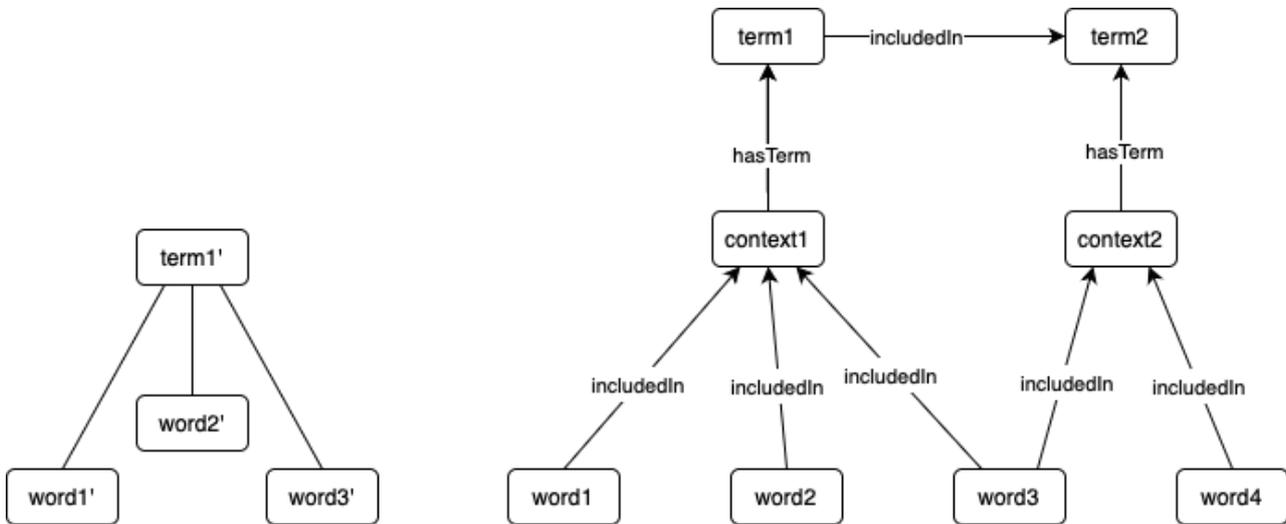


Рис. 5. Знаниевая структура (слева), извлеченная из текста, и онтология предметной области (справа)

Fig. 5. Knowledge structure (left) extracted from text and domain ontology (right)

Предлагается анализировать слова знаниевой структуры и находить их в онтологии предметной области, затем сравнивать термин онтологии, с которым совпало большинство зависимых слов, со словами знаниевой структуры с термином знаниевой структуры. Если термины не совпадают, система в качестве рекомендации для исправления ошибки предлагает ожидаемый термин, то есть термин из онтологии.

Уточним количество слов знаниевой структуры, которое должно совпасть со словами контекста онтологии, чтобы можно было говорить о наличии связи между фактическим и ожидаемым контекстом.

Пусть n – количество слов знаниевой структуры, а m_i – количество слов знаниевой структуры, совпадающее с контекстом i -ого термина онтологии. Случайная дискретная величина X принимает значение 1, если определение анализируемого термина содержится в онтологии, то есть контекст из знаниевой структуры совпал с контекстом термина онтологии, и значение 0, если определение в онтологии отсутствует с вероятностями p_1 и p_2 соответственно.

Получаем $p_1 = \frac{m_i}{n}$, $p_2 = \frac{n - m_i}{n}$. Закон распределения случайной дискретной величины X :

Закон распределения случайной дискретной величины X
 The probability distribution of a discrete random variable X

x_i	0	1
p_i	$1 - p_1$	p_1

Тогда информационная энтропия случайной величины X будет равна [Болтянский, Савин, 2002]:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i = -p_1 \log_2 p_1 - (1-p_1) \log_2 (1-p_1).$$

График зависимости значения $H(X)$ от p_1 приведен на рисунке 6.

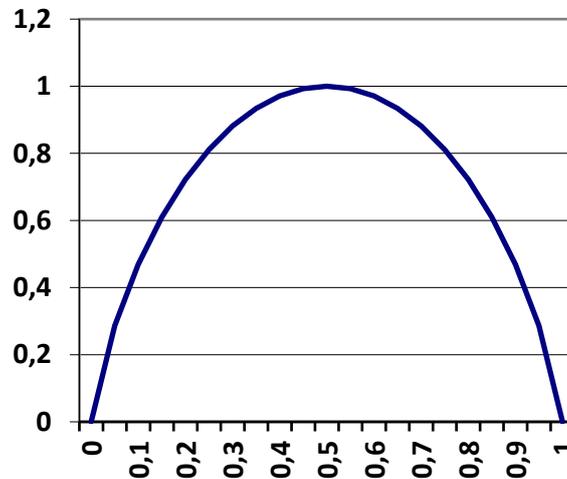


Рис. 6. График зависимости энтропии от вероятности p_1
 Fig. 6. Plot of the relationship between entropy and probability p_1

Максимальное значение энтропии достигается при $p_1 = 0.5$, когда количество слов знамиевой структуры, совпадающих со словами одного из контекстов онтологии, m_i равно половине количества всех слов знамиевой структуры n .

Таким образом, мы можем говорить о наличии связи контекста анализируемого термина с контекстом термина из онтологии, если $p_1 = \frac{m_i}{n} > 0,5$, и утверждать об отсутствии связи, если $p_1 = \frac{m_i}{n} < 0,5$. Однако, в случае $p_1 = \frac{m_i}{n} = 0,5$ получаем максимальное значение неопределенности, появляется необходимость разрешить эту неопределенность.

Нулевая гипотеза (H_0): анализируемый термин принадлежит предметной области онтологии.

Альтернативная гипотеза (H_1): анализируемый термин не принадлежит предметной области онтологии.

Так как мы ограничились обработкой терминов в контексте их определений (см. п. 1 Постановка задачи), альтернативная гипотеза верна, если обнаруженный термин является неоднозначным словом, то есть слово употреблено не в значении, указанном в онтологии [Клышинский, Бунтякова, Карпик, 2021].

Если обнаруженный термин, совпадающий с термином онтологии предметной области, не подвергается анализу, то возможен пропуск ошибочного употребления термина в тексте. Была принята альтернативная гипотеза при истинной нулевой гипотезе, допущена ошибка I рода.

Если производится анализ контекста термина, совпадающего с термином онтологии предметной области, но обладающим другим значением, то результат анализа будет неверным. В этом случае мы приняли нулевую ложную гипотезу, допустив ошибку II рода.

Вычислим вероятности ошибок I и II рода, для этого введём события:

A – термин принадлежит предметной области онтологии;

B – термин не принадлежит предметной области онтологии, являясь омонимом;

C – по произведенной оценке контекста (значение p_1) термин принадлежит предметной области онтологии;



D – по произведенной оценке контекста (значение p_2) термин не принадлежит предметной области онтологии.

Вероятность события B есть ни что иное, как вероятность встретить многозначное слово в тексте, а вероятность события A – вероятность противоположного события.

В «Языке научно-технической литературы» О.Д. Митрофанова [Митрофанова, 1972] утверждает, что пополнение научного словаря происходит в значительной мере не за счет возникновения новых слов, а за счет привлечения слов общего языка. Поэтому обратимся к труду, в котором произведена количественная оценка грамматической неоднозначности некоторых европейских языков [Клышинский, Логачева, Карпик, Бондаренко, 2020].

Для русского языка вероятность встретить в тексте однозначное слово 0,493, то есть: $P(A) = 0,493$, $P(B) = 0,507$.

$P(C) = p_1 = \frac{m_i}{n}$, $P(D) = p_2 = \frac{n - m_i}{n}$ по закону распределения случайной дискретной величины X (см. табл. 1).

Вероятность ошибки первого рода называется уровнем значимости [Михайличенко, 2022]. Она представляет собой произведение вероятностей независимых событий A и D :

$$\alpha = P(A)P(D) = 0,493p_2 = 0,493 \frac{n - m_i}{n}.$$

Вероятность ошибки второго рода:

$$\alpha = P(B)P(C) = 0,507p_1 = 0,507 \frac{m_i}{n}.$$

Уменьшая уровень значимости, увеличиваем вероятность ошибки второго рода. Для разрабатываемого обнаружения ошибочного употребления термина в русскоязычном научном тексте отдаём приоритет уменьшению вероятности ошибки первого рода, и рекомендуем в качестве снижения вероятности ошибки второго рода производить предобработку текста с помощью библиотек синтаксического анализа, содержащих модули снятия омонимии в тексте [Клышинский, Бунтякова, Карпик, 2021].

Возвращаясь к разрешению неопределенности при $p_1 = 0,5$, значение 0,5 отношения m_i и n согласно уменьшению уровня значимости включаем в показатель наличия связи между анализируемым термином и термином онтологии: если $p_1 = \frac{m_i}{n} \geq 0,5$, связь присутствует, иначе – связь отсутствует, дальнейший анализ не производится.

Если в тексте найдено более одного термина предметной области, то производится последовательная обработка каждого предложения.

Возможной ситуацией также является совпадение слов знаниевой структуры со словами более чем одного термина. Назовем подобную ситуацию неоднозначной и приведем в виде блок-схемы на рисунке 7 алгоритм принятия решения о наличии или отсутствии связи анализируемого термина с предметной областью онтологии на этапе процесса обнаружения ошибочного употребления термина, анализа знаниевой структуры онтологией (см. рис. 4).

Пусть t^i – анализируемый термин знаниевой структуры,

k_i, k_j – два максимальных значения отношений $\frac{m_i}{n}$ и $\frac{m_j}{n}$ по убыванию соответственно,

где m_i, m_j количество совпадающих слов контекста с словами i -ого, j -ого терминов онтологии предметной области,

t_i, t_j – i -ый, j -ый термины онтологии предметной области.

Если один термин входит в определение другого термина (находятся в отношении *includedIn*), то при совпадении хотя бы одного слова знаниевой структуры с контекстом термина, находящегося выше в иерархии, сравниваем проверяемый термин с этим термином.

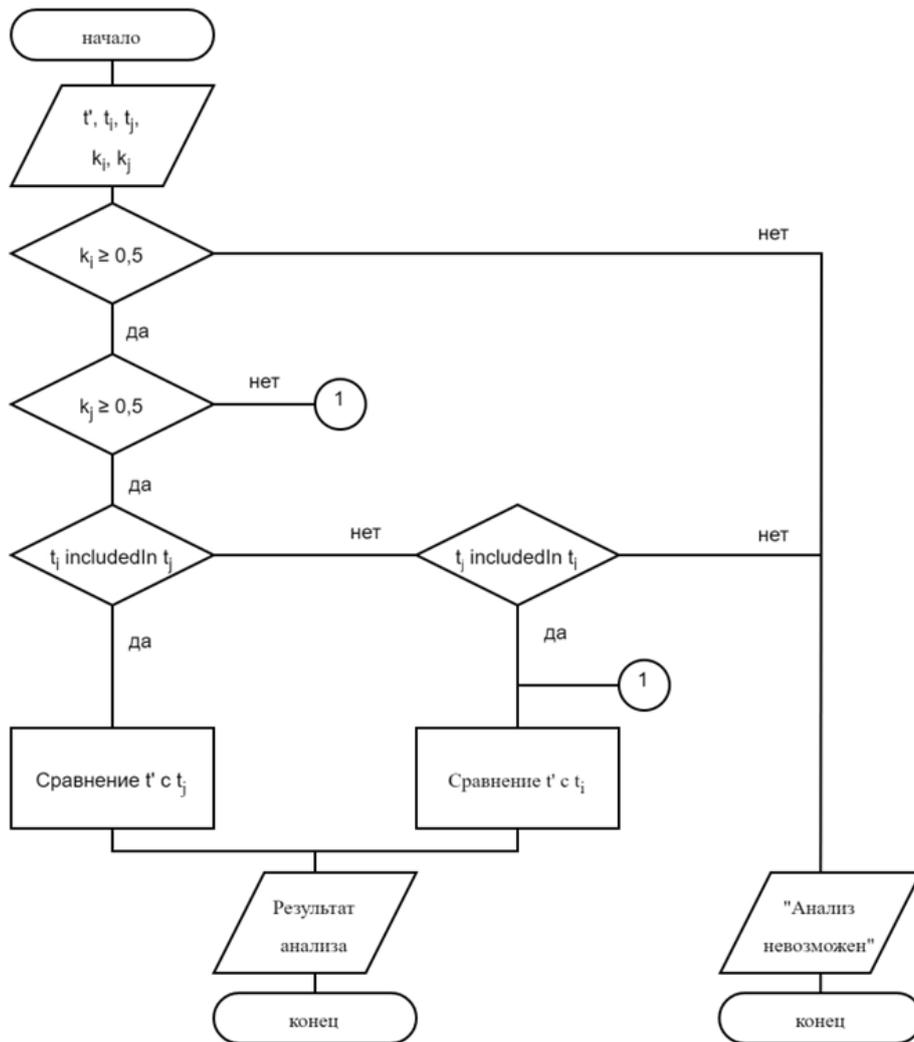


Рис. 7. Алгоритм принятия решения о возможности проведения анализа
 Fig. 7. Algorithm for deciding on the possibility of conducting analysis

Заключение

В работе приведена формализация задачи обнаружения ошибочного употребления термина предметной области в русскоязычном научном тексте. Предложен механизм анализа контекста проверяемого слова, извлекаемого из знаниевой структуры обрабатываемого текста, с помощью онтологии предметной области. Проведена оценка ошибок первого и второго рода и сформирован алгоритм решения неоднозначных ситуаций, когда анализируемый термин не связан с предметной областью онтологии.

В качестве перспективы развития исследования предлагается переход к контекстно-семантическому анализу [Горячкина, 2023], поддерживаемому онтологией предметной области. Таким образом система может обрабатывать термин в произвольном контексте, а не только в контексте определения.

Список источников

Мальковский М.Г., Грацианова Т.Ю., Полякова И.Н. 2000. Прикладное программное обеспечение: системы автоматической обработки текстов. Электронная книга. URL: https://royallib.com/read/malkovskiy_mihail/prikladnoe_programmnoe_obespechenie_sistemi_avtomaticheskoy_obrabotki_tekstov.html (дата обращения: 19 декабря 2023).

Список литературы

- Баранова О.В., Гоглев Н.Н., Мигалин С.А., Муштак О.И. 2022. Подходы к построению и использованию онтологии предметной области интеллектуальной системы управления рисками. *International Journal of Open Information Technologies*, 10(9): 41–52.
- Болтянский В.Г., Савин А.П. 2002. Беседы о математике. Книга 1. М., ФИМА, МЦНМО, 368 с.
- Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. 2000. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб., Питер, 384 с.
- Горячкина С.Ю. 2023. Методика контекстно-семантического анализа: возможности применения на примере исследования термина ЗОЖ. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*, 2: 69–75.
- Грибова В.В., Шалфеева Е.А. 2019. Онтология диагностики процессов. *Онтология проектирования*, 4(34): 449–461. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-449-461.
- Капустина А.И., Пальчунов Д.Е. 2019. Разработка методов интеграции автоматических средств логического вывода для порождения знаний в онтологической модели. *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*, 3: 29–42. DOI: 10.25205/1818-7900-2019-17-3-29-42.
- Клышинский Э.С., Бунтякова В.А., Карпик О.В. 2021. Исследование грамматической неоднозначности наиболее частотных слов русского языка. *Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша*, 58: с. 22.
- Клышинский Э.С., Логачева В.К., Карпик О.В., Бондаренко А.В. 2020. Количественная оценка грамматической неоднозначности некоторых европейских языков. *Вестник НГУ. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация*, 1(18): 5–21. DOI: 10.25205/1818-7935-2020-18-1-5-21
- Митрофанова О.Л. 1972. Язык научно-технической литературы. М., МГУ, 147 с.
- Михайличенко А.А. 2022. Аналитический обзор методов оценки качества алгоритмов классификации в задачах машинного обучения. *Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ»*, 4(311): 52–59. DOI: 10.53598/2410-3225-2022-4-311-52-59
- Папуша С.И. 2020. Онтология и графовые базы данных. *Проблемы экономики и юридической практики*, 3: 268–272.
- Пикалёв Я.С., Вовнянко А.С., Денищенко И.Я. 2018. Анализ автоматических систем проверки правописания русского языка. *Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта»*, 2(9): 60–67.
- Юргель В.Ю. 2019. Сложности моделирования естественного языка. *Вестник науки и образования*, 23(77): 12–14.
- Baader F. 2007. *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge, UK 564 p.
- Changsheng H. 2007. *Non-standard Inference for Explaining Subsumption in the Description Logic EL with General Concept Inclusions and Complex Role Inclusions*. Dresden, Germany, Technische universitat dresden 57 p.
- Chuang J., Gupta S., Manning C., Heer J. 2013. Topic model diagnostics: Assessing domain relevance via topical alignment. *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML-13)*, 28: 612–620.
- Jacquette D. 2014. *Ontology*. NY, USA, Routledge 368 p.
- Peng X., Tang Z., Kulmanov M., Niu K., Hoehndorf R. 2022. Description Logic EL++Embeddings with Intersectional Closure. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.14018>
- Salatino A.A., Thanapalasingam T., Mannocci A., Birukou A., Osborne F., E. Motta. 2020. The computer science ontology: A comprehensive automatically-generated taxonomy of research areas. *Data Intelligence*, 2: 379-416. DOI: 10.1162/dint_a_00055.
- Schneider P., Schopf T., Vladika J., Galkin M., Simperl, Matthes F. 2022. A decade of knowledge graphs in natural language processing: A survey. In He, Y., Ji, H., Li, S., Liu, Y., and Chang, C.-H., editors. *Proceedings of the 2nd Conference of the Asia-Pacific Chapter of the Association for Computational Linguistics and the 12th International Joint Conference on Natural Language Processing*, 1: 601–614.
- Sikos L.F. 2017. *Description Logics in Multimedia Reasoning*. Adelaide, Australia, Springer International Publishing AG 205 p. DOI 10.1007/978-3-319-54066-5.
- Thanapalasingam, T., Osborne, F., Birukou, A., Motta, E. 2018. Ontology-Based Recommendation of Editorial Products. *The Semantic Web – ISWC*, 2: 8–12. DOI:10.1007/978-3-030-00668-6_21.
- Wang C., Liu J., Desai N., Danilevsky M., Han J. 2014. Constructing topical hierarchies in heterogeneous information networks. *Knowledge and Information Systems*, 3: 529–558.

- Warner S. 2009. *Set Theory for Beginners: A Rigorous Introduction to Sets, Relations, Partitions, Functions, Induction, Ordinals, Cardinals, Martin's Axiom, and Stationary Sets – Softcover*. Columbia, MD, U.S.A., GreatBookPrices 208 p.
- Wei X., Wang S., Zhang D., Bhatia P., Arnold A.O. 2021. Knowledge enhanced pretrained language models: A comprehensive survey. ArXiv, abs/2110.08455.

References

- Baranova O.V., Goglev N.N., Migalin S.A., Mushtak O.I. 2022. Podhody k postroeniju i ispol'zovaniju ontologii predmetnoj oblasti intellektual'noj sistemy upravlenija riskami [Approaches to construction and use domain ontologies intelligent control system risks]. *International Journal of Open Information Technologies*, 10(9): 41–52.
- Boltjanskij V.G., Savin A.P. 2002. *Besedy o matematike. Kniga 1 [Conversations about mathematics. Book 1]*. M., FIMA, MCNMO, 368 p.
- Gavrilova T.A., Horoshevskij V.F. 2000. *Bazy znaniy intellektual'nyh sistem [Knowledge bases of intelligent systems]*. SPb., Piter, 384 p.
- Goryachkina S.Yu. 2023. The procedure of contextual semantic analysis: the possibilities of application on the example of the study of the term «healthy lifestyle». *Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*, 2: 69–75. (in Russian)
- Gribova V.V., Shalfeeva E.A. 2019. Ontologija diagnostiki processov [Process diagnostics ontology]. *Ontologija proektirovanija*, 4(34): 449–461. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-449-461.
- Kapustina A.I., Palchunov D.E. 2019. Development of Methods for Integrating Automatic Logical Inference Tools to Generate Knowledge in the Ontological Model. *Vestnik NGU. Serija: Informacionnye tehnologii*, 3: 29–42. (in Russian) DOI: 10.25205/1818-7900-2019-17-3-29-42.
- Klyshinskij Je.S., Buntjakova V.A., Karpik O.V. 2021. Issledovanie grammaticheskoy neodnoznachnosti naibolee chastotnyh slov russkogo jazyka [Study of grammatical ambiguity of the most frequent words in the Russian language]. *Preprinty IPM im. M.V. Keldysha*, 58: p. 22.
- Klyshinskij Je.S., Logacheva V.K., Karpik O.V., Bondarenko A.V. 2020. Quantitative Estimation of Grammatical Ambiguity: Case of European Languages. *Vestnik NGU. Serija: Lingvistika i mezhkul'turnaja kommunikacija*, 1(18): 5–21. (in Russian) DOI: 10.25205/1818-7935-2020-18-1-5-21
- Mitrofanova O.L. 1972. *Jazyk nauchno-tehnicheskoy literatury [Language of scientific and technical literature]*. M., MGU, 147 p.
- Mihajlichenko A.A. 2022. Analytical review of methods for assessing the quality of classification algorithms. *Ezhekvartal'nyj recenziruemyj, referiruemyj nauchnyj zhurnal «Vestnik AGU»*, 4(311): 52–59. (in Russian) DOI: 10.53598/2410-3225-2022-4-311-52-59
- Papusha S.I. 2020. Ontology and graph databases. *Problemy jekonomiki i juridicheskoy praktiki*, 3: 268–272. (in Russian)
- Pikalyov Ya.S., Vovnyanko A.S., Denishenko I.Ya. 2018. Analysis of automatic verification systems spelling of the russian language. *International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems Of Artificial Intelligence» (PAI)*, 2(9): 60–67. (in Russian)
- Jurgel V.Yu. 2019. Complexities of natural language modeling. *Vestnik nauki i obrazovanija*, 23(77): 12–14. (in Russian)
- Baader F. 2007. *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge, UK 564 p.
- Changsheng H. 2007. Non-standard Inference for Explaining Subsumption in the Description Logic EL with General Concept Inclusions and Complex Role Inclusions. *Dresden, Germany, Technische universitat dresden* 57 p.
- Chuang J., Gupta S., Manning C., Heer J. 2013. Topic model diagnostics: Assessing domain relevance via topical alignment. *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML-13)*, 28: 612–620.
- Jacquette D. 2014. *Ontology*. NY, USA, Routledge 368 p.
- Peng X., Tang Z., Kulmanov M., Niu K., Hoehndorf R. 2022. Description Logic EL++Embeddings with Intersectional Closure.
- Salatino A.A., Thanapalasingam T., Mannocci A., Birukou A., Osborne F., E. Motta. 2020. The computer science ontology: A comprehensive automatically-generated taxonomy of research areas. *Data Intelligence*, 2: 379-416. DOI: 10.1162/dint_a_00055.



- Schneider P., Schopf T., Vladika J., Galkin M., Simperl, Matthes F. 2022. A decade of knowledge graphs in natural language processing: A survey. In He, Y., Ji, H., Li, S., Liu, Y., and Chang, C.-H., editors. Proceedings of the 2nd Conference of the Asia-Pacific Chapter of the Association for Computational Linguistics and the 12th International Joint Conference on Natural Language Processing, 1: 601–614.
- Sikos L.F. 2017. Description Logics in Multimedia Reasoning. Adelaide, Australia, Springer International Publishing AG 205 p. DOI 10.1007/978-3-319-54066-5.
- Thanapalasingam T., Osborne F., Birukou A., Motta E. 2018. Ontology-Based Recommendation of Editorial Products. The Semantic Web – ISWC, 2: 8–12. DOI:10.1007/978-3-030-00668-6_21.
- Wang C., Liu J., Desai N., Danilevsky M., Han J. 2014. Constructing topical hierarchies in heterogeneous information networks. Knowledge and Information Systems, 3: 529–558.
- Warner S. 2009. Set Theory for Beginners: A Rigorous Introduction to Sets, Relations, Partitions, Functions, Induction, Ordinals, Cardinals, Martin's Axiom, and Stationary Sets – Softcover. Columbia, MD, U.S.A., GreatBookPrices 208 p.
- Wei X., Wang S., Zhang D., Bhatia P., Arnold A.O. 2021. Knowledge enhanced pretrained language models: A comprehensive survey. ArXiv, abs/2110.08455.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: о potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 02.02.2024

Поступила после рецензирования 28.04.2024

Принята к публикации 05.06.2024

Received February 02, 2024

Revised April 28, 2024

Accepted June 05, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кудинов Виталий Алексеевич, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры программного обеспечения и администрирования информационных систем, Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Бородина Мария Евгеньевна, ассистент кафедры программного обеспечения и администрирования информационных систем, Курский государственный университет, г. Курск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly A. Kudinov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Software Maintenance and Administration of Information Systems, Kursk State University, Kursk, Russian Federation

Maria E. Borodina, assistant of the Department of Software Maintenance and Administration of Information Systems, Kursk State University, Kursk, Russian Federation

УДК 004.052:004.33:658.155
DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-479-488

Типичные ошибки в больших данных по надежности накопителей информации в data-центрах

¹ Насыров И.Н., ² Насыров И.И., ³ Насыров Р.И.

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет
Россия, 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

² ООО «Телеком Интеграция»
Россия, 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Подлужная, д. 60

³ ООО «Газпромнефть – Цифровые решения»
Россия, 190013, г. Санкт-Петербург, ул. Киевская, д. 5
E-mail: ecoseti@yandex.ru, ildarec@mail.ru, rinasyrov@gmail.com

Аннотация. Цифровая экономика основана на сборе и использовании больших данных. Однако с течением времени их объем в централизованных хранилищах (data-центрах) становится настолько велик, что даже только сведения о состоянии накопителей информации сами начинают из себя представлять большие данные. Содержащиеся в них ошибки создают определенные проблемы при оценке надежности оборудования. Целью данного исследования является выявление и анализ указанных ошибок. Рассматривались находящиеся в открытом доступе значения параметров накопителей информации data-центров компании Backblaze за длительный период. В результате был выявлен ряд ошибок, типизация которых укладывается в пять крупных групп: по оформлению, по содержанию, по времени, корректируемые и некорректируемые. Показано, что число ошибок и скорость их прироста можно значительно снизить путем корректировки.

Ключевые слова: data-центр, накопитель информации, показатель надежности, большие данные, ошибка, скорость накопления

Для цитирования: Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. 2024. Типичные ошибки в больших данных по надежности накопителей информации в data-центрах. Экономика. Информатика. 51(2): 479–488. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-479-488

Typical Errors in Big Data on Storage Devices Reliability in Data Centers

¹ Iskandar N. Nasyrov, ² Ildar I. Nasyrov, ³ Rustam I. Nasyrov

¹ Kazan (Volga region) Federal University
18 Kremlyovskaya St, Kazan, Tatarstan, 420008, Russia

² Telecom Integration LLC
60 Podluzhnaya St, Kazan, Tatarstan, 420015, Russia

³ Gazpromneft – Digital Solutions LLC
5 Kievskaya St, St. Petersburg, 190013, Russia
E-mail: ecoseti@yandex.ru, ildarec@mail.ru, rinasyrov@gmail.com

Abstract. The development of the digital economy is based on the collection and use of big data. However, over time, their volume in centralized storages (data centers) becomes so large that even only information about the state of storage devices themselves begin to represent big data. The errors contained in them create certain problems when evaluating the reliability of equipment. The purpose of this study is to identify and analyze such errors. The publicly available parameter values of the data storage devices states in Backblaze data centers for a long period were considered. As a result, a number of errors were identified, the typing of which fits into five large groups: by design, by content, by time, correctable and uncorrectable. It is shown that the number of errors and the rate of their increase can be significantly reduced by adjusting. Also due to the increase over time in the data centers of both the number of drives themselves and the number of recorded



parameters of their state, collectively leading to an accelerated nonlinear increase in the total number of analyzed data, investigation must be continued.

Keywords: data center, storage device, reliability parameter, big data, error, increase rate

For citation: Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I. 2024. Typical Errors in Big Data on Storage Devices Reliability in Data Centers. Economics. Information technologies. 51(2): 479–488 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-479-488

Введение

Актуальность исследования обусловлена необходимостью своевременной оценки надежности накопителей информации в системах централизованного хранения генерируемых в цифровой экономике больших данных (data-центрах). Для этого обычно регулярно снимаются и записываются сведения об их состоянии [Юрков, 2021]. На их основе разрабатываются различные методы прогнозирования выхода из строя накопителей: на основе нейронных сетей [Demidova, 2020; Демидова, Филатов, 2021а, б; Демидова, Фурсов, 2021; Shi et al., 2021; Demidova, Fursov, 2022b], моделей экстремального обучения [Demidova, Fursov, 2022a], бинарной классификации [Демидова, Филатов, 2022; Филатов, 2022; Filatov, Demidova, 2022], стохастической [Peng et al., 2021], адаптационной [Lan et al., 2021], других моделей машинного обучения [Kuznietsova, Kuznietsova, 2020; Demidova, Fursov, 2021].

Научной проблемой является наличие ошибок в исходных сведениях, затрудняющих проведение их анализа. Цель исследования состоит в выявлении подобных ошибок и их типизации для последующего гарантированного устранения. При этом вследствие увеличения с течением времени как числа самих накопителей, так и числа записываемых параметров их состояния, в совокупности приводящих к нелинейному росту общего числа анализируемых данных, исследования необходимо продолжать.

Объекты и методы исследования

Информационной базой исследования послужили ежедневно записываемые SMART-данные (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология самоконтроля, анализа и отчетности) накопителей, находящиеся в свободном доступе на сайте одной из крупнейших в мире групп коммерческих data-центров компании Backblaze (<https://www.backblaze.com/b2/hard-drive-test-data.html>). Они удовлетворяют всем требованиям для прогнозирования сбоя, в связи с чем исследователи всего мира активно используют их в своей работе [Diallo et al., 2021]. В качестве методов исследования выбраны сортировка, подсчет и анализ значений параметров, продолжающих функционировать, снятых досрочно и отказавших накопителей информации за период с 10.04.2013 по 30.06.2022. Накопители на жестких дисках (HDD – hard disk drive) для «холодного» хранения и твердотельные (SSD – solid state drive) для оперативного использования информации рассматривались отдельно.

Было проведено сжатие 325415056 строк с данными за указанный период в 318826 строку путем отбора накопителей, имеющих отличающиеся друг от друга серийные номера, на последнюю дату их упоминания. Из них у 219444 индикатор состояния показывал, что они продолжали функционировать нормально, 84108 были сняты досрочно, 15274 вышли из строя.

Результаты

В результате проведенных исследований надежности накопителей информации были выявлены следующие ошибки в данных об их состоянии:

Во-первых, получено, что один из накопителей модели 00MD00 не имеет серийного номера. Всего накопителей такой модели 2 штуки. Сравнение значений параметров показало, что это все-таки различающиеся друг от друга накопители. Оба были сняты с эксплуатации досрочно.

Во-вторых, у накопителей моделей ST4000DM000 (2 шт.) и HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.) не были указаны емкости на момент отказа. В последнем случае и значения параметров были сбойными. Для корректировки все эти величины были взяты из значений параметров за предыдущие до отказа дни.

В-третьих, у накопителей моделей HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), HGST HUH721212ALN604 (1 шт.), ST12000NM0007 (59 шт.), ST16000NM001G (6 шт.), ST4000DM000 (28 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), TOSHIBA MD04ABA400V (1 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TA (1 шт.), WDC WUH721414ALE6L4 (1 шт.) емкости были отрицательными, равными –1. Значения параметров отсутствовали. Из этих моделей только у HGST HUH721212ALN604 (1 шт.), ST12000NM0007 (57 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), TOSHIBA MD04ABA400V (1 шт.) для корректировки нужные величины можно было взять из значений параметров за предыдущие дни. У остальных моделей HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), ST12000NM0007 (2 шт.), ST16000NM001G (6 шт.), ST4000DM000 (28 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TA (1 шт.), WDC WUH721414ALE6L4 (1 шт.) значения параметров за предыдущие дни отсутствовали. Поэтому корректировка была проведена лишь величины емкости, да и то по аналогичным накопителям из той же серии.

Из этих моделей ST12000NM0007 (1 шт.), ST16000NM001G (6 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), TOSHIBA MD04ABA400V (1 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TA (1 шт.), WDC WUH721414ALE6L4 (1 шт.) были помечены как вышедшие из строя, остальные HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), HGST HUH721212ALN604 (1 шт.), ST12000NM0007 (58 шт.), ST4000DM000 (28 шт.) – как снятые с эксплуатации досрочно.

В-четвертых, в дополнение к предыдущим у накопителей моделей DELLBOSS VD (всего 351 шт.), HGST HMS5C4040ALE640 (3 шт.), HGST HMS5C4040BLE640 (1 шт.), ST12000NM0007 (9 шт.), ST12000NM0008 (8 шт.), ST12000NM001G (8 шт.), ST14000NM001G (3 шт.), ST14000NM0138 (1 шт.), ST16000NM001G (3 шт.), ST4000DM000 (11 шт.), ST8000DM002 (7 шт.), ST8000NM0055 (8 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TEY (2 шт.), TOSHIBA MG08ACA16TE (1 шт.) значения всех SMART-параметров отсутствовали. Из них у HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), ST4000DM000 (8 шт.) еще и величины емкостей были неверными. У модели DELLBOSS (boot optimized storage solution – оптимизированное для загрузки решение для хранения данных) всегда все значения отсутствуют, поэтому в дальнейшем ее исключили из списка рассматриваемых.

Из оставшихся после исключения DELLBOSS только у моделей HGST HMS5C4040ALE640 (3 шт.), HGST HMS5C4040BLE640 (1 шт.), ST12000NM0007 (6 шт.), ST12000NM0008 (8 шт.), ST12000NM001G (4 шт.), ST14000NM001G (1 шт.), ST14000NM0138 (1 шт.), ST16000NM001G (2 шт.), ST4000DM000 (9 шт.), ST8000DM002 (3 шт.), ST8000NM0055 (7 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TEY (2 шт.), TOSHIBA MG08ACA16TE (1 шт.) для корректировки нужные величины можно было взять из значений параметров за предыдущие дни. Остальные модели ST12000NM0007 (3 шт.), ST12000NM001G (4 шт.), ST14000NM001G (2 шт.), ST16000NM001G (1 шт.), ST4000DM000 (2 шт.), ST8000DM002 (4 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.) даже если в предыдущие дни и упоминались, однако значения параметров у них отсутствовали, т. е. они сразу после установки вышли из строя или вовсе не заработали. Поэтому корректировка была проведена в сторону даты первого упоминания таких накопителей.

Также из этих моделей HGST HMS5C4040ALE640 (3 шт.), HGST HMS5C4040BLE640 (1 шт.), ST12000NM0007 (7 шт.), ST12000NM0008 (6 шт.), ST12000NM001G (8 шт.), ST14000NM001G (2 шт.), ST14000NM0138 (1 шт.), ST16000NM001G (3 шт.), ST4000DM000 (9 шт.), ST8000DM002 (7 шт.), ST8000NM0055 (8 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TEY (2 шт.), TOSHIBA MG08ACA16TE (1 шт.) были помечены как вышедшие из строя, остальные ST12000NM0007 (2 шт.), ST12000NM0008 (2 шт.), ST14000NM001G (1 шт.), ST4000DM000 (2 шт.) – как снятые с эксплуатации досрочно. Причем один накопитель модели ST12000NM0008 вначале был помечен как отказавший, а перед заменой – как нормально работающий.



Естественно, что в итоге он был учтен нами как отказавший. Этот особенный вид ошибок наблюдался впервые.

В-пятых, во всех случаях корректировки даты смещались на день раньше для моделей HGST HMS5C4040ALE640 (3 шт.), HGST HMS5C4040BLE640 (1 шт.), HGST HUH721212ALN604 (1 шт.), ST12000NM0007 (62 шт.), ST12000NM0008 (3 шт.), ST12000NM001G (4 шт.), ST14000NM001G (1 шт.), ST16000NM001G (1 шт.), ST4000DM000 (6 шт.), ST8000DM002 (2 шт.), ST8000NM0055 (4 шт.), TOSHIBA MD04ABA400V (1 шт.), на два дня раньше для моделей ST12000NM0007 (1 шт.), ST12000NM0008 (3 шт.), ST4000DM000 (1 шт.), ST8000DM002 (2 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TEY (1 шт.), на три дня раньше для моделей ST12000NM0008 (1 шт.), ST12000NM001G (1 шт.), ST14000NM001G (2 шт.), ST4000DM000 (1 шт.), на четыре дня раньше для моделей ST12000NM001G (1 шт.), ST4000DM000 (2 шт.), ST8000NM0055 (2 шт.), на пять дней раньше для моделей ST12000NM0007 (1 шт.), ST14000NM0138 (1 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), на семь дней раньше для моделей HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), ST16000NM001G (1 шт.), TOSHIBA MG08ACA16TE (1 шт.), на восемь дней раньше для модели ST12000NM0008 (1 шт.), на десять дней раньше для моделей ST8000DM002 (1 шт.), ST8000NM0055 (1 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TEY (1 шт.). У остальных накопителей даты при корректировке не смещались – это у моделей 00MD00 (1 шт.), HGST HMS5C4040ALE640 (1 шт.), ST12000NM0007 (4 шт.), ST12000NM001G (2 шт.), ST16000NM001G (7 шт.), ST4000DM000 (31 шт.), ST8000DM002 (2 шт.), TOSHIBA MG07ACA14TA (1 шт.), WDC WUH721414ALE6L4 (1 шт.).

Распределение ошибок в данных о надежности накопителей информации по типам приведено в таблице 1. Выделены пять групп: по оформлению, по содержанию, по времени, корректируемые и некорректируемые. Приоритет отдан содержанию. Если содержание некорректируемо, то рассматривается оформление. Временной сдвиг при корректировке повторно касается всех тех же случаев, что и по оформлению и содержанию, поэтому вынесен отдельно.

Таблица 1
Table 1

Распределение ошибок в данных о надежности накопителей информации по типам, шт.
Distribution of errors in data on information storage devices reliability by type, pcs.

Ошибки	тип	корректируемые	некорректируемые	всего
Отсутствие серийного номера	оформление	0	1	1
Отсутствие значения емкости	содержание	1	0	1
	оформление	2	0	2
Значение емкости отрицательно	содержание	60	39	99
Отсутствие значения параметров	содержание	48	17	65
Смещение даты	время	118	50	168

Распределение ошибок в данных о надежности по торговым маркам накопителей информации приведено в таблице 2. Для HDD за исключением накопителей марок 00MD00 и SAMSUNG HD, доля которых в общем количестве относительно мала, наибольший процент ошибок имеется у накопителей марки ST (Seagate). Последние составляют и максимальную долю среди всех накопителей. Для SSD наибольший процент ошибок имеется у накопителей марки DELLBOSS, если ошибками считать то, что у них с самого начала никакие значения SMART-параметров не записывались. Для остальных накопителей процент ошибок нулевой.

Таблица 2
 Table 2

Распределение ошибок в данных о надежности по торговым маркам накопителей информации, шт.

Distribution of errors in reliability data by information storage brands, pcs.

Накопители	торговые марки	всего	ошибки	% ошибок
HDD	00MD00	2	1	50,00000
	HGST	53405	7	0,01311
	Hitachi	13246	0	0,00000
	SAMSUNG HD	18	0	0,00000
	ST	179810	154	0,08565
	TOSHIBA	53230	5	0,00939
	WDC	16419	1	0,00609
	Итого	316130	168	0,05314
SSD	CT	294	0	0,00000
	DELLBOSS	351	351	100,00000
	HP SSD	110	0	0,00000
	MTFDDAV	99	0	0,00000
	Samsung SSD	10	0	0,00000
	Seagate SSD	1828	0	0,00000
	SSDSCKKB	4	0	0,00000
	Итого	2696	351	13,01929

Распределение числа ошибок в записях значений параметров накопителей информации по годам приведено на рисунке 1. В последнем временном отрезке данные имеются только за половину 2022 года.

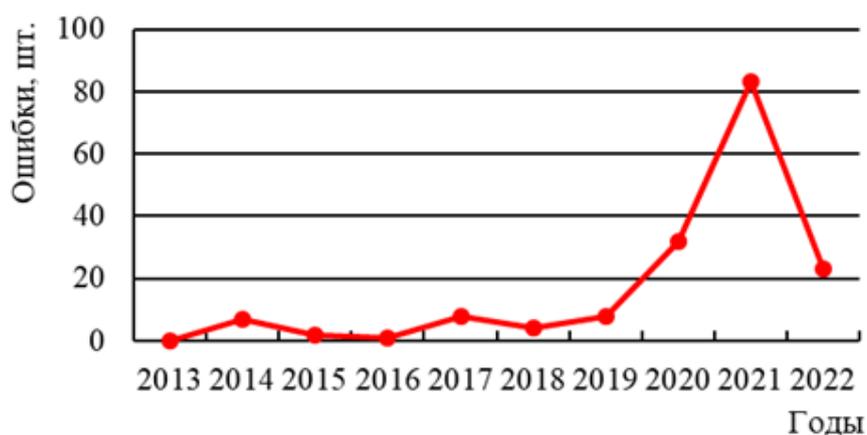


Рис. 1. Число ошибок в записях значений параметров накопителей информации по годам
 Fig. 1. Errors number in the records of data storage parameters values by year

Распределение числа накопителей информации в зависимости от временного сдвига при корректировке приведено на рисунке 2. Задержка записи значений параметров равная нулю означает, что накопители вышли из строя сразу после установки или вовсе не заработали.

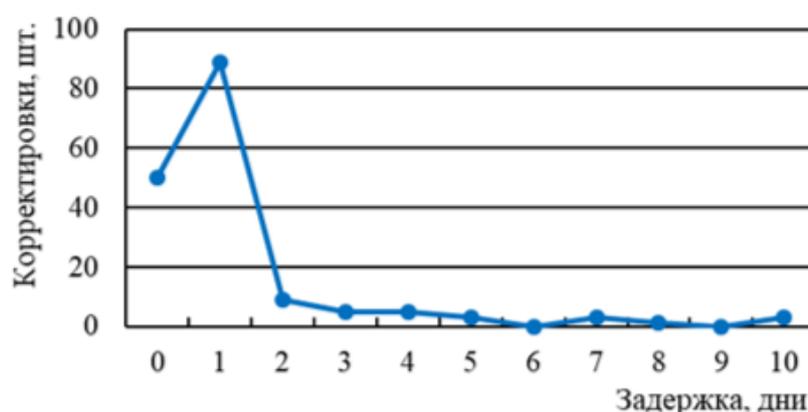


Рис. 2. Распределение числа накопителей информации по дням задержки записи значений параметров

Fig. 2. Distribution of data storage devices number by days of delay in recording parameter values

Обсуждение и выводы

В работе [Cahyadi, 2021] накопители модели DELLBOSS VD, у которых для всех параметров SMART значения отсутствовали, тоже не были включены в дальнейшие анализы. Также была обнаружена аномалия, заключающаяся в том, что для некоторых накопителей в определенный момент времени емкость указана как отрицательная. В тех случаях, когда это происходило, все значения SMART-параметров для этого конкретного накопителя отсутствовали. Но корреляции между отрицательной емкостью и отказом накопителя не обнаружено. На этом основании авторами было принято решение удалить все наблюдения, содержащие отрицательную емкость накопителя, чтобы уменьшить потенциальный шум.

Как вытекает из таблицы 1, доля 168 ошибок в сжатых в 318826 строк данных составляет всего 0,0527 %. И даже относительно только 15274 отказавших накопителей эта доля равна 1,10 %. Поэтому обычный прием при стандартной обработке больших данных, заключающийся в отбрасывании такого незначительного числа ошибок, выглядит вполне оправданным.

Максимальная доля накопителей торговой марки ST (Seagate) и одновременно наибольшая доля ошибок в таблице 2 может быть связана с происходившей в этот период их массовой заменой. Неожиданным на первый взгляд результатом является полное отсутствие ошибок у остальных SSD накопителей, за исключением DELLBOSS. Но если исходить из статистики, то из них вероятность ошибки должна была быть всего для одного накопителя. Поэтому здесь вроде бы всё в порядке.

Единственным тревожным моментом была зависимость скорости их появления от времени. Действительно, согласно рисунку 1, вплоть до 2021 года происходил ускоренный рост числа ошибок. Однако в следующем году он не только приостановился, но даже уменьшился по сравнению с предыдущим. Это вытекает из сопоставления увеличенного в два раза числа ошибок за 2022 год, т. к. данные приведены всего за полгода, с 2021.

Зависимость числа накопителей информации от временного сдвига, связанного с задержкой записи значений параметров при корректировке, приведенное на рисунке 2, имеет вид нормального статистического распределения, обычно получающегося при социологических опросах. Скорее всего это обусловлено тем, что все рассмотренные ошибки вызваны так называемым человеческим фактором, когда даже помеченные как отказавшие накопители не заменялись по несколько дней [Насыров и др., 2022б].

Возможность корректировки большей части ошибок позволяет сделать вывод о пригодности рассматриваемого образца больших данных для построения и тестирования системы оценки и прогнозирования надежности накопителей информации в data-центрах.

Заключение

Таким образом, в результате исследования выявлено, что число ошибок и скорость их ежегодного прироста не является главной причиной проблемы для анализа больших данных по надежности накопителей информации в data-центрах ввиду незначительности их итоговой величины после корректировки. А таковой причиной считаем увеличение с течением времени как числа самих накопителей, так и числа записываемых параметров их состояния, в совокупности приводящих к ускоренному нелинейному росту общего числа данных. Эта проблема отрицательно влияет на возможности применения для предсказания отказа оборудования таких хорошо зарекомендовавших себя в иных случаях инструментов, как нейронные сети и другие методы машинного обучения [Насыров и др., 2022a]. Вследствие указанного обстоятельства предлагается использовать новый матричный метод оперативной оценки и прогнозирования надежности [Насыров и др., 2021a, б; Nasurov et al., 2021], позволяющий преодолеть эту проблему.

Перспектива дальнейших исследований связана с переходом к широкому использованию для хранения информации в data-центрах SSD накопителей [Елизова, Ефимов, 2022]. Хотя в настоящее время они все еще относительно дороже, чем HDD накопители, однако их преимущество в быстродействии при операциях записи/считывания выходит с точки зрения эксплуатации на первый план.

Список литературы

- Демидова Л.А., Филатов А.В. 2021. Контроль и классификация состояния жестких дисков с применением рекуррентных нейронных сетей. Контроль. Диагностика. Т. 24, № 10(280): 36-43. DOI: 10.14489/td.2021.10.pp.036-043. EDN VOVAXJ.
- Демидова Л.А., Филатов А.В. 2022. Разработка модели бинарной классификации состояний дисковых накопителей на основе алгоритма случайного леса с учетом критерия важности признаков. Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сб. тр. межд. науч. конф. (Воронеж, 13–15 декабря 2021). Воронеж: ООО "Вэлборн", 1557-1563. EDN FLBIUQ.
- Демидова Л.А., Филатов А.В. 2021. Разработка модели классификации состояния жестких дисков на основе LSTM-нейронных сетей. Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. Т. 5, № 1: 37-42. EDN WGUDRH.
- Демидова Л.А., Фурсов И.А. 2021. Разработка модели прогнозирования остаточного срока службы накопителей данных с использованием технологии рекуррентных нейронных сетей. Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. Т. 5, № 1: 43-48. EDN CXSKCF.
- Елизова Н.А., Ефимов А.В. 2022. Анализ эффективности и функциональных возможностей программ по выявлению и обработке отказов SSD дисков. Инновации и научно-техническое творчество молодежи: мат. Российской науч.-техн. конф. (Новосибирск, 20–21 апреля 2022). Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, С. 127-131. EDN CXFBAA.
- Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. 2022. Большие данные по надежности накопителей информации в data-центрах. Цифровая экономика. 2 (18): 33-37. DOI: 10.34706/DE-2022-02-04. EDN PVGOEX.
- Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. 2021. Метод многопараметрической оценки надежности жестких дисков. Приборы. № 2: 13-19. EDN LUFJN.
- Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. 2021. Модель для многопараметрической оценки жестких дисков по риску отказа. Автоматизация в промышленности. № 1: 38-42. DOI: 10.25728/avtprom.2021.01.06. EDN EKUFND.
- Насыров И.Н., Насыров И.И., Насыров Р.И. 2022. Прикладные проблемы обеспечения эффективности хранения информации в data-центрах. Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. № 1 (90): 67-76. EDN LEXFPM.
- Филатов А.В. 2022. Подготовка данных и подбор гиперпараметров модели машинного обучения в задачах классификации. Новые информационные технологии в научных исследованиях: мат. XXVII всеросс. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. (Рязань, 07–09



- декабря 2022). В 2-х томах. Том 1. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина. 272-273. EDN PBQUSA.
- Юрков А.А., Петров А.В. 2021. Мониторинг здоровья жестких дисков. Современные технологии в теории и практике программирования: сб. мат. науч.-прак. конф. (Санкт-Петербург, 22 апреля 2021). Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". 228-229. EDN ORSHGC.
- Cahyadi, Forshaw M. 2021. Hard disk failure prediction on highly imbalanced data using LSTM network. Proc. IEEE International Conference on Big Data (Big Data, 15-18 December 2021, Orlando, FL, USA). P. 3985-3991. DOI: 10.1109/BigData52589.2021.9671555.
- Demidova L.A., Fursov I.A. 2021. Aspects of Feature Engineering in the Problem of Predicting the Service Life of Hard Drives. Proc. 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA 2021: 3. Lipetsk, 10–12 November 2021). Lipetsk. P. 1188-1191. DOI: 10.1109/SUMMA53307.2021.9632089. EDN QAXGJS.
- Demidova L.A., Fursov I.A. 2022. Disk Drives Remaining Useful Life Prediction Using the Extreme Learning Machine. Hybrid methods of modeling and optimization in complex systems: Proc. International Workshop "Hybrid methods of modeling and optimization in complex systems" (HMMOCS 2022. Krasnoyarsk, 22–24 November 2022) / Krasnoyarsk Regional Science and Technology City Hall, Russia Siberian Federal University, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. London, United Kingdom: European Proceedings. P. 304-312. DOI: 10.15405/epct.23021.37. EDN FLGYEF.
- Demidova L., Fursov I. 2022. Software Implementation of Neural Recurrent Model to Predict Remaining Useful Life of Data Storage Devices. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1526. P. 391-400. DOI: 10.1007/978-3-030-94141-3_31. EDN YYPNEN.
- Demidova L.A. 2020. Recurrent Neural Networks' Configurations in the Predictive Maintenance Problems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 2019 Workshop on Materials and Engineering in Aeronautics (Moscow, 16–17 October 2019). Vol. 714. Moscow: Institute of Physics Publishing. P. 012005. DOI: 10.1088/1757-899X/714/1/012005. EDN GSGYWN.
- Diallo M.S., Mokeddem S.A., Braud A., Frey G., Lachiche N. 2021. Identifying benchmarks for failure prediction in industry 4.0. Informatics. 8(4). P. 68. DOI: 10.3390/informatics8040068.
- Filatov A., Demidova L. 2022. Application of Recurrent Networks to Develop Models for Hard Disk State Classification. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1526. P. 380-390. DOI: 10.1007/978-3-030-94141-3_30. EDN MPRDYP.
- Kuznietsova N., Kuznietsova M. 2020. Data Mining Methods Application for Increasing the Data Storage Systems Fault-Tolerance. IEEE 2nd International Conference on System Analysis and Intelligent Computing (SAIC 2020: 2. Kyiv, 05–09 October 2020). Kyiv. P. 9239222. DOI: 10.1109/SAIC51296.2020.9239222. EDN ADWUKB.
- Lan X., Feng M., Ng D., Liu Y., Liu J., Xu F., He C. 2021. Adversarial Domain Adaptation with Correlation-Based Association Networks for Longitudinal Disk Fault Prediction. Proc. International Joint Conference on Neural Networks (Virtual, Shenzhen, 18–22 July 2021). Virtual, Shenzhen, DOI: 10.1109/IJCNN52387.2021.9533383. EDN JKAIY.
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. 2021. Method for HDD Reliability Multiparametric Assessment. Revista San Gregorio. Is. 44, Special edition. P. 167-178. EDN JBJRZ.
- Peng Y., Wang Y., Wang G., Tsui K.-L. 2021. Doubly Stochastic Cumulative Damage Model for RUL Prediction of HDDs in Uncertain Operating Environments. IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol. 68, No. 9. P. 8743-8752. DOI: 10.1109/TIE.2020.3013777. EDN XQDZHR.
- Shi C., Wu Z., Lv X., Ji Y. 2021. DGTL-Net: A Deep Generative Transfer Learning Network for Fault Diagnostics on New Hard Disks. Expert Systems with Applications. Vol. 169. P. 114379. DOI: 10.1016/j.eswa.2020.114379. EDN HGACRB.

References

- Demidova L.A., Filatov A.V. 2021. Monitoring and classifying the state of hard disks using recurrent neural networks. Testing. Diagnostics. Vol. 24, No. 10 (280): 36-43. DOI 10.14489/td.2021.10.pp.036-043. (in Russian).
- Demidova L.A., Filatov A.V. 2022. Razrabotka modeli binarnoy klassifikatsii sostoyaniy diskovykh nakopiteley na osnove algoritma sluchaynogo lesa s uchetom kriteriya vazhnosti priznakov [Development of a binary classification model of disk drive states based on a random forest algorithm,

- taking into account the criterion of features importance]. Aktual'nyye problemy prikladnoy matematiki, informatiki i mekhaniki: sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. (Voronezh, 13–15 December 2021). Voronezh: Velborn LLC. P. 1557-1563.
- Demidova L.A., Filatov A.V. 2021. Development of a hard disk state classification model based on the LSTM architecture of recurrent neural networks. High-performance computing systems and technologies. Vol. 5, No. 1. P. 37-42. (in Russian).
- Demidova L.A., Fursov I.A. 2021. Development of a model for predicting the residual useful life of data drives using recurrent neural network technology. High-performance computing systems and technologies. Vol. 5, No. 1. P. 43-48. (in Russian).
- Elizova N., Efimov A. 2022. Analysis of the effectiveness and functionality of programs for detecting and processing SSD disk failures. Innovatsii i nauchno-tekhnicheskoye tvorchestvo molodezhi: materialy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. (Novosibirsk, 20–21 April 2022). Novosibirsk: Siberian State University of Telecommunications and Information Science, P. 127-131. (in Russian).
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I. 2022. Big data on storage devices reliability in data centers. Cifrovaya ekonomika. No. 2 (18). P. 33-37. DOI 10.34706/DE-2022-02-04. (in Russian).
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I. 2021. Method for HDD reliability multiparametric assessment. Instruments. No. 2. P. 13-19. (in Russian).
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I. 2021. A model for HDD multiparametric assessment by failure risk. Automation in Industry. No. 1. P. 38-42. DOI 10.25728/avtprom.2021.01.06. (in Russian).
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I. 2022. Applied problems of ensuring information storage devices efficiency in data centers. Social'no-ekonomicheskie i tekhnicheskie sistemy: issledovanie, proektirovanie, optimizatsiya. No. 1 (90). P. 67-76. (in Russian).
- Filatov A.V. 2022. Podgotovka dannykh i podbor giperparametrov modeli mashinnogo obucheniya v zadachakh klassifikatsii [Data preparation and selection of hyperparameters of the machine learning model in classification tasks]. Novyye informatsionnyye tekhnologii v nauchnykh issledovaniyakh: materialy XXVII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, molodykh uchenykh i spetsialistov. (Ryazan, 07–09 December 2022). In 2 vol. Vol. 1. Ryazan: Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, P. 272-273.
- Yurkov A.A., Petrov A.V. 2021. Monitoring zdorov'ya zhestkikh diskov [Monitoring the health of hard drives]. Sovremennyye tekhnologii v teorii i praktike programmirovaniya: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii (Saint Petersburg, 22 April 2021). Saint Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, P. 228-229.
- Cahyadi, Forshaw M. 2021. Hard disk failure prediction on highly imbalanced data using LSTM network. Proc. IEEE International Conference on Big Data (Big Data, 15-18 December 2021, Orlando, FL, USA). P. 3985-3991. DOI: 10.1109/BigData52589.2021.9671555.
- Demidova L.A., Fursov I.A. 2021. Aspects of Feature Engineering in the Problem of Predicting the Service Life of Hard Drives. Proc. 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA 2021: 3. Lipetsk, 10–12 November 2021). Lipetsk. P. 1188-1191. DOI: 10.1109/SUMMA53307.2021.9632089. EDN QAXGJS.
- Demidova L.A., Fursov I.A. 2022. Disk Drives Remaining Useful Life Prediction Using the Extreme Learning Machine. Hybrid methods of modeling and optimization in complex systems: Proc. International Workshop “Hybrid methods of modeling and optimization in complex systems” (HMMOCS 2022. Krasnoyarsk, 22–24 November 2022) / Krasnoyarsk Regional Science and Technology City Hall, Russia Siberian Federal University, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. London, United Kingdom: European Proceedings. P. 304-312. DOI: 10.15405/epct.23021.37. EDN FLGYEF.
- Demidova L., Fursov I. 2022. Software Implementation of Neural Recurrent Model to Predict Remaining Useful Life of Data Storage Devices. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1526. P. 391-400. DOI: 10.1007/978-3-030-94141-3_31. EDN YYPNEN.
- Demidova L.A. 2020. Recurrent Neural Networks' Configurations in the Predictive Maintenance Problems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 2019 Workshop on Materials and Engineering in Aeronautics (Moscow, 16–17 October 2019). Vol. 714. Moscow: Institute of Physics Publishing. P. 012005. DOI: 10.1088/1757-899X/714/1/012005. EDN GSGYWN.
- Diallo M.S., Mokeddem S.A., Braud A., Frey G., Lachiche N. 2021. Identifying benchmarks for failure prediction in industry 4.0. Informatics. 8(4). P. 68. DOI: 10.3390/informatics8040068.
- Filatov A., Demidova L. 2022. Application of Recurrent Networks to Develop Models for Hard Disk State



- Classification. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1526. P. 380-390. DOI: 10.1007/978-3-030-94141-3_30. EDN MPRDYP.
- Kuznietsova N., Kuznietsova M. 2020. Data Mining Methods Application for Increasing the Data Storage Systems Fault-Tolerance. IEEE 2nd International Conference on System Analysis and Intelligent Computing (SAIC 2020: 2. Kyiv, 05–09 October 2020). Kyiv. P. 9239222. DOI: 10.1109/SAIC51296.2020.9239222. EDN ADWUKB.
- Lan X., Feng M., Ng D., Liu Y., Liu J., Xu F., He C. 2021. Adversarial Domain Adaptation with Correlation-Based Association Networks for Longitudinal Disk Fault Prediction. Proc. International Joint Conference on Neural Networks (Virtual, Shenzhen, 18–22 July 2021). Virtual, Shenzhen, DOI: 10.1109/IJCNN52387.2021.9533383. EDN JKAIY.
- Nasyrov I.N., Nasyrov I.I., Nasyrov R.I., Khairullin B.A. 2021. Method for HDD Reliability Multiparametric Assessment. Revista San Gregorio. Is. 44, Special edition. P. 167-178. EDN JBJRZ.
- Peng Y., Wang Y., Wang G., Tsui K.-L. 2021. Doubly Stochastic Cumulative Damage Model for RUL Prediction of HDDs in Uncertain Operating Environments. IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol. 68, No. 9. P. 8743-8752. DOI: 10.1109/TIE.2020.3013777. EDN XQDZHR.
- Shi C., Wu Z., Lv X., Ji Y. 2021. DGTL-Net: A Deep Generative Transfer Learning Network for Fault Diagnostics on New Hard Disks. Expert Systems with Applications. Vol. 169. P. 114379. DOI: 10.1016/j.eswa.2020.114379. EDN HGACRB.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 29.11.2023

Received November 29, 2023

Поступила после рецензирования 04.03.2024

Revised March 04, 2024

Принята к публикации 05.05.2024

Accepted May 05, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Насыров Искандар Наирович, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики предприятий и организаций Набережночелнинского института (филиала), Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Iskandar N. Nasyrov, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economics of Enterprises and Organizations of the Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Насыров Ильдар Искандарович, кандидат технических наук, сервис-менеджер, ООО «Телеком Интеграция», г. Казань, Россия

Ildar I. Nasyrov, Candidate of Technical Sciences, Service Manager of Telecom Integration LLC, Kazan, Russia

Насыров Рустам Искандарович, руководитель портфеля проектов, ООО «Газпромнефть – Цифровые решения», Санкт-Петербург, Россия

Rustam I. Nasyrov, Head of the Project Portfolio of Gazpromneft – Digital Solutions LLC, St. Petersburg, Russia

УДК 004.056

DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-489-498

Оптимизация передачи сообщений в сетевых информационных системах

Сумин В.И., Лукин М.А.

Воронежский институт ФСИН России,
Россия, 394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1а
E-mail: viktorsumin51@yandex.ru, lykinma@mail.ru

Аннотация. В статье для сетевой информационной системы анализировалась маршрутизация сообщений с использованием ориентированного графа, для которого в соответствии с задаваемыми требованиями и ограничениями определялось множество двухсторонних связей для каждой пары узлов конечных через узлы транзитные. Процесс формализации передачи сообщений в сетевых информационных системах осуществляется с использованием теории графов с задаваемыми требованиями и ограничениями. В данной статье используется группа ограничений, которая включает структуру и длину маршрута. На основании предложенного метода определяется связь количество и длины маршрутов в зависимости от степени связности графа этой сети. В статье приведена лемма, на основе которой определяется множество всех маршрутов передачи сообщений в соответствии с задаваемыми ограничениями маршрутов передачи сообщений.

Ключевые слова: сетевые информационные системы, неориентированный граф, орграф, приоритеты передачи сообщений, взвешенный ориентированный граф, целочисленная весовая функция, образ вершины на графе, связанность графа

Для цитирования: Сумин В.И., Лукин М.А. 2024. Оптимизация передачи сообщений в сетевых информационных системах. Экономика. Информатика, 51(2): 489–498. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-489-498

Optimization of Message Transmission in Network Information Systems

Victor I. Sumin, Mikhail A. Lukin

Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia,
1a Irkutskaya St, Voronezh, 394072, Russia
E-mail: viktorsumin51@yandex.ru, lykinma@mail.ru

Abstract. The article analyzed message routing for a network information system using an oriented graph, for which, in accordance with the specified requirements and restrictions, a set of two-way connections was determined for each pair of terminal nodes through transit nodes. The process of formalizing message transmission in network information systems is carried out using graph theory with specified requirements and constraints. This article uses a group of constraints that include the structure and length of the route. Based on the proposed method, the relationship between the number and length of routes is determined depending on the degree of connectivity of the graph of this network. The article presents a lemma based on which the set of all message transmission routes is determined in accordance with the specified restrictions of message transmission routes.

Keywords: network information systems, undirected graph, digraph, message transmission priorities, weighted oriented graph, integer weight function, vertex image on the graph, graph connectivity

For citation: Sumin V.I., Lukin M.A. 2024. Optimization of Message Transmission in Network Information Systems. Economics. Information technologies, 51(2): 489–498 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-2-489-498

Введение

Структура любой сетевой информационной системы (СИС) состоит из узлов, через которые передаются различные сообщения и их условно можно разделить на узлы оконечные (УО) и узлы транзитные (УТ). Если любая пара УО, которая имеет возможность передавать сообщения друг другу, то будем говорить, что они находятся в сигнальном отношении. Для реализации сигнальных отношений необходимо сформировать множество маршрутов передачи сообщений через УТ, как в прямом, так и в обратном направлениях. Эту задачу целесообразно решать с использованием теории графов. Для этого необходимо определить произвольную структуру и провести анализ маршрутов передачи сообщений в СИС на основе графа с произвольно заданным набором параметров маршрутов. Причем построение такого графа необходимо определять с задаваемыми ограничениями на маршруты передачи сообщений в СИС [Акимов, 2003; Зыков, 2004; Жиляков и др., 2019; Белов и др. 2018].

Объекты и методы исследования

Целью работы является оптимизация передачи сообщений в сетевых информационных системах.

Постановка задачи. Определим необходимые требования при разработке маршрутов передачи сообщений в СИС [Сумин и др. 2021; Сумин и др. 2023а; Сумин и др. 2023б]:

1. Передача сообщений должна осуществляться по кратчайшему маршруту через УТ, количество УТ и будет определять его длину;
2. В том случае если УО смежен другому УО, тогда маршрут может не иметь УТ;
3. Количество УТ для передачи сообщений в СИС от УО, который будем называть узлом источника (УИ) к узлу УО, который будем называть узлом назначения (УН) не должен быть больше определенного числа;
4. Любой УТ, который осуществляет передачу сообщений в СИС, может быть включен в маршрут только один раз (не должно быть циклов и петель);
5. Из множества кратчайших доступных маршрутов выбирается любой;
6. Если из множества кратчайших доступных маршрутов некоторые недоступны тогда, выбирается любой с минимальной длиной;
7. Из множества кратчайших доступных маршрутов выбирается маршрут с наибольшим приоритетом [Сумин, Лукин, 2022; Лукин, Сумин, 2023; Лукин, 2022];
8. Из множества кратчайших доступных маршрутов выбираются маршруты, имеющие наибольший приоритет, т. е. СИС функционирует в нормальном режиме, маршруты с низшим приоритетом функционируют только в том случае, если маршруты более высоких приоритетов недоступны;
9. Между узлами УИ и УН СИС должно существовать не менее одного маршрута, как в прямом направлении, так и в обратном направлениях (двухсторонняя связь).

Исходя из этих требований структура СИС должна для каждой пары УИ и УН обеспечить два маршрута в прямом и обратном направлениях, не должно иметься циклов и петель, количество УТ должно быть меньше числа $T \geq 0$, а количество приоритетов выбора направлений передачи сообщений в любом УТ должно быть меньше числа $P \geq 1$. Передача сообщения в направлении УН должна быть равно разделена в каждом узле между всеми маршрутами одной длины. Для решения задачи маршрутизации в СИС будем использовать теорию графов.

Результаты и их обсуждение

Актуальной проблемой при функционировании СИС является оптимизация и надежность передачи сообщений в таких системах. Наиболее актуальным подходом для анализа функционирования СИС является применение теории графов [Акимов, 2003; Зыков, 2004; Жиляков и др., 2019]. Существующие модели и методы требуют дальнейшего развития в направлении определения ограничений на маршрутизацию передачу сообщений в СИС, что потребует разработки вычислительных алгоритмов. Следовательно, актуальна задача разработки подходов к анализу маршрутизации на графе СИС произвольной структуры с разнообразным набором параметров маршрутизации для оптимизации и надежности передачи сообщений в таких системах [Сумин, Лукин, 2022; Лукин, Сумин, 2023; Лукин, 2022]. Системы специального назначения, которые используют свои СИС, становятся все более распространенными и необходимы для оперативного решения задач [Сумин и др. 2023а; Сумин и др. 2023б; Сумин, Лукин, 2022].

Определим неориентированный граф $G = (V, E)$, где V вершинами являются узлы УО и УТ, а дуги – E это дуги между вершинами УО и УТ. Пусть V_1 это вершины УО, и V_2 – это вершины УТ. Следовательно, множество вершин V нашего графа состоит из множеств V_1 и V_2 т. е. $V = V_1 \cup V_2$. В соответствии с определением необходимых требований (9) при разработке маршрутов передачи сообщений в СИС определим множество R , двухсторонних связей в виде $R \subset V_1 \times V_2$. Следовательно, для множества R справедливы выражения $(u, v) \in R$ и $(v, u) \in R$.

Определим $l(u, v) = (u, x_1, \dots, x_t, v)$ как маршрут передачи сообщений из УИ u в УО v , а через $L(u, v) = t$ – определим количество УТ этого маршрута. Определим $\varphi(u, v)$ как множество маршрутов из УИ u в УО v графа G . Отметим тот факт, что для УИ u и УО v $(u, v) \in R$ граф G должны существовать выражения $\varphi(u, v)$ и $\varphi(v, u)$.

$$\varphi = \bigcup_{(u,v) \in R} \varphi(u, v), \quad (1)$$

В качестве примера рассмотрим СИС, приведенную на рисунке 1, и определим все маршруты в ней в соответствии с необходимыми требованиями при разработке маршрутов передачи сообщений в этой сети.

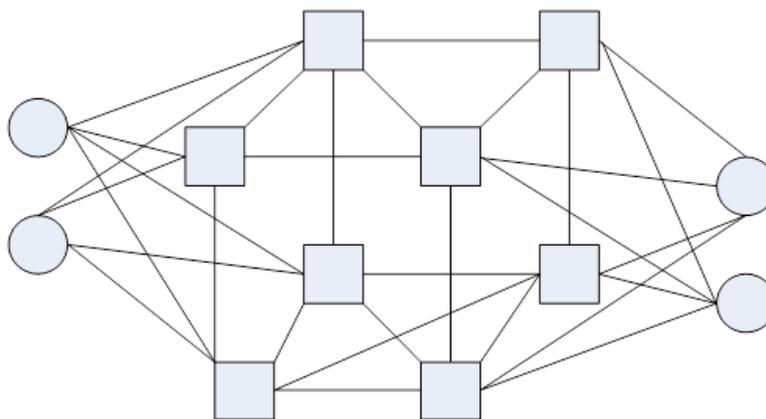


Рис. 1. Пример структуры сетевой информационной системы
 Fig. 1. An example of the structure of a network information system

Где на рисунке 1 окружности – это УО, квадраты – это УТ, линии – это каналы передачи сообщений.

На рисунке 2 наша рассматриваемая СИС представлена в виде граф $G = (V, E)$.

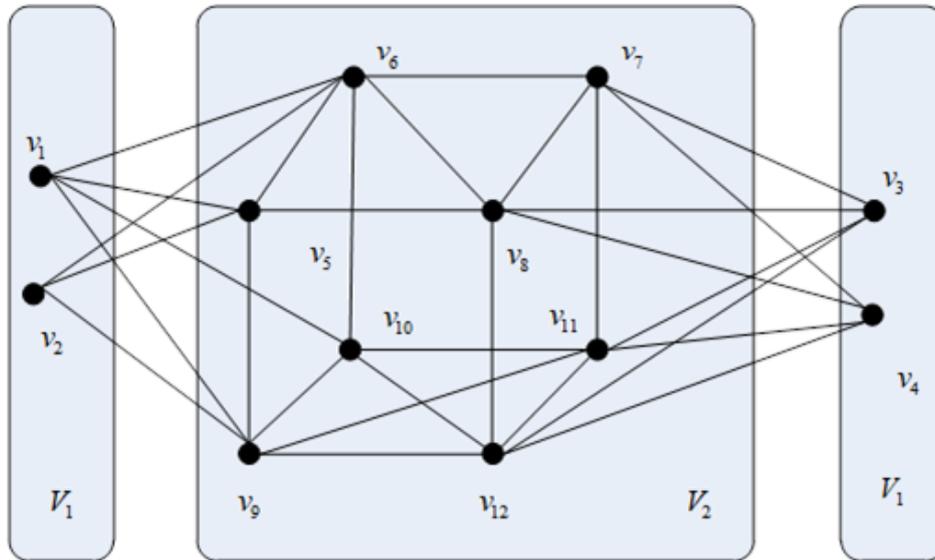


Рис. 2. Структура графа $G = (V, E)$

Fig. 2. Graph structure $G = (V, E)$

Для рассматриваемого графа $G = (V, E)$ получим, что $V_1 = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$, а $V_2 = \{v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}\}$. Учитывая, что у нас в СИС двухсторонняя связь, тогда справедливо выражение $R = \bigcup_{i,j} \{(v_i, v_j)\}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}, i \neq j$.

Определим множества

$$V_1^i = \{u \in V_1 : (u, v_i) \in R, u \neq v_i\} \quad (2)$$

и

$$\varphi(v_i) = \bigcup_{u \in V_1^i} \varphi(u, v_i). \quad (3)$$

Множество V_1^i формируется из вершин графа, соответствующее узлам СИС, которые имеют в СИС двухстороннюю связь с УО v_i . Следовательно, $\varphi(v_i)$ формируется из вершин графа на основе всех маршрутов с УО v_i . Основываясь на выражениях (1) и (3), справедливо выражение (4).

$$\varphi = \bigcup_{v_i \in V_1} \varphi(v_i) \quad (4)$$

Определим оргграф $G_{v_i} = (V^i, A_{v_i})$, в котором сконцентрирована вся совокупность маршрутов графа G к УО v_i , поэтому $V = V_1 \cup V_2$, тогда справедливо выражение (5).

$$V^i = V_1^i \cup V_2^i \cup \{v_i\}, \quad (5)$$

где V_1^i формируется на основе (2), а V_2^i будет представлено в виде:

$$V_2^i = \{x \in V_2 : (u, \dots, x, \dots, v_i) \in \varphi(v_i), (u, v_i) \in R\}. \quad (6)$$

На рисунке 3 приведена иллюстрация оргграфа G_{v_i} , а также УИ $V_1^i = \{u_1, u_2\}$ и УТ $V_2^i = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\}$ и маршруты передачи сообщений УИ к УО v_i $\varphi(u_1, v_i)$ и $\varphi(u_2, v_i)$.

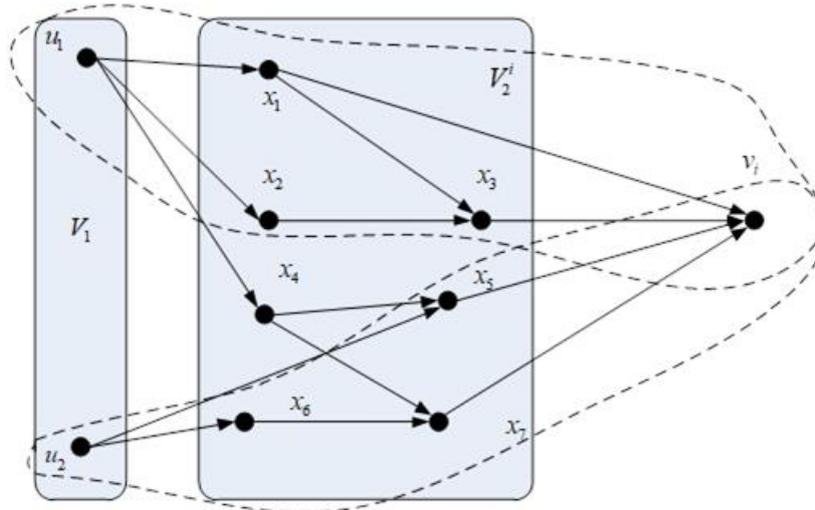


Рис. 3. Структура орграфа G_{v_i}

Fig. 3. Graph structure G_{v_i}

Для орграфа G_{v_i} , приведенного на рисунке 3, зададим множество $\rho = \{1, \dots, P\}$, которое определит значения приоритетов передачи сообщений для каждого направления в СИС, на основе орграфа G_{v_i} создадим взвешенный ориентированный граф $G_{v_i}[\rho] = (V^i, A_{v_i}, \rho)$ [Акимов, 2003; Зыков, 2004; Жилияков и др., 2019; Лукин, Сумин, 2023; Лукин, 2022]. Для графа $G_{v_i}[\rho] = (V^i, A_{v_i}, \rho)$ для каждого ребра определим целочисленную весовую функцию $p(\cdot, \cdot)$ с использованием множества $\rho = \{1, \dots, P\}$. Определим множество $D^i(u)$, как образ вершины на графе G_{v_i} (рисунок 4).

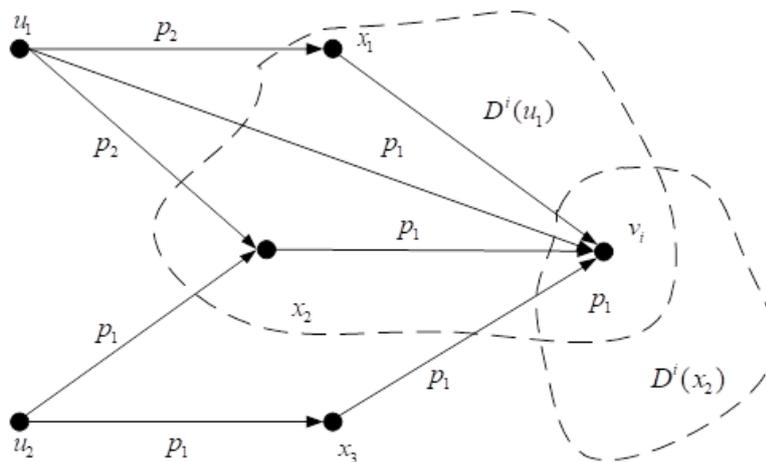


Рис. 4. Пример графа $G_{v_i}[\rho]$

Fig. 4. Graph structure $G_{v_i}[\rho]$

На рисунке 4 считаем, что $\rho = \{p_1, p_2\}$, где $p_1 < p_2$ и поэтому $D^i(u_1) = \{x_1, x_2, v_i\}$, а $D^i(x_2) = \{v_i\}$. На основе приведенного подхода по аналогии можно определить другие образы вершин на графе G_{v_i}

Основываясь на вышеизложенном, введем ограничения на маршрутизацию для нашей СИС.

Определим ограничения на маршрутизацию для нашей СИС в виде ориентированного графа G_{v_i} , в соответствии с определением необходимых требований (9) при разработке маршрутов передачи сообщений в СИС определим множество R , двухсторонних связей в виде $R \subset V_1 \times V_2$. Для каждой пары УО $(u, v) \in R$ определим ограничения маршрутов передачи сообщений, такие что:

1. Количество УТ для любого маршрута должно быть ограничено ($0 \leq L(u, v) \leq T$).
2. Любой маршрут передачи сообщений должен представлять из себя простую цепь графа G и все УТ должны принадлежать множеству V_2 .

Определение таких маршрутов было решено, при условии, что любая вершина графа G передает сообщения всем вершинам этого графа, т. е. он связный. Ясно, что в графе G общее количество вершин, а также их длина имеет прямую зависимость от числа $\kappa(G)$, которое естественным образом зависит от вершинной связности. Очевиден тот факт, что надежность функционирования СИС, а также понижения длин маршрутов требуется повысить связность в этой системе или в подграфе, который должен определяться на множестве V_2 . Очевидно, что длина маршрутов в графе G будет понижаться, если связность повышается.

Для иллюстрации этого утверждения рассмотрим несмежные вершины v_i и v_j (рисунок 5) некоторого связанного графа и поэтому будет присутствовать в этом графе хотя бы один маршрут из УИ v_i в УО v_j - $l_1(v_i, v_j) = (v_i, v_{i+1}, \dots, v_{j-1}, v_j)$. Как показано на рисунке 5, добавим дугу (v_i, v_j) , что повлечет за собой повышение связности и появление нового маршрута $l_2(v_i, v_j) = (v_i, v_j)$.

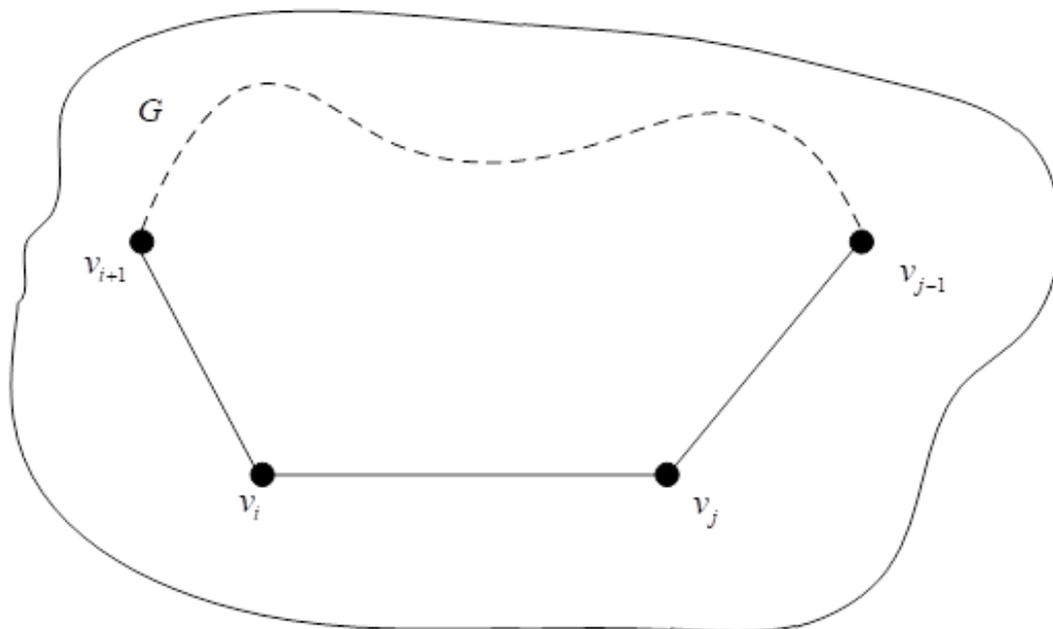


Рис. 5. Уменьшение длины маршрутов в графе G
 Fig. 5. Reducing the length of routes in graph G

Как видно из рисунка 5, справедливо неравенство $|l_2(v_i, v_j)| < |l_1(v_i, v_j)|$ и следовательно, число маршрутов в графе G повысилось, а их длина уменьшается.

Рассмотрим графы G_1 , и G_2 , на рисунке б а) и б) соответственно.

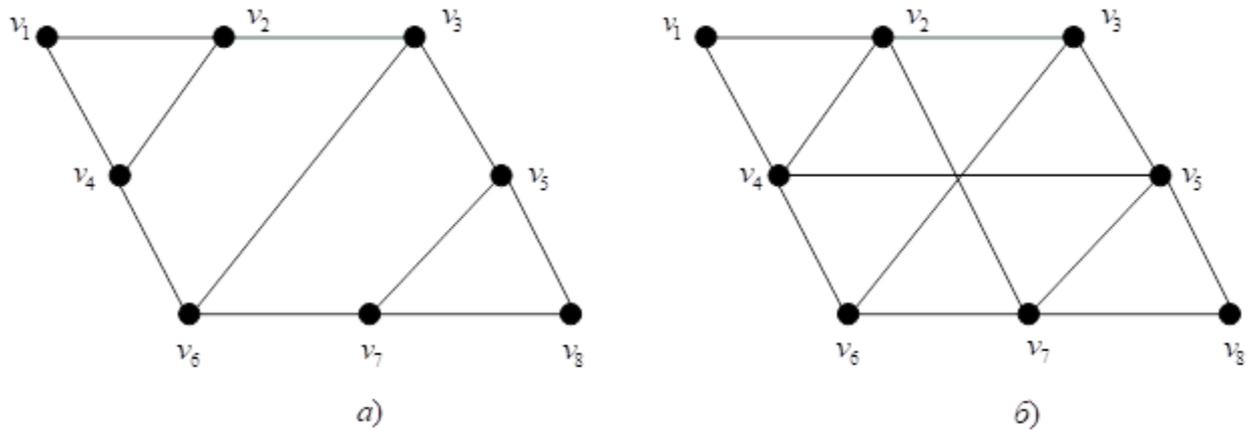


Рис. 6. Графы G_1 и G_2 соответственно
 Fig. 6. Graphs G_1 and G_2 , respectively

Для графов G_1 и G_2 (рисунок 6) существует множество УО $V_1 = \{v_1, v_8\}$ и УТ $V_2 = \{v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$ и введены ограничения УТ на маршруте $T=3$, тогда множество R примет вид $R = \{(v_1, v_8), (v_8, v_1)\}$.

На рисунке 7 приведен вид подграфов G'_1 и G'_2 , которые образованы из множества УТ V_2 .

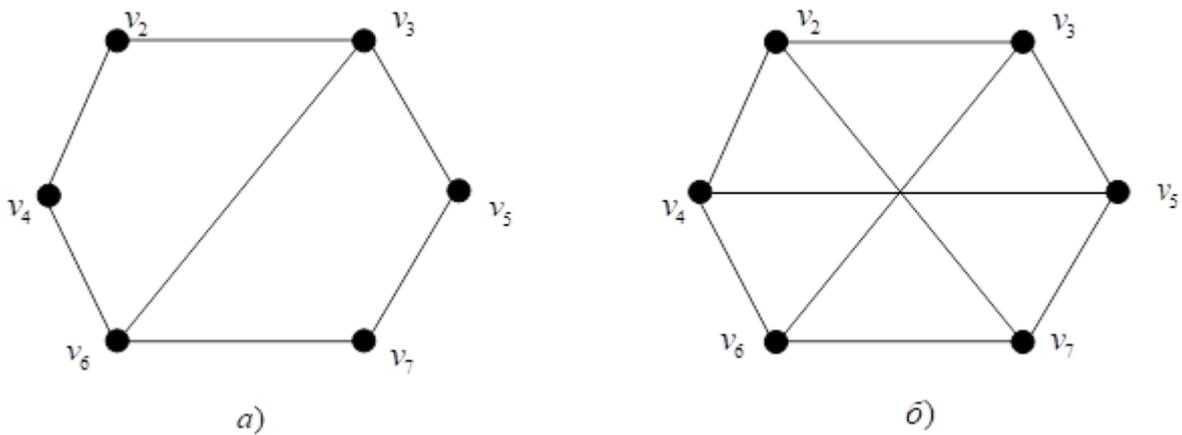


Рис. 7. Подграфы G'_1 и G'_2
 Fig. 7. Subgraphs G'_1 and G'_2

Анализируя подграфы G'_1 и G'_2 на рисунке 7 очевидно, что $\kappa(G'_1) = 2$, а $\kappa(G'_2) = 3a$. Определим основные маршруты на графе G_1 , из УИ v_1 , в УН v_8 , т. е. множество $\varphi(v_1, v_8)$ согласно ограничениям маршрутов передачи сообщений примет следующий вид:

$$\varphi(v_1, v_8) = \left\{ \begin{array}{l} (v_1, v_2, v_3, v_5, v_8), \\ (v_1, v_4, v_6, v_7, v_8) \end{array} \right\}.$$

Для графа G_2 множество $\varphi(v_1, v_8)$ примет следующий вид:

$$\varphi(v_1, v_8) = \left\{ \begin{array}{l} (v_1, v_2, v_3, v_5, v_7), \\ (v_1, v_4, v_6, v_7, v_8), \\ (v_1, v_2, v_7, v_8), \\ (v_1, v_4, v_5, v_8), \\ (v_1, v_2, v_4, v_5, v_8), \\ (v_1, v_2, v_7, v_5, v_8), \\ (v_1, v_4, v_2, v_7, v_8), \\ (v_1, v_4, v_5, v_7, v_8) \end{array} \right\}.$$

Для рассматриваемого случая были определены все маршруты передачи сообщений в виде множества $\varphi(v_1, v_8)$ графа G_1 и два маршрута (v_1, v_2, v_7, v_8) и (v_1, v_4, v_5, v_8) из дополнительных маршрутов, которые очевидно имеют меньшую длину маршрута относительно множества $\varphi(v_1, v_8)$.

Связности вершин подграфа $k(\cdot)$, как очевидно, что для любого графа G справедливо $\kappa(G) \leq \lambda(G) \leq \delta(G)$, где $\lambda(G)$ – количество связности УТ этого графа, а $\delta(G)$ – минимальная степень УТ этого графа [Акимов, 2003; Зыков, 2004; Жилияков и др., 2019].

Множество $\varphi(v_i)$ определяет множество маршрутов исследуемого графа G с УН v_i , учитывая тот факт, что множество φ определяется из выражения (4), тогда справедлива лемма.

Лемма. Если все маршруты множеств $\varphi(v_i)$ должны быть определены с ограничениями 1 и 2 маршрутов передачи сообщений для всех $v_i \in V_1$, тогда все маршруты множества φ удовлетворяют ограничениям 1 и 2.

Заключение

В статье определены ограничения 1 и 2 на маршрутизацию для нашей СИС в виде ориентированного графа G_{v_i} , в соответствии с определением необходимых требований 9 при разработке маршрутов передачи сообщений в СИС определено множество R , двухсторонних связей в виде $R \subset V_1 \times V_2$. Для каждой пары УО $(u, v) \in R$ определены ограничения маршрутов передачи сообщений. В статье приведена лемма, которая говорит о том, что если все маршруты множеств $\varphi(v_i)$ должны быть определены с ограничениями 1 и 2 маршрутов передачи сообщений для всех $v_i \in V_1$, тогда все маршруты множества φ удовлетворяют ограничениям 1 и 2.

Список литературы

- Акимов О.Е. 2003. Дискретная математика: логика, группы, графы. 2-е изд., доп. М.: Лаборатория Базовых Знаний. 376 с.
- Белов С.П., Жилияков Е.Г., Белов А.С., Золотарь Н.И. 2018. Об особенностях мониторинга занятости частотных ресурсов каналов связи при передаче информации когнитивными системами беспроводной связи. Научный результат. Информационные технологии. 3(3): 37–44.
- Жилияков Е.Г., Белов С.П., Олейник И.И., Трубицына Д.И. 2019. Обобщённый субполосный анализ и синтез сигналов. Инфокоммуникационные технологии. 17(2): 139–145.
- Зыков А. А. 2004. Основы теории графов. М.: Вузовская книга, 662 с.
- Лукин М.А. 2022. Формирование входных данных экспертной системы для оценки устойчивости функционирования сетевых информационных систем. Вестн. Воронеж. ин-та ФСИН России. 4. 121–127.
- Лукин М.А., Сумин В.И. 2023. Идентификация и оценка важности ресурсов сетевых информационных систем. Вестн. Воронеж. ин-та ФСИН России. 3. 112–117.
- Сумин В.И., Грачев Е.Д., Громов Ю.Ю., Тютюнник В.М. 2023а. Математические модели определения

- времени обработки запросов на серверах информационных систем специального назначения. Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. № 10. 11–15.
- Сумин В.И., Громов Ю.Ю., Тютюнник В.М. 2023б. Оптимизация функционирования информационных систем специального назначения. Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. № 5. 1–6.
- Сумин В.И., Лукин М.А. 2022. Методика оценки устойчивости функционирования сетевых информационных систем на основе экспертных систем при враждебных воздействиях. Вестн. Воронеж. ин-та ФСИИ России. 2. 133–138.
- Сумин В.И., Смоленцева Т.Е., Громов Ю.Ю., Тютюнник В.М. 2021. Анализ функционирования и структурная декомпозиция информационных систем специального назначения. Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. № 8. 5–14.
- Ярошевич Н.Ю. 2023. Механизм управления блокчейн-платформой: теоретические подходы к проблеме Экономика. Информатика, 50(3): 2687-0932. DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-3-552-568

References

- Akimov O. E. 2003. Diskretnaja matematika: logika, gruppy, grafy. 2-e izd [Discrete mathematics: logic, groups, graphs]. dop. M.: Laboratorija Bazovyh Znanij, 376 p.
- Belov S.P., Zhiljakov E.G., Belov A.S., Zolotar' N.I. 2018. Ob osobennostjakh monitoringa zanjatosti chastotnyh resursov kanalov svjazi pri peredache informacii kognitivnymi sistemami besprovodnoj svjazi. Nauchnyj rezul'tat. Informacionnye tehnologii. 3(3): 37–44.
- Zhiljakov E.G., Belov S.P., Olejnik I.I., Trubicyna D.I. 2019. Obobshhennyj subpolosnyj analiz i sintez signalov. Infokommunikacionnye tehnologii [Generalized subband analysis and signal synthesis]. 17(2): 139–145.
- Zykov A. A. 2004. Osnovy teorii grafov [Fundamentals of graph theory]. M.: Vuzovskaja kniga, 662 p.
- Lukin M.A., Sumin V.I. 2023. Identifikacija i ocenka vazhnosti resursov setevyh informacionnyh system [Identification and assessment of the importance of network information system resources]. Vestn. Voronezh. in-ta FSIN Rossii. 3. 112–117.
- Lukin M.A. 2022. Formirovanie vhodnyh dannyh jekspertnoj sistemy dlja ocenki ustojchivosti funkcionirovanija setevyh informacionnyh system [Formation of input data of an expert system to assess the stability of the functioning of network information systems]. Vestn. Voronezh. in-ta FSIN Rossii. 4. 121–127.
- Sumin V.I., Grachev E.D., Gromov Ju.Ju., Tjutjunnik V.M. 2023a. Matematicheskie modeli opredelenija vremeni obrabotki zaprosov na serverah informacionnyh sistem special'nogo naznachenija [Mathematical models for determining the processing time of requests on servers of special-purpose information systems]. Nauchno-tehnicheskaja informacija. Serija 2: Informacionnye processy i sistemy. № 10. 11–15.
- Sumin V.I., Gromov Ju.Ju., Tjutjunnik V.M. 2023b. Optimizacija funkcionirovanija informacionnyh sistem special'nogo naznachenija [Optimization of the functioning of special purpose information systems]. Nauchno-tehnicheskaja informacija. Serija 2: Informacionnye processy i sistemy. № 5. 1–6.
- Sumin V.I., Lukin M.A. 2022. Metodika ocenki ustojchivosti funkcionirovanija setevyh informacionnyh sistem na osnove jekspertnyh sistem pri vrazhdebnyh vozdeystvijah [Methodology for assessing the stability of the functioning of network information systems based on expert systems under hostile influences]. Vestn. Voronezh. in-ta FSIN Rossii. 2. 133–138.
- Sumin V.I., Smolenceva T.E., Gromov Ju.Ju., Tjutjunnik V.M. 2021. Analiz funkcionirovanija i strukturnaja dekompozicija informacionnyh sistem special'nogo naznachenija. Nauchno-tehnicheskaja informacija [Analysis of the functioning and structural decomposition of special purpose information systems]. Serija 2: Informacionnye processy i sistemy. № 8. 5–14.
- Yaroshevich N.Y. 2023. Blockchain Platform Management Mechanism: Theoretical Approaches to the Problem. Economics. Information technologies, 50(3): 552-568 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-3-552-568

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



Поступила в редакцию 21.03.2024

Поступила после рецензирования 28.05.2024

Принята к публикации 05.06.2024

Received March 21, 2024

Revised May, 28 2024

Accepted June, 05 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сумин Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем, Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, Россия

Лукин Михаил Алексеевич, преподаватель кафедры основ радиотехники и электроники, Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Victor I. Sumin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Security of Telecommunication Systems, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

Mikhail A. Lukin, Lecturer of the Department of Fundamentals of Radio Engineering and Electronics, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia