

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES



Том 47, № 4



ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

2020. Том 47, № 4

Ранее 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 (05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям); 05.13.17 Теоретические основы информатики; 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности); 08.00.10 Финансы, денежное обращение и кредит). 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, заведующий кафедрой 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 (Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия)

О.В. Ваганова, доктор экономических наук, доцент, 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)

С.Л. Кантарджян, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой предпринимательства и управления (Ереванский государственный университет, Ереван, Армения)

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, директор института экономики, управления и бизнеса, заведующий кафедрой экономической безопасности (Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия)

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

В.Г. Рубанов, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической кибернетики, заслуженный деятель науки РФ (БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 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)

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

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 Л.П. Коханова. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Иващенко. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Уч.-изд. л. 14,5. Дата выхода 30.12.2020. Оригина́л-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

- 665 **Акимова О.Е., Волков С.К., Гладкая Е.А., Кузлаева И.М.**
Формирование креативных центров в контексте развития социально-экономического потенциала сельских территорий: выявление и оценка лучших практик
- 679 **Владыка М.В., Солнцев Д.Р.**
Динамическая характеристика пространственного развития экономики Центрально-Чернозёмного макрорегиона
- 689 **Куприянов С.В., Денисова Е.Д., Стариков К.С.**
Необходимость учета пространственного фактора в повышении эффективности менеджмента
- 700 **Стрябкова Е.А., Вейс Е.В.**
Формы человеческого капитала региона и особенности выбора индикаторов их оценки в условиях цифровой трансформации

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

- 710 **Герасименко О.А., Тхориков Б.А., Титова И.Н.**
Геомаркетинговое моделирование – аналитический инструмент планирования бизнеса
- 718 **Любименко Д.А., Вайсман Е.Д.**
Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

- 729 **Алферьев Д.А., Родионов Д.Г.**
Моделирование сценариев динамики индикаторов IT-отрасли посредством элементарных математических функций
- 747 **Пиньковецкая Ю.С.**
Отраслевая структура раннего предпринимательства: данные 2019 года
- 759 **Скруг В.С.**
Оценка отраслевых конкурентных позиций (на примере ООО Завод «Краски КВИЛ»)
- 771 **Старикова М.С., Дубровина Т.А.**
Трансформация рыночной среды промышленных предприятий как результат проявления эффектов импортозамещения

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

- 783 **Аничин В.Л., Ващейкин И.В.**
Роль рынка государственных и муниципальных закупок в региональной экономике

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 792 **Багутдинов Р.А., Саргсян Н.А., Краснопахтыч М.А.**
Аналитика, инструменты и интеллектуальный анализ больших разнородных и разномасштабных данных
- 803 **Батищев Д.С., Михелев В.М., Утянский А.А.**
Метод сегментации перекрывающихся форменных элементов крови на микроскопических медицинских изображениях

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

- 816 **Тубольцев М.Ф., Маторин С.И., Тубольцева О.М.**
Компьютерная инструментальная поддержка ДВ-УФО моделирования
- 828 **Шемякин А.С., Яковлев С.Ю., Маслобоев А.В.**
Информационное обеспечение систем управления промышленно-экологической безопасностью: концептуальные основы и практические приложения

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 842 **Охрименко А.Г., Лазарев С.А., Польщиков К.А.**
Анализ качества передачи голосового трафика в подвижных беспроводных самоорганизующихся сетях со смешанными каналами связи: имитационная модель
- 853 **Саитов С.И.**
Алгоритм вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки для сети передачи данных систем мониторинга критически важных объектов государства

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

2020. Volume 47, No. 4

Previously, the magazine was published under the title "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 published (05.13.01 The system analysis, management and information processing (on branches), 05.13.17 Theoretical Foundations of Informatics, 05.13.18 Mathematical modeling numerical methods and program complexes, 08.00.05 Economy and management of a national economy (by branches and spheres of activity in t.ch., 08.00.10 Finance, monetary circulation and credit). 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, Head 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. Stryakova, 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 (State Research Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia)

O.V. Vaganova, doctor of Economic Sciences, Associate 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)

S.L. Kantardjan, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of «Entrepreneurship and management» (Yerevan State University, Yerevan, Armenia)

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, Director of the Institute of Economics, Management and Business, Head of the Department of Economic, (Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia)

T.V. Nikitina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of banks and financial markets and insurance (Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia)

V.G. Rubanov, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of technical sciences, Professor, Head of the Department of Technical Cybernetics (Belgorod State Technological University named after V.G. Shuhov, Belgorod, 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)

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)

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

Publication frequency: 4 /year

Commissioning Editor L.P. Kokhanova. Pag Proofreading, computer imposition, page layout by Y.V. Ivakhnenko. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Publisher's signature 14.5. Date of publishing 30.12.2020. The layout was pre-pared 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

- 665 Akimova O.E., Volkov S.K., Gladkaya E.A., Kuzlaeva I.M.
Formation of creative centers in the context of the development of the socio-economic potential of rural areas: identification and evaluation of best practices
- 679 Vladyka M.V., Solntsev D.R.
Dynamic characteristics of the spatial development of the economy of the Central Black Earth macro-region
- 689 Kupriyanov S.V., Denisova E.D., Starikov K.S.
The need to take into account the spatial factor in improving the effectiveness of management
- 700 Stryabkova E.A., Veiss E.V.
Forms of human capital of the region and features of the choice of indicators of their evaluation in the conditions of digital transformation

INVESTMENT AND INNOVATIONS

- 710 **Gerasimenko O.A., Tkhorikov B.A., Titova I.N.**
Geomarketing modeling – an analytical tool for business planning
- 718 Lyubimenko D.A., Vaisman E.D.
Methodical approach to evaluation of effectiveness of the digital investment projects

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

- 729 Alferev D.A., Rodionov D.G.
Modeling scenarios of dynamics of indicators of development of it-industry by means of elementary mathematical functions
- 747 Pinkovetskaia I.S.
Sectoral structure of early entrepreneurship: data 2019
- 759 Skrug V.S.
Assessment of industry competitive positions (on the example of "KVIL Paints" Factory LLC)
- 771 Starikova M.S., Dubrovina T.A.
Transformation of the market environment of industrial enterprises as a result of import substitution effects

PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

- 783 Anichin V.L., Vashcheikin I.V.
The role of the state and municipal procurement market in the regional economy

COMPUTER SIMULATION HISTORY

- 792 Bagutdinov R.A., Sargsan N.A., Krasnoplakhtych M.A.
Analytics, tools and intellectual analysis of large different and differential data
- 803 Batishchev D.S., Mihelev V.M., Utyanskij A.A.
Method of segmentation of overlapping blood cells on microscopic medical images

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

- 816 Tuboltsev M.F., Matorin S.I., Tuboltseva O.M.
Computer tool support for DV-UFO modeling
- 828 Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu., Masloboev A.V.
Information support of industrial and environmental safety control systems: conceptual foundations and applications

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

- 842 Okhrimenko A., Lazarev S., Polshchykov K.
Voice traffic quality analysis in MANET with mixed communication channels: simulation model
- 853 Saitov S.I.
Algorithm for calculating the optimal gradient function of the internal blocking for the data transmission systems for monitoring critical objects of the state

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 338

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-665-678

Формирование креативных центров в контексте развития социально-экономического потенциала сельских территорий: выявление и оценка лучших практик

¹⁾Акимова О.Е., ¹⁾Волков С.К., ²⁾Гладкая Е.А., ³⁾Кузлаева И.М.

¹⁾ Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, г. Волгоград, проспект Ленина, 28

²⁾ Волгоградский государственный университет
Россия, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, 100

³⁾ Ассоциация (некоммерческое партнерство) «Гарантийный фонд Волгоградской области»
Россия, 400012, г. Волгоград, проспект им. Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, здание 3
E-mail: akimovann25@mail.ru, ambiente2@rambler.ru, ras-umo@mail.ru, kmn07@mail.ru

Аннотация

В рамках данной статьи рассмотрено влияние креативной составляющей на развитие сельских территорий и формирование креативных центров. Изучен вопрос развития инновационного общества знаний, развитие которого началось после информационной революции за счет выделения новых неограниченных ресурсов, таких как творческий потенциал и инновационное мышление, являющихся основными предпосылками развития креативной экономики. Креативный класс, составляющий одну из четырех категорий занятости, основанных на уникальных профессиональных группах, включает в себя людей, занятых в науке и технике, архитектуре и дизайне, образовании, искусстве, музыке и развлечениях. В статье идет речь о том, что благодаря креативному классу можно привлечь людей в сельскую местность, вопреки сложившейся тенденции оттока населения в города, а затем сформировать особое креативное пространство, которое сможет приносить финансовую выгоду экономике региона и развивать творческие способности граждан. Кроме того, рассмотрен опыт формирования подобных центров с целью выявления лучших практик. Однако в ходе исследования выяснилось, что в зарубежных странах в основном развитие креативной составляющей происходит через туристическую сферу, в Российской Федерации креативный класс в большей степени заинтересован крупными мегаполисами, а не сельскими территориями. Авторами был сделан вывод о том, что создание единой универсальной стратегии по развитию сельских территорий нецелесообразно, так как регион должен отслеживать и понимать открывающиеся возможности, связанные с креативным классом, прилагая по меньшей мере столько же усилий, сколько тратится на преднамеренное создание других возможностей.

Ключевые слова: сельские территории, креативные центры, креативный класс, креативная экономика.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-010-00072 «Формирование креативных центров пространственного развития как механизм повышения качества жизни населения сельских территорий».

Для цитирования: Акимова О.Е., Волков С.К., Гладкая Е.А., Кузлаева И.М. 2020. Формирование креативных центров в контексте развития социально-экономического потенциала сельских территорий: выявление и оценка лучших практик. Экономика. Информатика. 47 (4): 665–678. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-665-678.



Formation of creative centers in the context of the development of the socio-economic potential of rural areas: identification and evaluation of best practices

¹⁾Akimova O.E., ¹⁾Volkov S.K., ²⁾Gladkaya E.A., ³⁾Kuzlaeva I.M.

¹⁾ Volgograd State Technical University, Russia, 400005, Volgograd, Lenin Avenue, 28

²⁾ Volgograd State University, Russia, 400062, Volgograd, University Avenue, 100

³⁾ Association (non-profit partnership) «Guarantee Fund of the Volgograd region»
Russia, 400012, Volgograd, Zhukov Avenue, building 3

E-mail: akimovann25@mail.ru, ambiente2@rambler.ru, ras-umo@mail.ru, kmn07@mail.ru

Abstract

The article refers to the fact that thanks to the creative class, you can attract people to the countryside, contrary to the prevailing trend of population outflow to cities, and then create a special creative space that can bring financial benefits to the region's economy and develop the creative abilities of citizens. In addition, the experience of the formation of such centers in order to identify best practices is considered. However, during the study it turned out that in foreign countries the development of the creative component mainly occurs through the tourism sector, in the Russian Federation the creative class is more interested in large megacities, rather than rural areas. The authors concluded that the creation of a single universal strategy for the development of rural territories is not advisable, since the region should monitor and understand the opportunities that are associated with the creative class, making at least as much effort as it takes to deliberately create other opportunities.

Keywords: rural territories, creative centers, creative class, creative economy.

Acknowledgements: the study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project No. 20-010-00072 "Formation of creative centers of spatial development as a mechanism for improving the quality of life of the population of rural areas".

For citation: Akimova O.E., Volkov S.K., Gladkaya E.A., Kuzlaeva I.M. 2020. Formation of creative centers in the context of the development of the socio-economic potential of rural areas: identification and evaluation of best practices. Economics. Information technologies. 47 (4): 665–678 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-665-678.

Введение

Творчество, знания и инновации могут стать главными движущими силами регионального экономического, социального и культурного развития. Тенденция к урбанизации на фоне «вымирания» сельских территорий, сложившаяся на территории Российской Федерации в последние десятилетия, формирует необходимость изучения вопроса по развитию сельских территорий нетрадиционными способами. В качестве одного из способов развития социально-экономического потенциала сельских территорий можно использовать привлечение креативного класса. Многие факторы, которые привлекают в города креативный класс (уникальные возможности культурного наследия, свобода самовыражения, толерантность к проявлениям творчества и т. д.) существуют в изобилии и/или могут быть развиты в рамках сельских территорий. Такие возможности зачастую менее очевидны в сельской местности или могут возникать спонтанно и требовать несколько больших первоначальных инвестиций. Однако следует учитывать, что привлечение и удержание талантов, а именно представителей креативного класса, в сельских районах могло бы стать решением проблемы их экономического оживления и обращения вспять тенденции к сокращению численности населения.

Методология исследования

Для достижения поставленной цели и решения задач использовались диалектический и системный подходы, общенаучные методы ретроспективного, ситуационного, компаративного, факторного анализа, контент-анализ научной литературы, экономико-статистический, сравнительный, аналитические методы исследования. Исследовательский подход основан на сравнении зарубежных примеров успешного создания креативных центров в сельской местности и опыта реализации концепции креативного роста в российской реальности.

Теоретическая основа исследования

Термин «креативная экономика» был впервые употреблен в журнале *Business Week* в 2000 году в контексте проведенного Национального инновационного саммита в Вашингтоне, где подчеркивалась необходимость создания общественных пространств для исследований, мышления и экспериментов, которые редко сами приходят с прибыльными продуктами в течение одного, двух или даже пяти лет, но которые предлагают новые важные идеи и концепции для бизнеса, чтобы использовать их на рынке [The Creative Economy, 2000, p. 2].

В рамках экономической деятельности часто можно наблюдать разрыв между теоретическими и практическими исследованиями, особенно очевидным это становится в вопросах, касающихся креативной сферы. Ученые-теоретики, такие как Дж. Пек, Р.А. Бошма, М. Фритч, М. Донеган, Д. Друкер, Х. Гольдштейн, Н. Лоу и Э. Малиция [Peck, 2005; Donegan, Drucker, Goldstein et al, 2008; Boschma, Fritsch, 2009], склонны критически относиться к данному вопросу, в отличие от ученых практиков, которые позитивно относятся к вопросу реализации креативной составляющей в экономике. Поддержку теории на практике можно увидеть в ряде инициатив творческих городов зарубежных стран, описываемых Э. Каррид-Хэлкетт, Элизабет и К. Столариком [Currid-Halkett, Stolarick, 2011].

При изучении современных подходов к экономическому развитию сельских районов Дж. К. Морган, В. Ламбе и А. Фрейер предложили использовать три стратегии для стимулирования экономического роста сельских общин [Morgan, Lambe, Freyer, 2009]:

1. Развитие местности.
2. Развитие предпринимательской активности.
3. Развитие творческих способностей и талантов.

Подходы, основанные на развитии местности, пытаются извлечь выгоду из различных местных особенностей, которые определяют конкретное место, включая культурное наследие и исторические традиции, а также природные ресурсы. По мнению Дж. Хопкинса и Т. Марсдена, такие маркетинговые стратегии часто реализуются через развитие туризма и используют образы мирной сельской местности, чтобы изобразить сельские общины как места, предлагающие подлинные впечатления и расслабляющие условия [Hopkins, 1998].

Предпринимательская активность широко признана важной составляющей роста динамичной экономики. С.М. Гертлер, Д.А. Вулф, Д. Гаркут, П. Маскелл, А. Мальмберг и К. Морган утверждают, что стратегии, акцентирующие внимание на важности подходов к экономическому развитию через развитие предпринимательства, предполагают, что необходимо поддерживать местных предпринимателей и зарождающиеся фирмы, поскольку эта деятельность создает локальную укорененность, которая способствует развитию и укреплению экономической деятельности [Gertler, Wolfe, Garkut, 2000; Maskell, Malmberg, 1999; Morgan, 1997].

Третья стратегия, которая будет рассмотрена в данной статье, заключается в получении выгод от развития творческих способностей и талантов в сельской местности в качестве одного из способов содействия непрерывному экономическому росту. Креативная экономика в сельской местности, как правило, основана на наличии искусства и культуры. Предполагается, что формирование креативных центров в рамках сельских территорий может базироваться на художественных талантах, ремесленничестве и передаче опыта заинтересованным в этом лицам. Однако следует понимать, что процессы, определяющие экономическое развитие сельских территорий, особенно когда речь заходит о выявлении



новых возможностей и местных ресурсов, гораздо более сложны, чем предполагает стратегия, и требуют детальной проработки.

Сельские территории действительно имеют возможности для восстановления своей экономики и содействия дальнейшему процветанию. По мере того, как крупные мегаполисы становятся центрами успешной наукоемкой промышленности, они осознают важность творческих работников для подпитки двигателя экономического роста и процветания. Вместе эти творческие работники составляют креативный класс, одну из четырех категорий занятости, основанных на уникальных профессиональных группах, определенных Ричардом Флоридой [Florida, 2002]. Креативный класс включает в себя людей, занятых в науке и технике, архитектуре и дизайне, образовании, искусстве, музыке и развлечениях. Основная экономическая функция креативного класса – генерировать новые идеи, новые технологии и/или новое творческое содержание. Три другие категории занятости, совпадающие с креативным классом, – это класс обслуживания, рабочий класс и люди, занятые в рыболовстве, сельском хозяйстве и лесном хозяйстве. Флорида продвигает идею о том, что новые бизнес-инвестиции привлекаются в места, которые демонстрируют богатую концентрацию людей из креативного класса. Эти люди (креативный класс), в свою очередь, тяготеют к местам, которые могут обеспечить повышенное чувство качества, имеют культурные и исторические традиции, возможности для отдыха и изобилие открытых природных ресурсов. По мнению Р. Флориды, в результате инвестиции и продвижение культурно-рекреационной экономики стали новой конкурентной стратегией в крупных столичных центрах. На самом деле сельские общины зачастую наделены обилием местных ресурсов, которые креативный класс считает привлекательными, и могут использовать данный принцип для собственного развития.

Исследования экономического развития, базирующегося на «креативном классе» Р. Флориды [Florida, 2003], были в основном ориентированы на город и не изучали мнения практиков в сельской местности.

В отечественной литературе вопросы развития креативной индустрии, изучаемые Л.Р. Зотовой, Е.П. Молодовой, Н.А. Кавериной, А.И. Гретченко, А.А. Гретченко, затрагивают города, но не включают в себя сельские территории [Каверина, Гретченко, 2019; Зотова, 2015; Молодова, 2011]. Учитывая расхождение мнений о креативном классе и отсутствие исследований мнений среди сельских практиков, мы стремимся понять: как теория креативного класса применима в рамках развития сельских территорий.

Результаты исследования

Под «креативными центрами» в рамках данной статьи понимаются географические пространства, формирующиеся за счет совместных усилий органов власти, научно-образовательных организаций, местного населения, «креативного класса» и других заинтересованных сторон, реализующие возможность трансформации качества социально-экономического положения выбранной местности за счет использования и развития материальных и нематериальных ресурсов.

Креативные центры являются неотъемлемой частью креативной экономики и креативного сообщества, получивших широкое распространение в начале XXI века для обозначения креативных индустрий, которые производят широкий спектр товаров и услуг, обеспечивают работой большое количество людей, используют цифровые технологии, зависят от инноваций и развиваются в основном в США и Западной Европе. Толчком к становлению инновационного общества знаний послужила информационная революция, выделив новые неограниченные ресурсы – творческий потенциал и инновационное мышление, являющиеся основными предпосылками развития креативной экономики. В сложившихся условиях она становится движущей силой не только для художников, музыкантов, актеров и прочих людей творческих профессий, но также и для обрабатывающей промышленности, бизнес-сообщества и менеджмента. Креативные подходы обеспечивают новые уникальные решения в условиях турбулентной экономической среды и жесткой конкуренции на рынке. Впервые понятие креативных индустрий было официально использовано в новой программе культурной политики Австралии «Креативная нация» (Creative Nation) [Creative Nation, 1994], которая, по

сути, представляла собой экономическую политику, направленную на использование новых возможностей информационных и цифровых технологий в мировой культуре.

Согласно определению ЮНКТАД, креативная экономика – «это новая концепция, основанная на взаимодействии человеческого творчества, идей и интеллектуальной собственности, знаний и технологий, которая включает в себя рекламу, архитектуру, декоративно-прикладное искусство, дизайн, моду, кино, видео, фотографию, музыку, исполнительское искусство, издательское дело, исследования и разработки, программное обеспечение, компьютерные игры, электронные издания и телевидение/радио [Creative Nation, 2004]. Вместе они составляют важный источник как культурных, так и коммерческих ценностей. Основными направлениями развития креативной экономики и культурного капитала страны являются культурное наследие и исполнительское искусство, на рисунке 1 показаны элементы креативных индустрий [Образование и креативная индустрия, 2017].

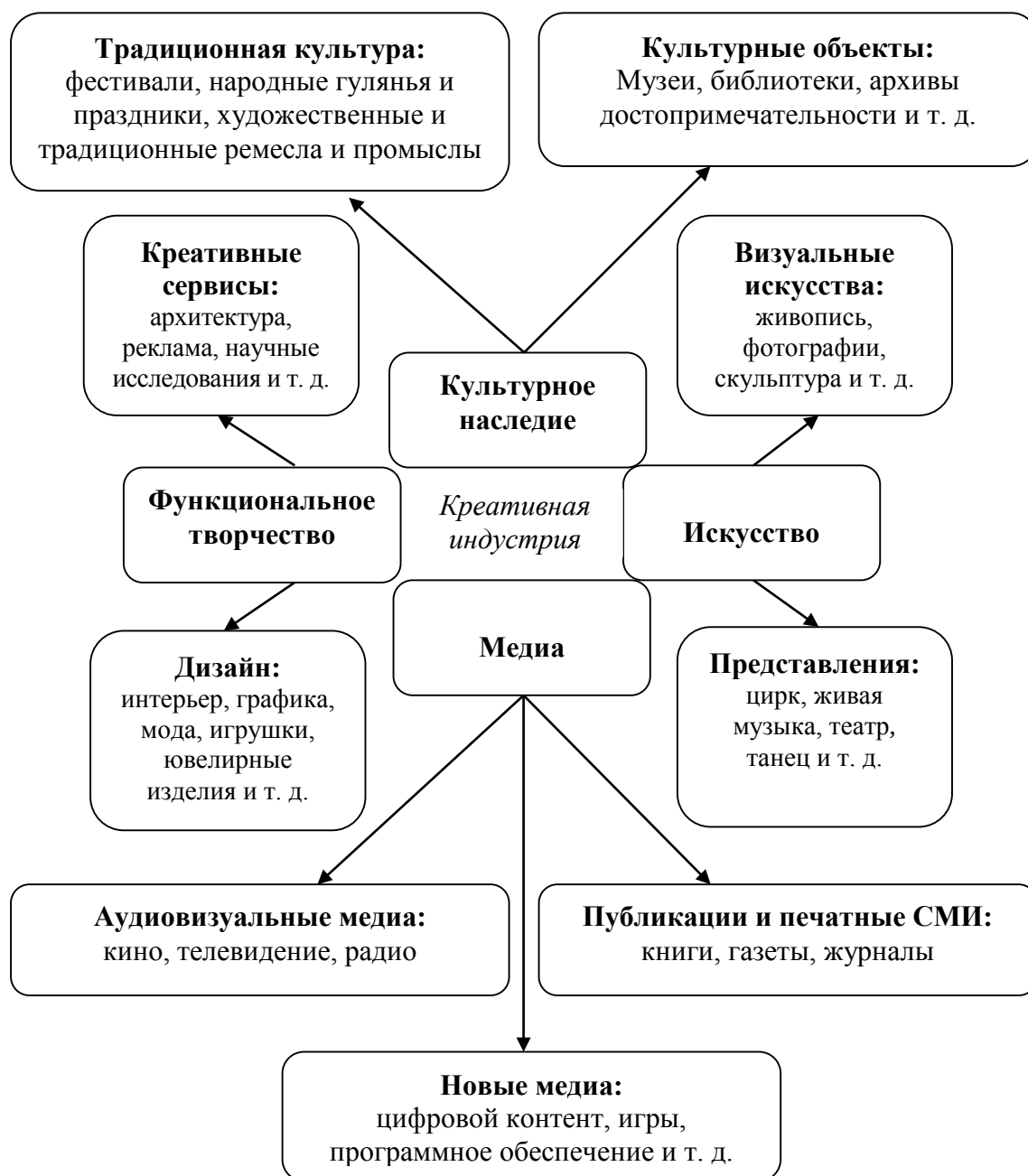


Рис. 1. Элементы креативной индустрии [Образование и креативная индустрия, 2017]
Fig. 1. Elements of the creative industry [Education and the creative industry, 2017]

С точки зрения экономического содержания, креативные индустрии – это экономическая деятельность, основанная на использовании знаний, талантов и идей, воплощенных в бизнес-моделях и технологиях, для получения прибыли и раскрытия творческого потенциала. Креативные индустрии объединяют в себе процесс создания, производства и коммерциализации креативного контента, для которого присуща несущественная и культурная природа. Поскольку креативная экономика в наименьшей степени зависит от материальных ресурсов, она является наиболее динамичной с точки зрения создания рабочих мест, получения доходов и развития экспорта.

Объем международной торговли креативными товарами с 2002 по 2015 г. вырос более чем в 2 раза – с 436 млрд долларов до 964,1 млрд долларов (рис. 2), говорится в опубликованном в начале 2019 г. отчете Конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД) [Creative Economy, 2004]. К креативной экономике ООН относит модную индустрию, кинематограф, дизайн, рекламные услуги, ремесла, музыку и другие отрасли, основанные на интеллектуальной деятельности.

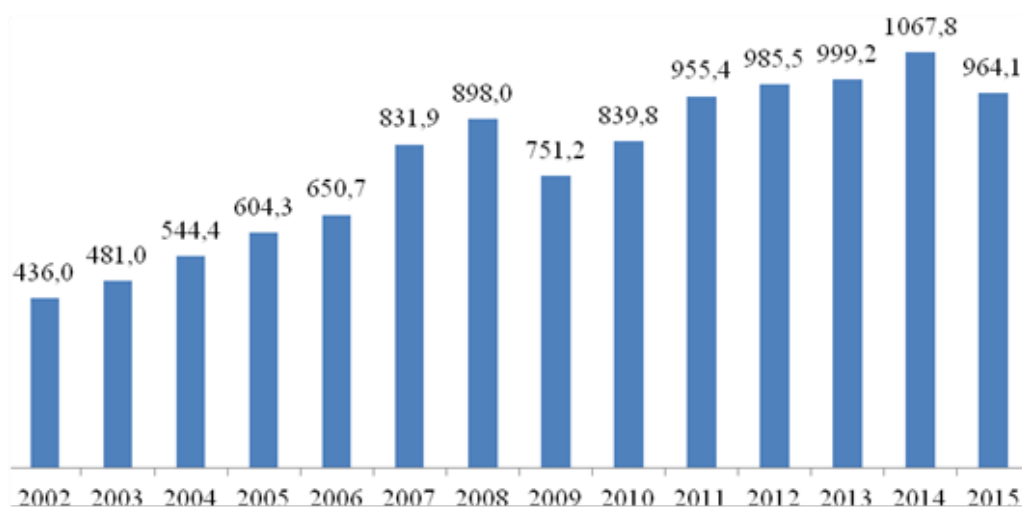


Рис. 2. Объем международной торговли креативными товарами, млрд долл. [Creative Economy, 2019]

Fig. 2. The volume of international trade in creative goods, billion dollars [Creative Economy, 2019]

В развитых странах доля креативных индустрий в ВВП может составлять до 9 %, в России вклад креативных индустрий в экономику оценивается по-разному: университет креативных индустрий Universal University оценивает этот вклад (без учета IT) как 0,5 % российского ВВП (т. е. около 500 млрд руб., если исходить из оценки Росстата); InforMedia – почти в 3 трлн руб. в 2018 г. (с учетом изобразительного искусства, СМИ, издательств, ТВ, интернет-рекламы, туризма, видеоигр и т. д. – коммерческих доходов и бюджетных средств) [Охлопкова, 2019]. Причина, главным образом, кроется в том, что понятие «креативная индустрия» не закреплено законодательно и у индустрий нет единого регулятора.

В мировой практике существуют яркие примеры того, как креативный класс может оказывать позитивное влияние на развитие сельских районов. Первым шагом на пути создания креативных центров в рамках сельских территорий становится креативный туризм.

В 2000 году Ричардс и Рэймонд представили то, что считается первым определением креативного туризма, описав его следующим образом: «туризм, который предлагает посетителям возможность развивать свой творческий потенциал посредством активного участия в учебных курсах и опыте, которые являются характеристиками места отдыха, где они находятся» [Richards, Raymond, 2000, p. 18]. Хотя за этим последовали и другие определения, это первоначальное определение продолжает служить краеугольным камнем в этой области. Растущий интерес к нематериальным элементам культуры вкупе с недовольством массовизацией традиционного культурного туризма породил спрос среди туристов на

путешествия и направления, позволяющие им наслаждаться подлинным опытом, а также исследовать новые формы взаимодействия и социализации с людьми и местами, которые они посещают. Профиль туристов эволюционировал как все более осведомленный, информированный и требовательный.

Туристы посещают места для погружения в творческую среду и получения возможности заняться творческой деятельностью [Triarchi, Karamanis, 2017]. Однако творческий туризм подразумевает не только то, что туристы должны быть творчески вовлечены, но и то, что само место также должно стать более творческим для создания «характерных» впечатлений. Эволюционная связь между творчеством и туризмом заставляет нас переосмыслить важные аспекты современного туризма. Во-первых, туристы не только посещают места, но и создают их, и целью творческого туризма должно быть обеспечение обратной связи через обмен навыками и знаниями между местными жителями и теми, кто их посещает. Во-вторых, постепенное признание нематериальных элементов, таких как идентичность, образ жизни, традиции и т. д. акцентирует внимание на особенностях идентичности и соответствующих оценках активов для целей туризма. Исходя из этих факторов, мы утверждаем, что взаимодополняющие отношения между пространством и идентичностью должны стать краеугольным камнем для возникновения творческого туризма в сельских районах и небольших городах, уделяя особое внимание символическим измерениям местной культуры, которые люди развили в своих отношениях с этим пространством.

CREATOUR (Creative Tourism Destination Development in Small Cities and Rural Areas) – это национальный трехлетний научно-практический проект по разработке и экспериментальному внедрению комплексного подхода к развитию креативного туризма в малых городах и сельских районах Португалии, проходивший с 2017 по 2019 годы и состоявший из 40 пилотных проектов креативного туризма, 20 из которых были отобраны в 2017 году и 20 – в 2018 году [Duxbury, Silva, 2018]. Видение креативного туризма, направленного на пилотную деятельность CREATOUR, сосредоточено на активной творческой деятельности, поощряющей личное самовыражение и взаимодействие между посетителями и местными жителями, вдохновленное местными эндогенными ресурсами (местом и людьми), а также разработанное и реализованное местными жителями. Рабочее определение креативного туризма было принято как устойчивого мелкомасштабного туризма, который обеспечивает подлинный опыт посетителей, сочетая погружение в местную культуру с учебным и творческим процессом.

В контексте повышенного туристического спроса на посещение крупных городов и прибрежных курортных зон Португалии, CREATOUR направлен на развитие привлекательности предложения в менее посещаемых районах, а именно сельских районах и небольших городах. CREATOUR продвигает маломасштабную, интерактивную творческую туристическую деятельность, основанную на местных культурных традициях, навыках, знаниях и новых художественных практиках. Этот проект направлен на содействие устойчивому развитию местных общин, в том числе с финансовой точки зрения, по всей Португалии, а также поощряет (и будет контролировать) более широкое воздействие пилотных проектов в области креативного туризма на общины. Следует отметить, что среди этих пилотных проектов ведущую роль сыграли муниципалитеты, Ассоциации регионального развития и несколько частных предпринимателей, которые создали и координировали местные сети креативных туристических предложений в сотрудничестве с целым рядом независимых операторов.

Другие организационные модели включали интеграцию творческой деятельности как определяющей черты малых фестивалей; и традиционные предприятия, включающие творческий туризм и другие виды деятельности. В целом CREATOUR делает сильный акцент на месте, которое функционирует на нескольких уровнях: местные жители руководят проектированием и разработкой пилотных мероприятий, участие местного сообщества в этих



мероприятиях настоятельно поощряется, а значительные и «особые» природные и исторические места обеспечивают некоторые контекстуализирующие места для проведения мероприятий. Все пилотные проекты разрабатывали и предлагали творческие туристические мероприятия, которые воплощают местные традиции или опыт, местную историю и образ жизни, смешанные с другими особенностями культурного и местного ландшафта тех мест, где были организованы мероприятия, будь то в небольшом городе или сельской местности. Этот чувствительный к месту процесс развития служил для соединения творчества с местом и создания подлинного, захватывающего и творческого опыта. Благодаря такому творческому опыту посетители получают возможность поближе познакомиться с местом назначения и его сообществом с точки зрения его истории, культуры, традиций, людей и историй, а затем использовать эти знания в качестве сырья или вдохновения для процессов творения и самовыражения.

Красочным примером построения креативного пространства, оказывающим непосредственное влияние на экономическое развитие и стимулирование сельскохозяйственных территорий, является расположенный на озере Онтарио округ Принц Эдуард, на сайте которого сказано, что это «прекрасное островное приключение, округ – это Мекка для художников, любителей природы и всех, кто ищет красивое островное приключение ... на выходные или на всю жизнь. Известный своими парусными прогулками, рыбной ловлей и гигантскими песчаными дюнами, этот округ также предлагает живой театр, студии художников и галереи, уникальную региональную кухню и процветающий винодельческий регион» [Prince Edward Country, 2020]. Графство Принц Эдуард является выдающимся примером сельской общины, которая использует свои природные ресурсы с акцентом на креативную экономику, включая гастрономию, этнологию, культуру и наследие, а также изобразительное искусство для создания не только желательного туристического направления, но и динамичного регионального экономического развития.

За период запуска проекта по развитию креативной составляющей графство Принц Эдуард добилось значительных успехов в привлечении творческих и хорошо образованных работников. В 1996 году этот округ не сильно выделялся среди других сельских районов Онтарио. Однако к 2006 году ему удалось отделиться, переключив свою экономику на более творческую занятость.

Построение успешных стратегий экономического развития в сельских общинах означает реализацию многочисленных способов взаимодействия различных частей экономики для создания новых возможностей и стимулирования роста. Согласно Блейкли и Брэдшоу, местное экономическое развитие – это попытка сообщества обеспечить рост путем мобилизации своего местного потенциала, включая его экономический, социальный, технологический и политический потенциал, а также свои ресурсы, включая наличие природных ресурсов, местоположение, рабочую силу, капитал, предпринимательский климат, инфраструктуру и промышленный состав. Выполнение такой задачи в сельских общинах может быть сложной задачей по многим причинам. Во-первых, региональные активы и потенциальные возможности, как правило, рассредоточены на большой территории в сельских общинах, и по этой причине их можно легко упустить или никогда не реализовать. Когда ресурсы распределены по таким обширным территориям, также может быть трудно понять, как они связаны или могут быть использованы вместе для создания новых и успешных экономических возможностей и предприятий. Во-вторых, поскольку сельские общины, как правило, имеют меньший размер, они также сталкиваются с проблемой объединения и генерирования различных видов капитала, необходимых для инвестирования в различные стратегии, новые предприятия и возможности. В совокупности эти проблемы, с которыми сталкиваются сельские общины при создании экономической активности, являются результатом трудностей, с которыми они сталкиваются при создании потенциала местных общин, что является важной характеристикой преодоления экономической неопределенности. Наконец, истории успеха в других сообществах очень далеки и немногочисленны. Это не

означает, что они не существуют, но что они не могут быть задокументированы или легко переносимы в аналогичные стратегии в других регионах. Как и их гораздо более крупные городские аналоги, сельские общины не являются однородными, а это означает, что политика и стратегии экономического развития могут не давать одинаковых результатов во всех общинах. Хотя некоторые ресурсы и активы могут быть одинаковыми от одного сообщества к другому, контекст, в котором они находятся, может быть различным, и то, как они продаются и развиваются, может потребовать существенно различных подходов.

Для того, чтобы реализовать новые возможности в сельских общинах для содействия экономическому развитию, местные жители могут выступать в качестве интегративных мыслителей и реализовывать ответы, которые еще не были рассмотрены. Интегративное мышление – это процесс, посредством которого мы сортируем две или более, иногда конфликтующих, проблем в нашем уме, чтобы выработать единое превосходное решение. Это решение, достигнутое с помощью интегративного мышления, является не просто результатом быстрого выбора и принятия того или иного решения, но также требует понимания того, как работают проблемы, чтобы произвести синтез всех возможных решений, которые лучше, чем любое другое решение само по себе. В сельских общинах такое мышление является неотъемлемой частью работы над проблемами и поиска решений, особенно в плане признания нереализованных возможностей для содействия экономическому развитию.

Наконец, важность укрепления потенциала общин в сельских общинах проистекает из важности гибкого реагирования на внезапные запланированные или незапланированные события. Реагирование на такие события может дать сельским общинам новые возможности для содействия местному экономическому развитию. Однако, хотя наращивание потенциала общин является важным компонентом выявления возможностей и преодоления экономической неопределенности, достижение такого потенциала является регулярной задачей, стоящей перед сельскими общинами. Особенно важно, учитывая, что местные общины часто несут ответственность за инициирование местных инициатив в области экономического развития, создание потенциала направлено на создание организационного опыта путем формирования новых навыков в сельских общинах, связанных с лидерством, посредничеством и разрешением конфликтов, групповыми процессами, пониманием бизнеса правительства, а также формулированием и достижением общего видения.

Традиционно в России креативный центр (пространство) носит урбанистический характер и понимается как публичное место, где все желающие могут выразить свои творческие порывы, поделиться опытом и получить возможность для самореализации. Это связано с тем, что в нашей стране креативный класс склонен к переезду в крупные города, где имеет место толерантность к проявлениям творчества, свобода самовыражения и открыт доступ к культурному наследию. В рамках исследования было выявлено, что в России до сих пор нет позитивных примеров создания креативных центров. В данной связи, основываясь на зарубежном опыте, мы предлагаем алгоритм по привлечению креативного класса и созданию с его помощью креативных центров в рамках сельскохозяйственных территорий.

В книге Ричард Флорида [Florida, 2002] утверждает, что сообщества с большим количеством людей, вовлеченных в искусство и другие творческие профессии (такие как учителя, архитекторы, компьютерные инженеры и т. д.) с большей вероятностью будут экономически процветающими по сравнению с общинами с более традиционной рабочей силой. Творчество, связанное с креативными профессиями, приводит к большему количеству инноваций в экономике. Поэтому местные органы власти должны проводить политику, связанную с привлечением и развитием креативного класса. Территории, поощряющие творчество, расовую и социальную терпимость, финансирующие развитие искусства и культуры становятся экономически устойчивыми и способствуют технологическому прогрессу. Такая стимулирующая политика развития является более эффективной, чем традиционная политика развития, например, привлечение бизнеса путем предоставления налоговых льгот.

В рамках российской действительности необходимо следующее:

1. Постановка задачи по повсеместному развитию сельских территорий.
2. Объявление конкурса пилотных проектов.
3. Отбор проектов, наиболее удовлетворяющих условиям:
 - а) культурная ценность предлагаемых мероприятий;
 - б) творческий характер предлагаемых мероприятий;
 - в) потенциал туристической привлекательности;
 - г) влияние проекта на развитие местного сообщества;
 - д) разнообразие направленности предложений.
4. Запуск проектов: важно, чтобы проекты реализовывались как офлайн, так и онлайн.

Онлайн реализация позволит привлечь больше людей через вебинары, уроки, веб-сайт.

5. Проекты должны взаимодополнять друг друга, с разных сторон раскрывая сущность и потенциал территории.

6. В проект должны быть вовлечены местные жители.

7. Контроль и корректировка действий пилотных проектов на начальных этапах их развития.

Творческий туризм является побочным видом деятельности для пилотных организаций, особенно на этих начальных этапах – такая ситуация означает, что сторонники пилотных мероприятий не имеют «идеальных условий», в которых можно было бы полностью сосредоточиться на этих инициативах. Прагматически это означает, что количество времени и усилий, которые они могут посвятить фоновым исследованиям, разработкам и планированию, ограничено. Это важнейшее условие, сдерживающее темпы развития пилотных проектов, а также фактор, который необходимо учитывать при разработке совместных исследовательских мероприятий.

Сделать деятельность экономически устойчивой – для большинства пилотов разработка и предложение творческих туристических семинаров и связанных с ними мероприятий является новым предприятием. Учитывая характер обучения путем экспериментирования в рамках проекта, реализация предложений осуществляется таким образом, что реализуемые бизнес-модели, возможно, сочетающие творческий туризм с другими видами деятельности, разрабатываются на основе самой практики. Для некоторых пилотов может потребоваться дальнейшее наставничество по проектам и поддержка бизнес-планирования. Необходимо учитывать две особенности: с одной стороны, существует недостаток всесторонне исследованных, успешных творческих бизнес-моделей креативного туризма на международном уровне; с другой стороны, масштаб каждой деятельности по своей природе ограничен, поэтому цель становится следующей: иметь достаточное количество посетителей для экономической устойчивости, но не слишком обременять сообщество.

Заключение

Экономическое развитие сельских районов – это сложная задача. Достижение успеха затруднительно, когда сельское хозяйство и обрабатывающая промышленность находятся в упадке, а молодежь, рабочая сила и новые фирмы, как представляется, почти исключительно тяготеют к более крупным городским районам. Для преодоления этих трудностей было предложено множество стратегий. К числу наиболее успешных относятся стратегии, основанные на туризме, которые используют природные, исторические и культурные ресурсы региона для развития и распространения опыта, обычно недоступного городским жителям. Однако стратегии, основанные на туризме, приносят новые структурные недостатки в экономику. Большинство рабочих мест, основанных на туризме (многие из них в сфере размещения и питания), являются низкооплачиваемыми и сезонными, не предлагают эквивалентной занятости потерянным производственным и сельскохозяйственным рабочим местам и увеличивают неравенство во всем регионе.

Одним из способов преодоления этой трудности является не сосредоточение внимания на туризме как конечной желаемой экономической базе, а использование туризма и региональных удобств и качественных характеристик мест, необходимых для привлечения туристов, а также для привлечения жителей. В частности, стратегии, ориентированные на привлечение креативного класса в регион, могут дополнительно использовать региональные удобства для привлечения новых жителей и их семей в регион. Работники креативного класса имеют более высокий средний заработок, чем работники рабочего класса (обрабатывающей промышленности и строительства), класса обслуживания или сельского хозяйства. Творческие работники – это те, кто генерирует инновации, новые идеи и открывает новые предприятия. Концентрация творческих работников также может способствовать привлечению фирм в регион. Эта стратегия не приходит без своих собственных проблем. Неравенство в оплате труда может усугубляться увеличением числа творческих работников. Кроме того, могут возникнуть и другие проблемы, и трения, поскольку новые жители с другими приоритетами и желаниями интегрируются в существующее сообщество с давними устоявшимися нормами и традициями. Однако, как показывает пример округа Принц Эдуард, подход к привлечению туристов и местных жителей открывает потенциал для достижения успеха в экономическом развитии сельских районов.

Привлечение креативного класса в регион требует большего, чем просто быть хорошим туристическим направлением. В то время как туристические достопримечательности могут привлечь их в регион на выходные, необходимо больше, чтобы превратить их в постоянных жителей. Важно сосредоточить туристические возможности и региональные удобства вокруг природных, исторических и культурных ценностей, которые представляют собой подлинный опыт, который обычно желателен для представителей креативного класса. Но этого недостаточно; привлечение новых жителей и их семей также означает, что необходимо решить проблему качества жизни. По-прежнему необходимо уделять внимание качеству образования, здравоохранения и общей инфраструктуры территории. Сельские районы с большей вероятностью привлекут семьи, людей среднего возраста, меняющих профессию, и пенсионеров, которые ценят эти местные особенности так же высоко, как и другие удобства, которые изначально привели их в этот регион.

Креативный класс – это неоднородная группа, в которой все имеют совершенно одинаковые потребности и желания. В то время как некоторые характеристики обычно являются общими, люди и семьи движимы своим собственным уникальным сочетанием удобств, возможностей и опыта, которые будут привлекать их в регион. В результате любой регион – но особенно сельский регион с ограниченными возможностями обеспечения качества жизни – должен быть готов проявлять гибкость в разработке стратегий привлечения и реагирования на происходящие события. Вместо того чтобы пытаться построить всеобъемлющую целенаправленную стратегию, ориентированную на определенный сегмент креативного класса, регион должен сначала попытаться быть универсалистом, но тщательно отслеживать и затем реагировать на случайные события. Если один или два инженера впервые переезжают в регион, нужно уделить им внимание, чтобы помочь и поддержать их, а также необходимо работать над созданием кластера инженерного консалтинга. Однако если кто-то из новых резидентов занимается цифровыми медиа, то основное внимание должно быть уделено инфраструктуре широкополосного интернета и созданию цифрового медиакластера. Регион должен отслеживать и понимать открывающиеся возможности, прилагая по меньшей мере столько же усилий, сколько тратится на преднамеренное создание других возможностей.

Таким образом, для создания долговременных преимуществ для сельских районов необходимо использовать туризм не как самоцель, а как часть более широкой стратегии, направленной на повышение качества места, необходимого для того, чтобы стать не только туристическим направлением, но и повысить качество жизни в регионе. Эта двуединая стратегия привлечет в регион не только туристов, но и новых постоянных жителей и приведет к более устойчивому экономическому результату.

Список литературы

1. Зотова Л.П. 2015. Креативный город: творческие индустрии и развитие городов. Креативная экономика, 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kreativnyy-gorod-tvorcheskije-industrii-i-razvitie-gorodov> (дата обращения: 05.04.2020).
2. Каверина Н.А., Гретченко А.И., Гретченко А.А. 2019. Современное развитие креативных индустрий в России (опыт столицы и регионов). Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета, 1 (75). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-razvitie-kreativnyh-industriy-v-rossii-opyt-stolitsy-i-regionov> (дата обращения: 15.04.2020).
3. Молодова Е.П. 2011. Творческие индустрии как фактор развития территорий. Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд, 11–1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tvorcheskije-industrii-kak-faktor-razvitiya-territoriy> (дата обращения: 11.04.2020).
4. Образование и креативная индустрия в зеркале международных и отечественных практик. 2017. Бюллетень о сфере образования. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/14525.pdf> (дата обращения: 10.03.2020).
5. Охлопков А. Россия в центре креатива. Ведомости. 23 декабря 2019 URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2019/12/24/819475-rossiya-kreativa> (дата обращения: 10.03.2020).
6. Boschma R. A., Fritsch M. 2009. Creative Class and Regional Growth: Empirical Evidence from Seven European Countries. *Economic Geography*, 85: 391–423.
7. Creative Economy Programme. United Nations Conference on Trade and Development. 2004. Available at: <https://unctad.org/en/Pages/DITC/CreativeEconomy/Creative-Economy-Programme.aspx>.
8. Creative Economy Programme. 2019. United Nations Conference on Trade and Development. Available at: <https://unctad.org/en/Pages/DITC/CreativeEconomy/Creative-Economy-Programme.aspx>.
9. Creative nation: Commonwealth cultural policy. 1994. Department of Communications and the Arts (Australia): 102 p.
10. Currid-Halkett E., Stolarick K. 2011. The Great Divide: Economic Development Theory Versus Practice – A Survey of the Current Landscape. *Economic Development Quarterly*, 25: 143–157.
11. Donegan M., Drucker J., Goldstein H., Lowe N., Malizia E. 2008. Which indicators explain metropolitan economic performance best? Traditional or creative class. *Journal of the American Planning Association*, 74 (2): 180–195.
12. Duxbury N., Silva S., Vinagre de Castro T. 2018. Creative tourism development in small cities and rural areas in Portugal: Insights from start-up activities. *Creating and Managing Experiences in Cultural Tourism*. World Scientific Publishing, 81–99.
13. Florida R. 2003. Cities and the Creative Class. *City & Community*, 2: 3–19.
14. Florida R. 2003. *The Rise of the Creative Class*. New York: Basic Books, 237 p.
15. Florida, R. 2002. *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday*, 253 p.
16. Gertler M. S., Wolfe D. A., Garkut D. 2000. No Place like Home? The Embeddedness of Innovation in a Regional Economy. *Review of International Political Economy*, 7(4): 688–718.
17. Hopkins J. 1998. Signs of the Post-Rural: Marketing Myths of a Symbolic Countryside. *Geografiska Annaler*, 80(2): 65–81.
18. Marsden T. 1999. Rural Futures: The Consumption Countryside and its Regulation. *Sociologia Ruralis*, 39(4): 501–520.
19. Maskell P., Malmberg A. 1999/ Localized learning and industrial competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, 23: 167–185
20. Morgan J. Q., Lambe W., Freyer A. 2009. Homegrown Responses to Economic Uncertainty in Rural America. *Rural Realities*, 3(2): 1–15.
21. Morgan K. 1997. The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. *Regional Studies*, 31(5): 491–503.
22. Peck J. 2005. Struggling with the Creative Class. *International Journal of Urban and Regional Research*, 29: 740–770.
23. Prince Edward County, Ontario. 2020. Available at: <http://pecounty.on.ca>.
24. Richards G., Raymond C. 2000. Creative tourism. *ATLAS News*, 23: 16–20.
25. The Creative Economy. 2000. Business Week, The 21st Century Corporation. August 28, 2000 (special double issue), August 28, 1–5.
26. Triarchi E., Karamanis K. 2017. Alternative tourism development: A theoretical background. *World Journal of Business and Management*, 3 (1), 35 p.

References

1. Zotova L.R. 2015. Kreativnyj gorod: tvorcheskie industrii i razvitie gorodov [Creative city: creative industries and urban development]. Kreativnaja jekonomika [Creative Economy], 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kreativnyy-gorod-tvorcheskie-industrii-i-razvitie-gorodov> (accessed 04.04.2020).
2. Kaverina N.A., Gretchenko A.I., Gretchenko A.A. 2019. Sovremennoe razvitie kreativnyh industrij v Rossii (opyt stolicy i regionov) [Modern development of creative industries in Russia (experience of the capital and regions)]. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-jekonomicheskogo universiteta. 1 (75). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-razvitie-kreativnyh-industriy-v-rossii-opyt-stolitsy-i-regionov> (дата обращения: 15.04.2020).
3. Molodova E. P. 2011. Tvorcheskie industrii kak faktor razvitiya territorij [Creative industries as a factor in the development of territories]. Sovremennye tendencii v jekonomike i upravlenii: novyj vzgljad. 11-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tvorcheskie-industrii-kak-faktor-razvitiya-territoriy> (дата обращения: 11.04.2020).
4. Obrazovanie i kreativnaja industrija v zerkale mezhdunarodnyh i otechestvennyh praktik [Education and the Creative Industry in the Mirror of International and Domestic Practices]. 2017. Bjulleten' o sfere obrazovanija. Analiticheskij centr pri Pravitel'stve Rossijskoj Federacii. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/14525.pdf> (дата обращения: 10.03.2020).
5. Ohlopkov A. 2019. Rossiya v centre kreativa [Russia in the center of creativity]. Vedomosti. 23.12. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2019/12/24/819475-rossiya-kreativa> (дата обращения: 10.03.2020).
6. Boschma R. A., Fritsch M. 2009. Creative Class and Regional Growth: Empirical Evidence from Seven European Countries. Economic Geography, 85: 391–423.
7. Creative Economy Programme. United Nations Conference on Trade and Development. 2004. Available at: <https://unctad.org/en/Pages/DITC/CreativeEconomy/Creative-Economy-Programme.aspx>.
8. Creative Economy Programme. 2019. United Nations Conference on Trade and Development. Available at: <https://unctad.org/en/Pages/DITC/CreativeEconomy/Creative-Economy-Programme.aspx>.
9. Creative nation: Commonwealth cultural policy. 1994. Department of Communications and the Arts (Australia): 102 p.
10. Currid-Halkett E., Stolarick K. 2011. The Great Divide: Economic Development Theory Versus Practice – A Survey of the Current Landscape. Economic Development Quarterly, 25: 143–157.
11. Donegan M., Drucker J., Goldstein H., Lowe N., Malizia E. 2008. Which indicators explain metropolitan economic performance best? Traditional or creative class. Journal of the American Planning Association, 74 (2): 180–195.
12. Duxbury N., Silva S., Vinagre de Castro T. 2018. Creative tourism development in small cities and rural areas in Portugal: Insights from start-up activities. Creating and Managing Experiences in Cultural Tourism. World Scientific Publishing, 81–99.
13. Florida R. 2003. Cities and the Creative Class. City & Community, 2: 3–19.
14. Florida R. 2003. The Rise of the Creative Class. New York: Basic Books, 237 p.
15. Florida, R. 2002. The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday, 253 p.
16. Gertler M. S., Wolfe D. A., Garkut D. 2000. No Place like Home? The Embeddedness of Innovation in a Regional Economy. Review of International Political Economy, 7(4): 688–718.
17. Hopkins J. 1998. Signs of the Post-Rural: Marketing Myths of a Symbolic Countryside. Geografiska Annaler, 80(2): 65–81.
18. Marsden T. 1999. Rural Futures: The Consumption Countryside and its Regulation. Sociologia Ruralis, 39(4): 501–520.
19. Maskell P., Malmberg A. 1999/ Localized learning and industrial competitiveness. Cambridge Journal of Economics, 23: 167–185.
20. Morgan J. Q., Lambe W., Freyer A. 2009. Homegrown Responses to Economic Uncertainty in Rural America. Rural Realities, 3(2): 1–15.
21. Morgan K. 1997. The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. Regional Studies, 31(5): 491–503.
22. Peck J. 2005. Struggling with the Creative Class. International Journal of Urban and Regional Research, 29: 740–770.
23. Prince Edward County, Ontario. 2020. Available at: <http://pecounty.on.ca>.



24. Richards G., Raymond C. 2000. Creative tourism. *ATLAS News*, 23: 16–20.
25. The Creative Economy. 2000. *Business Week*, The 21st Century Corporation. August 28, 2000 (special double issue), August 28, 1–5.
26. Triarchi E., Karamanis K. 2017. Alternative tourism development: A theoretical background. *World Journal of Business and Management*, 3 (1), 35 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Акимова Ольга Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и предпринимательства Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия

Волков Сергей Константинович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и предпринимательства Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия

Гладкая Елена Андреевна, кандидат экономических наук, ведущий специалист по работе с молодежью Волгоградского государственного университета, Волгоград, Россия

Кузлаева Ирина Михайловна, экономист-менеджер Ассоциации (некоммерческое партнерство) «Гарантийный фонд Волгоградской области», Волгоград, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga E. Akimova, Candidate of Economic Sciences, Associate professor, Associate professor of the Department of Economics and Entrepreneurship, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Sergey K. Volkov, Candidate of Economic Sciences, Associate professor, Associate professor of the Department of Economics and Entrepreneurship, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Elena A. Gladkaya, Candidate of Economic Sciences, leading specialist in youth work, Volgograd State University, Volgograd, Russia

Irina M. Kuzlaeva, economist-manager, Guarantee Fund of the Volgograd Region, Volgograd, Russia

УДК 332.142

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-679-688

Динамическая характеристика пространственного развития экономики Центрально-Чернозёмного макрорегиона

Владыка М.В., Солнцев Д.Р.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
Департамент агропромышленного комплекса и воспроизводства окружающей среды
Белгородской области, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Попова, 24
E-mail: vladyka@bsu.edu.ru, solncev@belapk.ru

Аннотация

В данной статье представлены ключевые показатели развития областей Центрально-Черноземного макрорегиона. Выделена отраслевая специализация по Белгородской области, а также проведён анализ условий, тенденций и перспектив устойчивого развития макрорегиона с учётом диверсификации экономического развития областей. Исследование показывает, что современная пространственная политика развития аграрно-индустриальных регионов, развивающихся в условиях необходимости преодоления центростремительных тенденций, должна предусматривать приоритетное развитие периферийных территорий. Выделены основные тенденции и перспективы пространственного развития исследуемой территории: концентрация экономического роста в ограниченном числе центров, рост социально-экономической роли городов; стабилизация численности населения в крупных субъектах Российской Федерации и закрепление перманентного характера в общей тенденции снижения численности населения периферийных территорий; сокращение межрегиональных социально-экономических диспропорций в рамках глобальных центростремительных тенденций; трансформация пространственной организации экономики в виде транспарентности экономических процессов. Согласно проведённому в статье анализу, объединение регионов в один макрорегион положительным образом влияет на основные показатели развития.

Ключевые слова: экономика, регион, динамическая несогласованность, валовой региональный продукт, стратегия пространственного развития страны, пространственные эффекты.

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания НИУ «БелГУ» FZWG-2020-0016 (0624-2020-0016), тема проекта «Фундаментальные основы глобальной территориально-отраслевой специализации в условиях цифровизации и конвергенции технологий».

Для цитирования: Владыка М.В., Солнцев Д.Р. 2020. Динамическая характеристика пространственного развития экономики Центрально-Чернозёмного макрорегиона. Экономика. Информатика. 47 (4): 679 – 688. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-679-688.

Dynamic characteristics of the spatial development of the economy of the Central Black Earth macro-region

Vladyka M.V., Solntsev D.R.

Belgorod National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
Department of the Department of Agroindustrial Complex and Environmental Reproduction
of the Belgorod Region, 24 Popova St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: vladyka@bsu.edu.ru, solncev@belapk.ru

Abstract

This article presents the key indicators of the development of the regions of the Central Black Earth Macroregion. Particular attention is paid to the heritage of retrospective aspects describing the interaction of the center and the



periphery, contributing to the formation and reproduction of socio-economic differentiation between them, revealing the diagnostic features and spatial and economic specifics of the processes of functioning and development of macroregional territories. Sectoral specialization in the Belgorod region is highlighted, as well as an analysis of conditions, trends and prospects for sustainable development of the macroregion, taking into account the diversification of economic development of the regions. The study shows that the modern spatial policy for the development of agro-industrial regions, developing in the context of the need to overcome centripetal trends, should provide for the priority development of peripheral territories. Main trends and perspectives of spatial development in the study area: focus of economic growth in a limited number of centers, the growing social and economic role of cities; the stabilization of population in the major regions of the Russian Federation and consolidation of a permanent character in the general trend of decline in the population of peripheral areas; decrease of regional socio-economic disparities in the global centripetal trends; the transformation of the spatial organization of the economy in the form of transparency of economic processes. According to the analysis carried out in the article, the unification of regions into one macro-region has a positive effect on the main indicators of development.

Keywords: economy, region, points of growth, gross regional product, import, export, strategy of spatial development of the country, spatial effect.

Acknowledgements: the research was carried out within the framework of the state assignment of NRU BelSU FZWG-2020-0016 (0624-2020-0016), the topic of the project "Fundamental foundations of global territorial and industry specialization in the context of digitalization and technology convergence".

For citation: Vladyka M.V., Solntsev D.R. 2020. Dynamic characteristics of the spatial development of the economy of the Central Black Earth macro-region. Economics. Information technologies. 47 (4): 679–688 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-679-688.

Введение

В современной региональной экономике роль диагностики параметров развития территорий неуклонно возрастает, при этом на первый план выходят вопросы не только отслеживания индикаторов социально-экономического плана, но и характеристик пространственного типа, что требует разработки действенного инструментария по выявлению, верификации и экономико-управленческой интерпретации существующих региональных проблем и ситуаций. Особенностью пространственного развития макрорегионов является не только масштаб природного и производственного развития, но и немаловажное значение имеет масштаб финансово-экономического и инфраструктурного потенциала. С целью определения направлений модернизации и расширения их инфраструктуры принята Стратегия пространственного развития страны до 2025 года, направленная на совершенствование системы расселения и территориальной организации экономики, в том числе за счет проведения эффективной государственной политики регионального развития [Об утверждении Стратегии пространственного развития РФ...]. Основой для принятия стратегически важных решений по развитию территорий, в соответствии с принятым Постановлением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 г., являются приоритеты национальных проектов. Обеспечение сбалансированного развития макрорегионов Российской Федерации основано на принятии мер опережающего развития депрессивных территорий, а в числе ключевых критериев выступает сокращение межрегиональных различий в уровне и качестве жизни.

Объекты и методы исследования

Методологической основой статьи выбран системно-функциональный подход, дающий возможность обобщения и синтеза исследуемых процессов развития макрорегиона. Кроме того, он позволяет рассмотреть происходящие процессы пространственного развития в их взаимосвязи с диалектическим развитием.

Основные результаты исследования

Каждый субъект Российской Федерации имеет свои характеристические особенности и перспективные социально-экономические специализации. Центрально-Черноземный макрорегион – это один из наиболее развитых и густонаселённых субъектов территориального деления Российской Федерации. Его особенности проявляются в том, что он является крупнейшей железорудной базой и характеризуется высокой степенью развития АПК, как аграрно-индустриальная территория, традиционно богатая плодородными почвами, преобладающими на всей его территории. Кроме того, этот макрорегион богат природными ресурсами: железные, титановые и медно-никелевые руды; бокситы; фосфориты; огнеупорные глины; природные строительные материалы (камень, щебень, песок). По основным показателям развития Центрально-Чернозёмного макрорегиона можно выделить его достаточно успешное развитие, что подтверждают индексы производства, приведенные на рисунке 1.



Рис. 1. Динамика индексов производства Центрально-Чернозёмного макрорегиона по виду деятельности в 2019 году, % [Белгородская область в цифрах, 2020]

Fig. 1. Dynamics of production indices of the Central Black Earth Macro-region by type of activity in 2019, % [Belgorod region in numbers, 2020]

Согласно данным, представленным на рисунке 1, Воронежская область занимает лидирующее положение по добыче полезных ископаемых и результатам работы обрабатывающих производств. По добыче полезных ископаемых Белгородская область занимает второе место и по этим показателям и входит в число индустриальных и сельскохозяйственных регионов Российской Федерации [Владыка, Горбунова, Ермаченко, 2019]. Характеризуя Центрально-Чернозёмный район, можно выделить Западный и Восточный подрайоны, имеющие разные отрасли специализации в промышленности. Первый включает Курскую и Белгородскую области, специализирующиеся на черной металлургии, металлообработке, горнорудной и легкой промышленности. Но для всех областей характерно развитие АПК комплексов и на высоком уровне находится растениеводство и животноводство. В Белгородской, Воронежской и Тамбовской областях в большей степени развито животноводство, в Курской области – растениеводство. Активное развитие сельского хозяйства предопределено тем, что более 80 % земли здесь – плодородный чернозем (рис. 2).

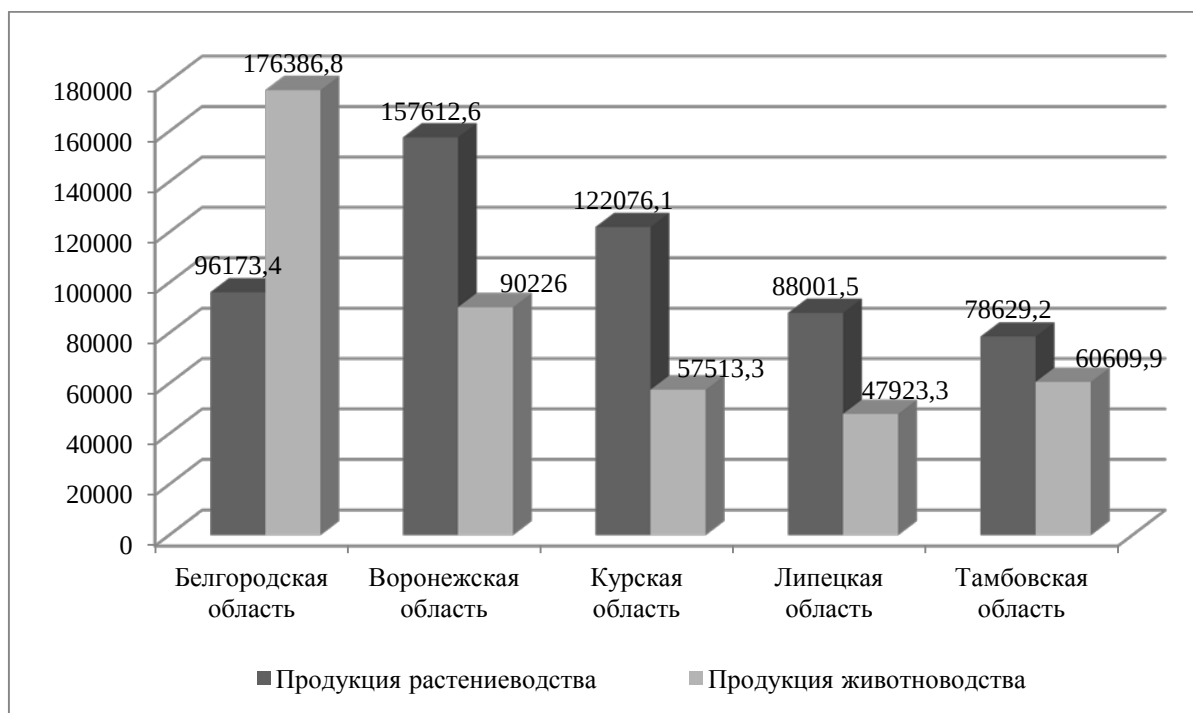


Рис. 2. Продукция растениеводства и животноводства Центрально-Чернозёмного макрорегиона в 2019 году, млн руб. [Белгородская область в цифрах, 2020]

Fig. 2. Crop production and livestock production of the Central Black Earth Macro-region in 2019, million rubles [Belgorod region in numbers, 2020]

Согласно данным, представленным на рисунке 2, Белгородская область занимает лидирующее положение по животноводству – 176386,8 млн руб., второе место заняла Воронежская область – 90226,0 млн руб. и третье – Тамбовская область – 60609,9 млн руб. По продукции растениеводства в 2019 году лидирующее положение заняла Воронежская область, на которую приходилось 157612,6 млн руб. Проанализировать нагрузку на факторы производства можно исходя из действующей в России системы налогообложения, сложившейся структуры производственного потенциала и влияния на экономику страны в целом. Для обобщающей характеристики региональной экономики применяется показатель сальдированного финансового результата экономической деятельности (рис. 3).

На рисунке 3 наглядно видно, что Белгородская область по финансовым результатам значительно превосходит Воронежскую, Курскую и Тамбовскую области. Незначительно уступает ей по этому показателю Липецкая область. Важнейшим показателем количественной и качественной характеристики экономики является ВРП, динамика которого по Белгородской области представлена на рисунке 4.

Представленные на рисунке 4 показатели свидетельствуют, что валовая прибыль формируется преимущественно в производственном секторе, на фоне снижения доли оплаты труда наёмных работников. Основным фактором, влияющим на социально-экономическую асимметрию, является «качество жизни населения». Различный уровень жизни населения региона формируется вследствие различия темпов экономического роста. Следствием этого формируются демографические различия, степень урбанизации, появляются социально-экономические диспропорции.

Важной характеристикой развития региональных систем является показатель валовых доходов, позволяющий увидеть реальные производственные показатели, так как термин «валовая» указывает на то, что показатель определен до вычета потребления основного капитала [Клейнер, 2015]. Характеризуя развитие Белгородской области, можно отметить сочетание народнохозяйственных, отраслевых и региональных интересов, позволяющих

добиваться доминирующей роли конкретных форм и методов осуществления сбалансированности пространственного развития в динамичной конкурентной среде (рис. 5).

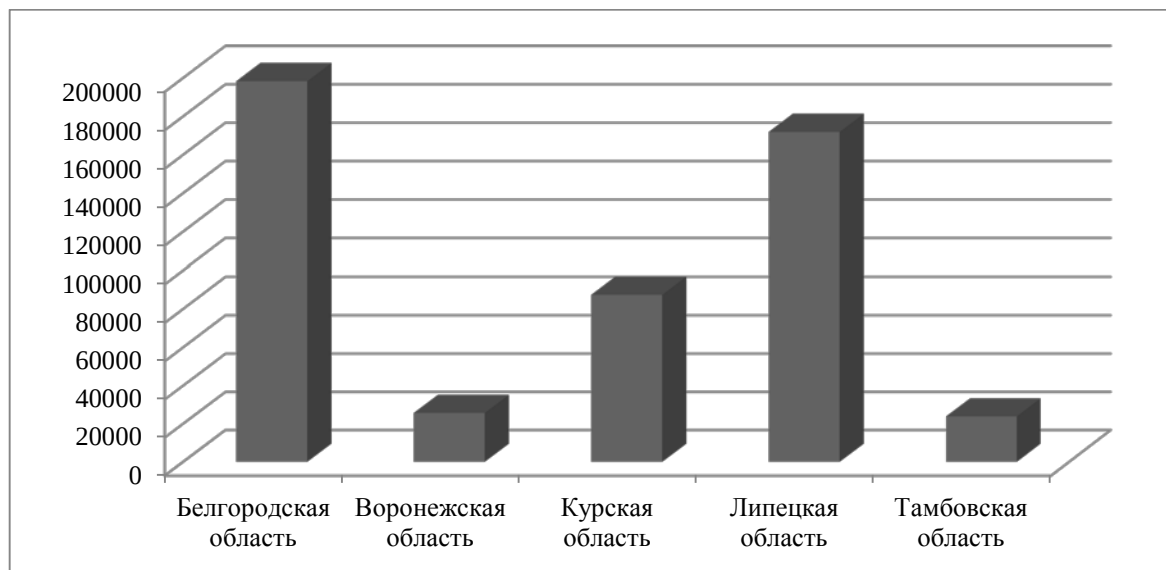


Рис. 3. Сальдированный финансовый результат экономической деятельности Центрально-Чернозёмного макрорегиона в 2019 году, млн руб. [Белгородская область в цифрах, 2020]
Fig. 3. Net financial result of economic activity of the Central Black Earth Macro-region in 2019, million rubles [Belgorod region in numbers, 2020]

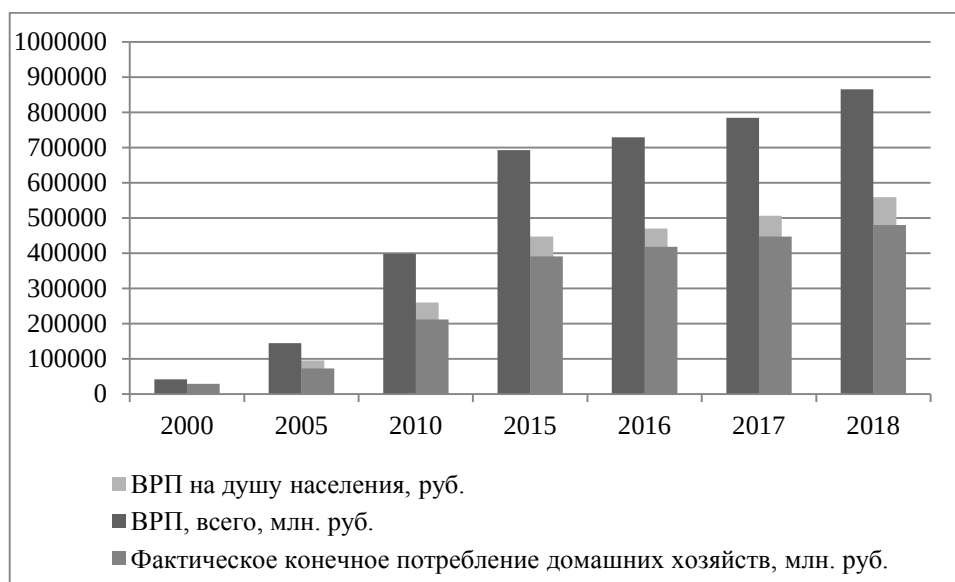


Рис. 4. Динамика ВРП Белгородской области за 2000–2018 годы
[Белгородская область в цифрах, 2020]
Fig. 4. Dynamics of GRP of the Belgorod region for 2000–2018 [Belgorod region in numbers, 2020]

Обобщенной характеристикой экономической деятельности региона, характеризующей процесс производства товаров и услуг для конечного использования, является ВРП. Операции, относящиеся непосредственно к процессу производства, отражает счет производства, в котором можно выделить добавленную стоимость. Основная цена – цена, получаемая производителем за единицу товара или услугу, без налогов на продукты, но

включая субсидии на продукты. Суммарную стоимость товаров и услуг, являющихся результатом производственной деятельности единиц-резидентов экономики в отчетном периоде, отражает выпуск товаров и услуг. Товары и услуги, которые полностью потребляются в процессе производства в отчетном периоде, представляют собой промежуточное потребление. Потребление основного капитала не входит в состав промежуточного потребления (таблица 1).



Рис. 5. ВРП Белгородской области по видам первичных доходов за 2000–2018 годы (в текущих ценах; в процентах к итогу) [Белгородская область в цифрах, 2020]

Fig. 5. GRP of the Belgorod region by types of primary income for 2000–2018 (in current prices; as a percentage of the total) [Belgorod region in numbers, 2020]

Таблица 1
Table 1

Основные характеристики движения основных фондов (ОФ) Белгородской области в 2000–2018 гг.

Main characteristics of the movement of fixed assets in the Belgorod region in 2000–2018

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Ввод в действие ОФ, млн руб.	7614	26128	78382	88118	116504	140488	96748
Коэффициент обновления ОФ, %	4,9	8,8	11,7	6,9	8,4	9,4	6,2
Коэффициент выбытия ОФ, %	0,9	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Степень износа ОФ, %	41,0	37,4	38,2	44,0	44,4	43,9	44,5

Основные фонды – произведенные активы, подлежащие использованию неоднократно или постоянно в течение длительного периода, но не менее одного года, для производства товаров, оказания рыночных и нерыночных услуг, для управленческих нужд либо для предоставления другим организациям за плату во временное владение и пользование или во временное пользование. К основным фондам относятся здания, сооружения, машины и оборудование, транспортные средства, рабочий и продуктивный скот, многолетние насаждения, другие виды основных фондов.

Учетная стоимость основных фондов равна сумме учитываемых в бухгалтерских балансах организаций остаточной балансовой стоимости основных фондов и величины накопленного износа. Она отражает наличие основных фондов без учета постепенной утраты их потребительских свойств в процессе эксплуатации. Остаточная балансовая стоимость основных

фондов отражает постепенную утрату их потребительских свойств в размере накопленного износа. Полная остаточная балансовая стоимость основных фондов учитывается в смешанных ценах, так как часть инвентарных объектов отражается в балансах предприятий по восстановительной стоимости на момент последней проведенной переоценки, а другая часть, не проходившая переоценок, – в ценах приобретения. Полная восстановительная стоимость основных фондов – это полная стоимость затрат на замену имеющихся основных фондов аналогичными им новыми объектами, определенных по ценам и тарифам, существующим на дату переоценки (рис. 6).

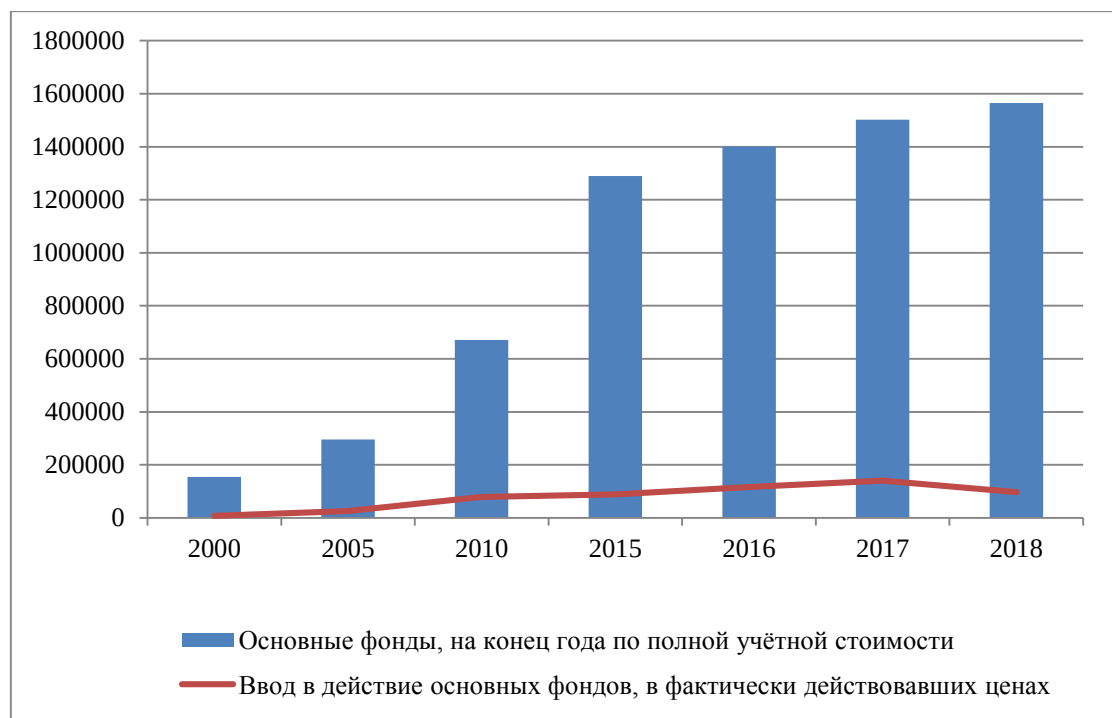


Рис. 6. Характеристика основных фондов Белгородской области за 2000–2018 годы
[Белгородская область в цифрах, 2020]

Fig. 6. Characteristics of fixed assets of the Belgorod region for 2000–2018
[Belgorod region in numbers, 2020]

На рисунке 6 заметна динамика основных фондов, исчисленных по полной учётной стоимости, однако с учётом корректировки по фактически действовавшим ценам показывает более сдержанные темпы роста. Ввод в действие основных фондов отражает стоимость законченных строительством и принятых в эксплуатацию в установленном порядке объектов строительства, а также оборудования, инструмента, инвентаря, многолетних насаждений, рабочего и продуктивного скота.

Коэффициент обновления основных фондов – это отношение основных фондов, введенных в действие в течение года, к их наличию на конец года, в процентах, отражающее удельный вес новых (введенных за год) основных фондов в их общем объеме. Коэффициент выбытия основных фондов – это отношение ликвидированных за год основных фондов к их наличию на начало года, в процентах, характеризующее интенсивность процесса обновления основных фондов. Частичная или полная утрата основными фондами потребительских свойств и стоимости в процессе эксплуатации под воздействием сил природы и вследствие технического прогресса – это износ основных фондов.

В условиях непрекращающихся преобразований и нарастающих геополитических стрессоров становится затруднительным прогнозирование любой хозяйственной системы. Пространственное развитие региональной экономики, происходящее под воздействием разнообразных стрессоров, результируется в весьма противоречивых эффектах для



российской хозяйственной системы. Это выражается в том, что экономическая динамика демонстрирует как успехи, так и деструкции [Андреева, 2018]. Существующий разрыв в социально-экономическом развитии центральных и периферийных территорий необходимо устранять методами и инструментами пространственной политики.

Распространение отрицательных сетевых эффектов региональных систем формирует специфическую систему внерыночных механизмов, которые встраиваются в рыночные алгоритмы, изменяя их природу и формируя структурные элементы в региональных экономических системах, функционирующих по своим собственным законам [Зубаревич, 2015]. Это формирует динамическую несогласованность в пространственном развитии макрорегионов Российской Федерации. Такая несогласованность проявляется в виде необходимости активизации экономического роста на фоне одновременно существующей низкой производительности труда и роста уровня дифференциации доходов. Важным моментом для успешной реализации намеченных целевых ориентиров является достижение динамической согласованности осуществляемых действий.

Заключение

Подводя итог, следует выделить следующие тенденции и перспективы пространственного развития исследуемой территории:

- 1) концентрация экономического роста в ограниченном числе центров, рост социально-экономической роли городов;
- 2) стабилизация численности населения в крупных субъектах Российской Федерации и закрепление перманентного характера в общей тенденции снижения численности населения периферийных территорий;
- 3) сокращение межрегиональных социально-экономических диспропорций в рамках глобальных центростремительных тенденций;
- 4) трансформация пространственной организации экономики в виде транспарентности экономических процессов.

Таким образом, анализ основных тенденций пространственного развития экономики Центрально-Чернозёмного макрорегиона позволяет видеть основные закономерности и тенденции, требующие значительного повышения способности к гибким реакциям и устойчивому развитию региональных систем, направленному на подъем пространственных эффектов территории.

Список литературы

1. Андреева О.В. 2018. Адаптивность российской экономики в мировом контексте: источники и исходы. Российский миттельшпиль: экономика, техногенез, геостратегия: Сборник тезисов выступлений Международной научной конференции. Под ред. Ю.М. Осипова, С.С. Нипа, Т.С. Сухиной. М.: Экономический факультет МГУ им М.В. Ломоносова: 9–11.
2. Белгородская область в цифрах. 2020: Кратк. стат. сб. Белгородстат, 244.
3. Белокрылова О.С., Киселева Н.Н. 2013. Институциональные изменения на рынке земли южных регионов. Пространство экономики. 4–3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istitutsionalnye-izmeneniya-na-rynke-zemli-yuzhnyh-regionov> (дата обращения: 24.09.2020).
4. Владыка М.В., Горбунова Е.И., Ермаченко Ф.М. 2019. Пространственные эффекты объединения территорий в макрорегионы. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 46 (3): 383–390. DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-3-383–390.
5. Гранберг А.Г. 2009. О программе фундаментальных исследований пространственного развития России. Регион: экономика и социология. 2: 166–178.
6. Губанова Е.С., Клещ В.С. 2017. Методологические аспекты анализа уровня неравномерности социально-экономического развития регионов. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 10 (1): 58–75.

7. Зубаревич Н.В. 2015. Стратегия пространственного развития после кризиса: от больших проектов к институциональной модернизации. Журнал новой экономической ассоциации. 2: 226–230.
8. Клейнер Г.Б. 2015. Государство – регион – отрасль – предприятие: каркас системной устойчивости экономики России. Часть 1. Экономика региона. 2: 50–58.
9. Минакир П.А. 2019. Дальневосточные институциональные новации: имитация нового этапа. Пространственная экономика. 1: 7–17.
10. Об утверждении Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 N 207-р. СПС «КонсультантПлюс»: Законодательство: Версия Проф. URL: <http://base.consultant.ru> (дата обращения: 18 сентября 2020).
11. Krugman, P.R., Masahisa Fujita, Anthony J.V. 1999. The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade. The MIT Press, London, 367.
12. Official statistical methodology: definitions of fixed capital investments at the Federal level. 2020. Available at: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/invest/met-inv-fed.pdf (accessed 23.09.2020).
13. Stryabkova E., Zakharov V., Vladyka M., Kulik A., Kogteva A., Nuridzhanov A. 2018. Identification of long range growth poles as a key instrument of the federal policy of Russia's regional territories. Amazonia Investiga. 7(17): 433–442. Available at: <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga> (accessed 23.09.2020).
14. Strange W.C. 2009. Viewpoint: Agglomeration research in the age of disaggregation. Canadian Journal of Economics. Revue canadienne d'econjmique. 42 (1): 1–27.
15. Vasilieva, A.V., Morozova T., Shlapenko E. 2018. Contribution of international scientific cooperation into cross-border development (case of the Republic of Karelia). Practical Geography and XXI Century Challenges. International Scientific and Practical Conference, 4–6 June 2018, Moscow. Conference Book. Moscow: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 455.
16. Wandel C. 2010. Industry agglomerations and regional development in Hungary: economic processes during European integration. Peter Lang, 278.

References

1. Andreeva O.V. 2018. Adaptability of the Russian economy in the global context: sources and outcomes. Russian mittelspiel: economy, technogenesis, geostrategy: Collection of abstracts of international scientific conference presentations. Edited by Yu.M. Osipov, S.S. NIPA, T.S. Sukhina. M.: Faculty of Economics of Lomonosov Moscow State University: 9–11. (in Russian)
2. Belgorod region in numbers. 2020: Brief introducti. stat. sat. Belgorodstat, 244. (in Russian)
3. Belokrylova O.S., Kiseleva N.N. 2013. Institutional changes in the land market in the southern regions. Economy space. 4–3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/istitutsionalnye-izmeneniya-narynke-zemli-yuzhnyh-regionov> (accessed 24.09.2020). (in Russian)
4. Vladyka M.V., Gorbunova E.I., Ermachenko F.M. 2019. Spatial effects of the unification of the territories in the regions. Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information Technologies. 46(3): 383–390. (in Russian). DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-3-383-390.
5. Granberg A.G. 2009. About the program of fundamental research of spatial development of Russia. Region: Economics and Sociology. 2: 166–178. (in Russian)
6. Gubanova E.S., Kleshch V.S. 2017. Methodological aspects of analyzing the level of uneven socio-economic development of regions. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 10(1): 58–75. (in Russian)
7. Zubarevich N.V. 2015. The strategy of spatial development after the crisis: from large projects to institutional modernization. Journal of the New Economic Association. 2: 226–230. (in Russian)
8. Kleiner G.B. 2015. State-region-industry-enterprise: a framework for system stability of the Russian economy. Part 1. Regional economy. 2: 50–58. (in Russian)
9. Minakir P.A. 2019. Far Eastern institutional innovations: imitation of a new stage. Spatial Economics. 1: 7–17. (in Russian)
10. About the Approval of the Strategy of Spatial Development of the Russian Federation for the period up to 2025: the Order of the Government of the Russian Federation of 13.02.2019 N 207-p. ATP "Consultant plus": Legislation: Prof Version. Available at: <http://base.consultant.ru> (accessed 18 September 2020)
11. Krugman, P.R., Masahisa Fujita, Anthony J.V. 1999. The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade. The MIT Press, London, 367.
12. Official statistical methodology: definitions of fixed capital investments at the Federal level. 2020. Available at: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/invest/met-inv-fed.pdf (accessed 23.09.2020).



13. Stryabkova E., Zakharov V., Vladyka M., Kulik A., Kogteva A., Nuridzhanov A. 2018. Identification of long range growth poles as a key instrument of the federal policy of Russia's regional territories. *Amazonia Investiga*. 7(17): 433–442. Available at: <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga> (accessed 23.09.2020).
14. Strange W.C. 2009. Viewpoint: Agglomeration research in the age of disaggregation. *Canadian Journal of Economics. Revue canadienne d'econjmique*. 42 (1): 1–27.
15. Vasilieva, A.V., Morozova T., Shlapenko E. 2018. Contribution of international scientific cooperation into cross-border development (case of the Republic of Karelia). *Practical Geography and XXI Century Challenges. International Scientific and Practical Conference, 4–6 June 2018, Moscow. Conference Book*. Moscow: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 455.
16. Wandel C. 2010. Industry agglomerations and regional development in Hungary: economic processes during European integration. Peter Lang, 278.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Владыка Марина Валентиновна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры прикладной экономики и экономической безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Солнцев Денис Романович, консультант отдела проектной деятельности управления ресурсного обеспечения Департамента агропромышленного комплекса и воспроизводства окружающей среды Белгородской области

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marina V. Vladyka, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Denis R. Solntsev, Consultant of the Department of Project Activities of the Resource Support Department of the Department of Agroindustrial Complex and Environmental Reproduction of the Belgorod Region, Belgorod, Russia

УДК 005.1

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-689-699

Необходимость учета пространственного фактора в повышении эффективности менеджмента

Куприянов С.В., Денисова Е.Д., Стариков К.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова»,

Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

E-mail: kaf-mvd@yandex.ru, denisowa.eugenia2016@yandex.ru, kostariff@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются основные пути повышения эффективности менеджмента с разных точек зрения: школ управления, подходов к управлению, анализа внутренней и внешней среды. Все они имеют социальную основу происхождения и поэтому субъективны. Предлагается акцентировать внимание на выявление влияния объективных факторов, не зависящих от воли и желаний человека и, прежде всего, пространственного. Сюда относится ландшафт, климат, расположение по отношению к соседнему государству. Всё перечисленное составляет такое понятие как регион. Чтобы реализовать особенности своего пространственного положения, преимуществ и дополнительных возможностей при решении проблем, менеджмент таких регионов обязан быть ориентирован на учет специфики данного образования, обеспечивая тем самым адекватный ответ объективным и субъективным вызовам.

Ключевые слова: менеджмент, регион, пространство, эффективность, приграничная территория.

Благодарности: статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ имени В.Г. Шухова до 2021 года.

Для цитирования: Куприянов С.В., Денисова Е.Д., Стариков К.С. 2020. Необходимость учета пространственного фактора в повышении эффективности менеджмента. Экономика. Информатика. 47 (4): 689–699. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-689-699.

The need to take into account the spatial factor in improving the effectiveness of management

Kupriyanov S.V., Denisova E.D., Starikov K.S.

Federal state budgetary educational institution of higher professional education
«Belgorod state technological University after V.G. Shukhov»,
46 Kostyukova St, Belgorod, 308012, Russia

E-mail: kaf-mvd@yandex.ru, denisowa.eugenia2016@yandex.ru, kostariff@mail.ru

Abstract

The main ways to improve the effectiveness of management from different points of view are considered: management schools (scientific management, administration, human relations and behavioral Sciences, management science), management approaches (procedural, system, complex), analysis of the internal and external environment. All of them have a social origin and are therefore subjective. It is proposed to focus on identifying the influence of objective factors that do not depend on the will and desires of a person, and, above all, spatial. This includes the landscape, climate, and location relative to a neighboring state. All of the above make up such a concept as a region. In order to realize the peculiarities of their spatial position, advantages and additional opportunities in solving problems, the management of such regions must be focused on taking into account the specifics of this education, thereby ensuring an adequate response to objective and subjective



challenges. The author substantiates a system of indicators that allows assessing the level of development of border regions and allows developing a strategy for its development taking into account the location.

Keywords: management, region, space, efficiency, border area.

Acknowledgements: the article was prepared in the framework of the activities of the Development Program of the flagship university on the basis of BSTU named after V.G. Shukhov until 2021.

For citation: Kupriyanov S.V., Denisova E.D., Starikov K.S. 2020. The need to take into account the spatial factor in improving the effectiveness of management. Economics. Information technologies. 47 (4): 689–699 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-689-699.

Введение

Проблема повышения эффективности менеджмента вечная, не теряющая своей актуальности. С момента появления понятия эффективности в экономической науке теории и практики всех областей человеческой деятельности прилагали постоянные усилия, чтобы повысить результативность функционирования всех сфер приложения труда, а, следовательно, и управления ими. Приоритет отдавался, безусловно, экономике, как единству процессов производства, распределения, обмена и потребления благ и услуг, необходимых для жизни и деятельности человека. Хотя, справедливости ради, следует отметить, что проблемы менеджмента затрагивают управление армией, образованием, наукой, культурой, спортом, здравоохранением и т. д. Соответственно и занимались ими представители всех профессий: инженеры, профессиональные управленцы, социологи, психологи, математики и другие специалисты. Результат такого внимания проявился в появлении и развитии различных школ управленческой мысли. Так, школа научного управления связана с использованием в менеджменте инженерного подхода. Административная школа основывалась на теории и опыте непосредственных профессиональных управленцев. Школа человеческих отношений и поведенческих наук опиралась на достижения в области социологии, психологии, развития бихевиоризма. Школа науки управления возникла благодаря дальнейшему развитию и прикладному применению математики, разработке и адаптации математических моделей к потребностям управления, использованию количественных методов для принятия решений в сложных ситуациях.

В процессе данного исследования для решения поставленной задачи были использованы системно-холистический подход, общенаучные диалектические методы, включая анализ и синтез, метод научной абстракции, принцип рассмотрения явлений от общего к особенному и частному; количественные методы исследования, а именно, статистический метод оценки данных по отдельным показателям, характеризующим развитие Белгородской области. Кроме того, применены специальные методы экономического анализа: факторный, сравнение, группировка и др.

Основные результаты исследования

Существенным вкладом в теорию эффективности менеджмента явились исследования в области характеристики и оценки внутренней и внешней среды организации. Поскольку организация представляет собой открытую систему, то ее следует рассматривать как целостность, образованную взаимосвязанными частями, тесно переплетающимися с окружающим миром. Отличительным признаком внутренней и внешней среды является возможность влияния на них менеджмента. Внутренние переменные находятся под воздействием управленческих решений. Конечно, влияние это относительное. В то время как внешние переменные не поддаются влиянию менеджмента организации, однако их необходимо учитывать в управленческой деятельности [Демина, 2020].

В классическом учебнике «Основы менеджмента» [Мескон и др., 1992] к наиболее значимым внутренним переменным организации относят *цели, структуру, задачи, технологию и людей*. Естественно, что линейка внутренних факторов значительно длиннее, но это непринципиально. Главное, что их нельзя исследовать независимо друг от друга. К тому же необходимо учитывать, что влияние этих факторов на функцию (в данном случае эффективность) определяется уровнем развития наиболее «слабого» фактора. Здесь уместна аналогия со спортом, когда оценка эффективности команды производится по результату, показанному самым неподготовленным, слабым членом этой команды. Отсюда следует вывод, что изменения любой из приведенных переменных необходимо сопровождать адекватными изменениями остальных. В противном случае затраты на совершенствование всех внутренних факторов, оставляя неизменным хотя бы один, будут бессмысленными и безответственными [Parsons, 2010].

Вместе с тем успех деятельности организации в значительной мере определяются силами, олицетворяющими внешнее окружение, а также связью организации с миром. В специальной литературе, в зависимости от величины силы воздействия на функционирование организации, выделяется среда прямого и косвенного влияния. К среде прямого воздействия относятся: *поставщики (земли, труда, капитала), потребители, конкуренты, законы и государственные органы, профсоюзы*. Среда косвенного влияния образуют: *состояние экономики, социокультурные факторы, политические факторы, научно-технический прогресс, международные события*.

Приведенный набор факторов, который необходимо учитывать для эффективного менеджмента, свидетельствует об их разнообразии, разновекторности, измеримости, качественности, возможности учета и прочими расхождениями. Однако общее у них то, что они все имеют социальную природу происхождения. Все они являются порождением человека, результатом человеческого сознания, труда, стремлений, а, следовательно, субъективны по своей природе. Их следует изучать, исследовать, измерять степень влияния на эффективность менеджмента, но необходимо также обратить внимание на объективные факторы, не зависящие от воли и желания человека. К таким факторам, прежде всего, относится Природа. Поскольку это очень емкое понятие – всё, что нас окружает, за исключением созданных человеком творений – то ограничимся рассмотрением той ее части, которая в наибольшей степени связана с экономикой – географической среды. Зависимость человека от Природы не оспаривалась никогда и никем, хотя степень этой зависимости расценивалась различными учеными не одинаково. Но в любом случае хозяйственная жизнь народов, населяющих и населявших Землю, тесно связана с ландшафтами и климатом населенных территорий. В свою очередь ландшафт и климат являются составляющими такого современного понятия как регион и его роли в экономическом развитии [Гумилев, 1990].

Термин «регион» был введен в России академиком Н.Н. Некрасовым в 1975 году. Академик предложил рассматривать регион как «... крупная территория страны с более или менее однородными природными условиями, а главным образом характерной направленностью развития производительных сил на основе сочетания комплекса природных ресурсов с соответствующей сложившейся и перспективной социальной инфраструктурой». Основным критерием, позволяющим выделить регион, является «общность народнохозяйственных задач, основанных на совокупности используемых или намечаемых к эксплуатации природных богатств, исторически сложившейся структуре хозяйственной деятельности или плановой структуре экономического развития». В качестве регионов Н.Н. Некрасов выделял союзные республики и экономические районы СССР, а также районы размещения отраслей промышленности, сельского хозяйства и транспорта [Некрасов, 1978].

Существует достаточно много определений региона в разных областях человеческого знания, каждое из которых характеризует какую-либо сторону этого термина. Так, в научной литературе можно выделить следующие подходы к толкованию термина «регион». *Географический* (месторасположение, размеры территории и количество населения,



климатические условия); *производственно-функциональный* (специализация территории в определенном виде деятельности); *градостроительный* (особенности застройки объектов производственной и хозяйственной деятельности, жилых кварталов, обслуживания населения); *социальный* (этические и моральные нормы общения, культуры, поведение населения); *административный* (административно-территориальное деление). Из них только географический подход обладает, на наш взгляд, наиболее объективными характеристиками. Все остальные – более субъективные определения, но тем не менее подверженные влиянию объективного фактора.

Наряду с понятием «регион» в практике тематических исследований часто используется термин «район», выступающий синонимом рассматриваемого понятия. Так, Э.Б. Алаев определяет район как «локализованную территорию, обладающую единством, взаимосвязанностью составляющих элементов, целостностью, причем эта целостность – объективное условие и закономерный результат развития данной территории» [Алаев, 1983].

Географическая среда влияет на организмы, в том числе и людские. Этот вывод сделал в 1922 г. Л.С. Берг: «Географический ландшафт воздействует на организм принудительно, заставляя все особи варьировать в определенном направлении, насколько это допускает организация вида. Тундра, лес, степь, пустыня, горы, водная среда, жизнь на островах и т. д. – все это накладывает особый отпечаток на организмы. Те виды, которые не в состоянии приспособиться, должны переселиться в другой географический ландшафт или вымереть» [Берг, 1922]. А под ландшафтом понимается «...территориальный комплекс, в пределах которого основные ландшафтные компоненты, которые его составляют (земная кора, вода, климат, растительность и животный мир), образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство» [Понятие ландшафта..., 2020].

В отечественной литературе также широко представлены трактовки понятия «регион» других исследователей, основанные на территориальном, географическом, экономическом и иных признаках, в частности, регион – это:

- «территориально-специализированная часть народного хозяйства страны, характеризующаяся единством и целостностью воспроизводственного процесса» [Добрынин, 1977];

- «субъект РФ, административно-территориальное образование и даже город» [Лексин, Швецов, 1993];

- «подсистема социально-экономического комплекса страны, а также относительно самостоятельная его часть с законченным циклом воспроизводства и специфическими особенностями протекания социальных и экономических процессов» [Основы теории, 1998];

- и др.

В Указе Президента Российской Федерации «Об утверждении основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» от 16 января 2017 года № 13, регион определяется как «часть территории Российской Федерации в границах территории субъекта Российской Федерации» [Указ Президента РФ, 2017].

Традиционно исследования, связанные с пространственным развитием приграничных территорий, имели экономическую перспективу. Нильс Хансен тщательно изучил теорию местоположения и литературу о полюсах роста, связанную с пограничными регионами. Он пришел к выводу, что в литературе подчеркивается хрупкая и опасная природа пограничных регионов, но тем не менее стабильная граница может также иметь преимущества для экономики соседних регионов [Hansen, N., 1977].

Ратти Р. выделил два различных подхода к экономическому развитию приграничных регионов, которые применялись в большинстве исследований, посвященных пространственному влиянию границ на региональное развитие. Первый подход изучает пограничные районы как территории, близкие к институциональным границам, и нацеливает их на воздействие, которое границы оказывают на экономическую и социальную жизнь. Во

втором случае границы рассматриваются как внешние ограничения и препятствия для коммуникации [Ratti, R. 1994.].

Региональные науки и пространственный анализ часто имеют сильную политическую ориентацию. Эти исследования направлены на получение данных, которые помогают региональным властям и бизнес-структурам разрабатывать различные стратегии.

Таким образом, не менее важное влияние на развитие экономики хозяйствующего субъекта (объединения, фирмы, региона, субъекта Федерации и др.) а, следовательно, и его менеджмента, имеет пространственное расположение и в отношении других соседних государств. Находится ли данный субъект в центральной части страны или на ее окраине? Кто соседи? Каковы отношения с ними? и т. д. Поэтому в каждом конкретном случае должна быть определена структура экономики данного хозяйствующего субъекта, которая при всей непохожести на организацию хозяйства другого приграничного района в силу природно-географических условий должна соответствовать определенным требованиям. В частности, активная часть основных фондов отличается высокой степенью мобильности, позволяющей их эвакуировать в более безопасные районы. Кроме того, экономике приграничного региона присущ высокий уровень автономии, поскольку в случае ее разрушения, частичного или полного, экономика государства в целом должна пострадать минимально и не потерять своей устойчивости от возможного разбалансирования. Это как на подводной лодке, когда пострадал один отсек, его изолируют, а лодка продолжает функционировать в штатном режиме. Определенные требования предъявляются и к населению приграничного региона. Прежде всего, по плотности расселения, возрастной структуре. Особое место, на наш взгляд, отводится наличию здесь субкультуры – устойчивой организованной формы культуры со своими специфическими традициями, ценностями, устоями, которая существует наряду с традиционной обычной культурой [Словарь по культурологии, 2020].

На территории приграничных регионов не должны создаваться стратегические объекты военно-промышленного комплекса, предприятия, обеспечивающие национальную безопасность, но размещены объекты, позволяющие проведение оборонительно-наступающих операций. Данное обстоятельство, естественно, определяет особенность формирования в том числе и экономического развития приграничной территории. Однако бизнес, предпринимательство развивается по своим законам, которые предполагают, что ограничения в одном направлении развития компенсируются свободой в другом, что чем больше рисков, тем выше норма прибыли. И для всего этого должны быть созданы и обеспечены соответствующим правовым полем необходимые условия льготного функционирования хозяйственных структур.

Для того чтобы реализовать особенности своего местоположения, преимуществ и решения проблем, менеджмент таких регионов обязан быть ориентирован на учет специфики данного образования, обеспечивая тем самым адекватный ответ объективным и субъективным вызовам.

Одной из самых сложных задач, стоящих перед правительствами приграничных регионов в области межгосударственных отношений, является нахождение баланса между конкурирующими и, казалось бы, противоречивыми приоритетами. Особенно это касается мобильности и безопасности, интересы пересекаются. С одной стороны, приграничность региона открывает большой потенциал для содействия экономическому росту и развитию, инновациям, через опыт и взаимодействие с приграничным государством. С другой стороны, власти должны обеспечить национальную безопасность, происходит постоянная борьба с транснациональной преступностью (торговля людьми, контрабанда и терроризм и др.), что влечет дополнительные расходы из бюджета.

В то же время каждая граница уникальна и единого универсального решения быть не может, существуют общие черты и опыт разных стран, что может быть учтено в национальном подходе к управлению границами. Управление и коммуникации, которые позволяют осуществлять взаимодействие и координацию между различными межведомственными

организациями, эффективны только в том случае, если должным образом включены в планируемую оперативную деятельность.

В последние годы политику и практику управления границами в современных быстро меняющихся условиях можно охарактеризовать как «реактивную», поскольку Правительство из всех сил пытается как можно быстрее реагировать на происходящие события, возникающие угрозы и т. д.

И подобные требования будут только возрастать по мере усиления процессов глобализации, и в связи с этим появления новых видов угроз для отдельных государств. Пограничные организации должны быть гибкими, если они хотят обеспечить эффективную и устойчивую защиту от этих угроз.

Подтверждение приведенных теоретических рассуждений попытаемся сделать на основе анализа конкретных показателей развития одного из субъектов Российской Федерации. В качестве объекта исследования берем Белгородскую область. Сразу оговоримся, что Белгородская область по целому ряду социально-экономических показателей, по духовно-нравственному развитию населения занимает ведущее положение среди аналогичных субъектов Федерации.

Так, характер отраслевого развития в определенной мере отражают показатели, приведенные в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Динамика отдельных показателей по Белгородской области, характеризующих позитивные тенденции развития региона

Dynamics of individual indicators for the Belgorod region that characterize positive trends in the region's development

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018
Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц), руб.	25371,5	28331,5	29590,7	30219,0	30759,8
Валовой региональный продукт на душу населения, руб.	400821	447630	469922	506421	-
Ввод в действие основных фондов, млн руб.	101835	88118	128775	140488	-
Продукция сельского хозяйства, млн руб.	188217,3	220692,1	226056,3	227267,4	245147,1
Добыча металлических руд, млн руб.	84222,7	81211,1	88929,9	113394,7	145098,2
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, млн руб.	1201,7	2134,5	922,2	996,3	1631,7
Объем услуг связи всего, млн руб.	11860,5	11921,3	13016,9	13266,4	13547,4
Производство основных продуктов животноводства за один день:					
-молока, тонн	1491	1456	1482	1626	1709
-яйца, тыс. шт.	3582	4048	4331	4554	4542

Источник: составлено авторами по материалам [Белгородская область в цифрах..., 2019; Департамент экономического..., 2020]

Анализ приведенных в табл. 1 данных позволяет утверждать, что хозяйственный комплекс области имеет устойчивый тренд во многих отраслях, определяющих место области в национальном разделении труда. Необходимо также учитывать, что для анализа выбран период, характерный тем, что все происходит в условиях нарастающих как снежный ком экономических санкций со стороны США и высокоразвитых стран Европейского Союза. Вместе с тем нельзя и отрицать, что устойчивое состояние обеспечивается достижениями, прежде всего, отраслевого развития. Отраслевое планирование занимает ведущее положение и показывает высокие результаты. Это хорошо. Но проблема в том, что получаемая продукция, полученная на отраслевых предприятиях, как правило, не является конечным продуктом, то есть продуктом, предназначенным для конечного использования, а не полуфабрикатом для дальнейшей переработки. Интересам человека такое производство, несомненно, соответствует, но не прямо, а опосредовано, косвенно [Денисова, 2018]. В этой связи достаточно любопытны данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Динамика отдельных показателей развития Белгородской области, характеризующих социальные проблемы развития региона
Dynamics of individual indicators of development of the Belgorod region that characterize the social problems of the region's development

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018
Естественный прирост, убыль (-) населения на 1000 чел. населения	-2,5	-2,4	-2,8	-3,8	-4,3
Миграционный прирост, убыль (-) населения на 1000 чел.	4,9	3,8	4,5	1,8	2,7
Население в возрасте: - трудоспособном - старше трудоспособного	- -	896493 403684	882974 413412	872415 421963	859308 429399
Ввод в действие общей площади жилых домов, тыс. кв. м.	1469,2	1554,9	1350,1	1300,4	1215,5
Браки/разводы на 1000 чел	8,5/5,0	8,3/4,4	6,1/4,4	7,3/4,4	6,7/4,4
Число родившихся и умерших на 1000 чел.	11,5/14,0	11,5/13,9	11,1/13,9	9,7/13,5	-
Число больничных коек на 10 000 чел. населения	80,4	77,1	72,7	73,0	72,2
Численность врачей, чел	6307	6400	6457	6365	6263
Численность среднего медицинского персонала, чел.	17467	17575	17474	16963	16555

Источник: составлено авторами по материалам [Белгородская область в цифрах..., 2019; Департамент экономического..., 2020]

Все показатели табл. 2 «замыкаются» на человеке, его интересах, вкусах, предпочтениях, моральном состоянии, уверенности в завтрашнем дне, здоровье, настроении и т. п., что определяет качество жизни. Но это уже главная проблема пространственного развития данного региона, забота территориального планирования.

Оценка тенденции показателей с 2014 по 2018 годы в табл. 2 свидетельствует о не совсем благоприятном состоянии в тренде Белгородской области. Решение выявленных проблем – повышения уровня жизни населения области – требует принципиальных изменений в стратегии ее развития и, прежде всего, в отношении определения приоритетов отраслевого или территориального планирования. А учитывая ее пространственное расположение,

приграничный характер, допускается, что акцент следует сделать на более интенсивное развитие «человекообслуживающей» инфраструктуры и с этой целью необходимо откорректировать стратегию развития этого уникального во многих отношениях региона [Куприянов и др., 2018].

Учет пространственного фактора в стратегии приграничных регионов предполагает соблюдение определенных принципов их развития. В частности, уровень жизни населения этих регионов должен быть не ниже среднего уровня по стране. Обеспечить это возможно только на основе приоритета территориального (регионального) планирования над отраслевым. Каждый из этих видов планирования призван решать разные задачи. Если приоритетом отраслевых хозяйствующих субъектов являются показатели, характеризующие их деятельность в натуральном и стоимостном выражении, то территориальные органы управления должны, прежде всего, отвечать за качество жизни проживающего на данной территории населения. В первом случае это может быть километры построенных дорог, кв. метров введенных зданий и сооружений, тонн добытой руды, произведенного разного вида мяса, выращенной сельскохозяйственной продукции, количество койко-мест в больницах, количество обучающихся в высших и средних учебных заведениях и т. д. и т. п. Во втором случае общее количество оценивающих показателей может быть существенно меньше, поскольку они отражают конечные показатели качества жизни: средняя продолжительность жизни, соотношение рождаемости и смертности, браков и разводов, направление миграционных потоков. Конечно, линейку оценивающих показателей первой и второй группы можно значительно расширить, но суть при этом не изменится. Главное то, что, хотя они в известной мере определяют друг друга, но они не взаимозаменяемые [Куприянов, Трошин, 2018].

Современный регион – это та система, которая постоянно подвержена различным потрясениям, таким как рецессия, технологические прорывы, политические изменения и т. п. Данные потрясения оказывают дестабилизирующее влияние на процесс и структуру экономического развития региона, они в наибольшей степени оказывают влияние именно на региональные (городские, областные и пр.) социально-экономические системы. Наряду с глобальными или национальными изменениями, существуют также потрясения, возникающие на местном уровне и обусловленные местными особенностями, например, ликвидация или перемещение основного работодателя, локальное закрытие отрасли и пр. Следовательно, логично предположить, что пространственный фактор имеет большое значение в эффективности менеджмента территориальных образований и исследовании реакций регионов на различные потрясения, а также в изучении процесса восстановления после данных потрясений, и, как следствие, для понимания роли, которую такие потрясения могут играть в области пространственной динамики социально-экономического развития региона.

Заключение

Таким образом, на основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

- проблемы повышения эффективности менеджмента являются «вечной» темой теоретиков и практиков, занимающихся вопросами управления. Поиском путей достижения успехов были заняты представители различных школ и подходов исследований в области менеджмента;
- характеристика и анализ элементов внутренней и внешней среды организаций свидетельствует об их субъективной природе. Все они являются результатом человеческой деятельности, независимо от того может или нет менеджмент данной организации повлиять на них или принять как должное;
- недостаточное внимание уделяется повышению эффективности менеджмента за счет регионального фактора. Региональную составляющую формирует такой элемент как ландшафт, объективно воздействующий на человека и принудительно заставляющий

организовывать его, в том числе и хозяйственную деятельность с учетом требований географической среды;

- любой подход, разработанный для управления приграничными регионами, должен объединить безопасность и коммерцию в единую систему, которая поддерживает национальные приоритеты страны, а также политические, экономические, социальные и культурные потребности населения. Строительство «непробиваемой стены» нарушило бы баланс между безопасностью и коммерцией;

- создание всеобъемлющего потенциала управления границами вытекает непосредственно из основ, принципов и уроков, извлеченных из опыта других стран в попытке развивать пограничные системы 21-го века. Эти извлеченные уроки представлены в виде руководств и рекомендаций, идей, а не как директивы, и должны быть адаптированы для достижения конкретных стратегических и оперативных национальных целей;

- анализ современной практики хозяйствования (на примере одного из субъектов Федерации – Белгородской области) показывает, что достижение высоких рейтингов региона обеспечивается, в основном, уровнем отраслевого его развития. Территориальное управление в силу ряда причин исторического, традиционного, инвестиционного, инерционного и прочего характера занимает по отношению к отраслевому ведомую позицию;

- пространственное расположение региона относительно соседних государств, приграничных регионов предъявляет ряд требований к организации его экономической, культурной, демографической, социальной, внешней и правовой политики, бизнеса. Региональная политика обязана ориентироваться и адекватно реагировать на вызовы своего месторасположения.

Список литературы

1. Алаев Э.Б. 1983. Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь. М., Мысль, 350.
2. Белгородская область в цифрах. 2019. Белгородстат, 252.
3. Берг Л.С. 1922. Номогенез. Пг., 181.
4. Гумилев Л.Н. 1990. Этногенез и биосфера Земли. Л., Гидрометеиздат, 528.
5. Демина Н.В. Стратегия как ведущий элемент стратегического менеджмента: понятие, сущность и основные характеристики [Электронный ресурс]. URL: http://pglu.ru/upload/iblock/c60/uch_2008_xii_00034.pdf (дата обращения: 02.02.2020 г.)
6. Денисова Е.Д. 2018. Анализ и оценка социально-экономического развития Белгородской области. Пространственное развитие территорий: сборник научных трудов международной науч.-практ. конф. Белгород, ООО «ЭПИЦЕНТР»: 350–354.
7. Департамент экономического развития Белгородской области URL: https://belregion.ru/documents/region_programms.php (дата обращения: 15.03.2020).
8. Добрынин, А.И. 1977. Региональные пропорции воспроизводства. Ленинград, Изд-во Ленингр. ун-та, 127.
9. Куприянов С.В., Стрябкова Е.А., Герасимова Н.А. 2018. Особенности экономического развития приграничных регионов. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Экономика Информатика, 45–1: 5–14.
10. Куприянов С.В., Трошин А.С. 2018. Необходимость системного и комплексного исследования развития приграничных территорий. Пространственное развитие территорий: сборник научных трудов международной науч.-практ. конф. Белгород, ООО «ЭПИЦЕНТР»: 20–25.
11. Лексин, В.Я, Швецов А.Н. 1993. Региональные бюджетно-налоговые системы. Российский экономический журнал, 12: 77–83.
12. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. 1992. Основы менеджмента. М., «Дело», 702.
13. Некрасов Н.Н. 1978. Региональная экономика. Теория, проблемы, методы. М., Экономика, 344.
14. Основы теории регионального воспроизводства: курс лекций. 1998. М., Экономика, 191.
15. Понятие ландшафта. Типы ландшафта. Ландшафтный анализ объекта. Megaobuchalka.ru URL: <https://megaobuchalka.ru/7/43137.html> (дата обращения: 03.03.2020).



16. Словарь по культурологии. Studfiles.net URL: <https://studfiles.net/preview/1865391/page:2/>. (дата обращения: 10.02.2020)
17. Указ Президента РФ от 16 января 2017 года № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года».
18. Hansen, N. 1977. Border Regions: a Critique of Spatial Theory and a European Case Study. *Annals of Regional Science*, 11(1): 1–14.
19. Parsons D. 2010. Organisational resilience. *The Australian Journal of Emergency Management*, 25 (2): 18–20.
20. Ratti, R. 1994. Spatial Effects of Frontiers: Overview of Different Approaches and Theories of Border Region Development. In P. Nijkamp (ed.), *New Borders and Old Barriers in Spatial Development*: 15–33.

References

1. Alaev E.B. 1983. *Socio-economic geography: a conceptual and terminological dictionary*. Moscow, Mysl, 350.
2. Belgorod region in numbers. 2019: *Krat. stat. SB. Belgorodskaya, 252*.
3. Berg L S. 1922. *Nomogenesis*. PG. P.:180–181.
4. Gumilev L.N. 1990. *Ethnogenesis and biosphere of the Earth*. L., Hydrometeoizdat, 528.
5. Demina N.V. Strategy as a leading element of strategic management: concept, essence and main characteristics [Electronic resource]. URL: http://pglu.ru/upload/iblock/c60/uch_2008_xii_00034.pdf (accessed: 02.02.2020)
6. Denisova E.D. 2018. Analysis and assessment of socio-economic development of the Belgorod region. *Spatial development of territories: collection of scientific works of international scientific practice*. Conf. Belgorod, LLC "EPICENTER": 350–354.
7. Department of economic development of the Belgorod region. URL: https://belregion.ru/documents/region_programms.php (accessed: 15.03.2020).
8. Dobrynin, A.I. 1977. Regional proportions of reproduction. and secondary special education of the RSFSR. Leningrad, Leningr Publishing house, UN-TA, 127.
9. Kupriyanov S.V., Stryabkova E.A., Gerasimova N.A. 2018. Features of economic development of border regions *Scientific Bulletin of the Belgorod state University Economics Informatics*, 45–1: 5–14.
10. Kupriyanov S.V., Troshin A.S. 2018. The need for a systematic and comprehensive study of the development of border territories. *Spatial development of territories: collection of scientific works of international scientific practice*. Conf. Belgorod, LLC "EPICENTER": 20–25.
11. Leksin, V.Ya, Shvetsov A.N. 1993. Regional budget and tax systems. *Russian economic journal*, 12: 77–83.
12. Mescon M.H., Albert M., Hedouri F. 1992. *Fundamentals of management: TRANS. from English-M., "Delo": 702*.
13. Nekrasov N.N. 1978. *Regional economy. Theory, problems, methods*. Moscow, Ekonomika: 344.
14. *Fundamentals of the theory of regional reproduction: a course of lectures*. 1998. Moscow, Ekonomika: 191.
15. The concept of landscape. Type of landscape. Landscape analysis of an object. URL: <https://megaobuchalka.ru/7/43137.html> (accessed: 03.03.2020).
16. Dictionary of cultural studies. URL: <https://studfiles.net/preview/1865391/page:2/>. (accessed: 10.02.2020)
17. Decree of the President of the Russian Federation No. 13 of January 16, 2017 "on approval of the state policy Of regional development of the Russian Federation for the period up to 2025".
18. Hansen, N. 1977. Border regions: criticism of spatial theory and European case study. *Annals of regional science*, 11(1): 1–14.
19. Parsons D. 2010. Organizational stability. *The Australian Journal of Emergency Management*, 25 (2): 18–20.
20. Ratti, R. 1994. Spatial effects of borders: an overview of various approaches and theories of development of border regions. In P. Nijkamp (ed.), *New borders and old barriers in spatial development*: 15–33.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Денисова Евгения Дмитриевна, ассистент кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Куприянов Сергей Васильевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Стариков Константин Сергеевич, аспирант кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeniya D. Denisova, Assistant of the Department of Management and Foreign Economic Activity of BSTU named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Sergey V. Kupriyanov, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management and Foreign Economic Activity of BSTU named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Konstantin S. Starikov, Post-graduate Student of the Department of Management and Foreign Economic Activity of BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia



УДК 338.1

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-700-709

Формы человеческого капитала региона и особенности выбора индикаторов их оценки в условиях цифровой трансформации

Стрябкова Е.А., Вейс Е.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина,
392036, Россия, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: Stryabkova@bsu.edu.ru, bupsi980-90@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются основные формы человеческого капитала региона, основные индикаторы его оценки в условиях цифровой экономики. Цифровая экономика оказывает влияние на основные характеристики человеческого капитала региона, меняя структуру основных элементов, составляющих основу человеческого капитала, расширяя формы человеческого капитала региона. Определено, что к основным формам человеческого капитала в условиях цифровой трансформации относятся: физическая, интеллектуальная, организационная, социальная и сетевая форма. Выявлены особенности анализа человеческого капитала региона в аспекте их проявления; предложена структура индикаторов для оценки основных форм человеческого капитала региона с позиции цифровизации. Построена система агрегированных индикаторов человеческого капитала на основании видовой диверсификации человеческого капитала – форм, подверженных изменениям, возникших в процессе влияния цифровых трансформаций на общество, а также их основных обособленных элементов, уровней и стадий воспроизводства, характеризующих данное видовое разнообразие с различных сторон рассмотрения.

Ключевые слова: человеческий капитал, регион, форма человеческого капитала, индикатор оценки, цифровая экономика.

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания НИУ «БелГУ» FZWG-2020-0016 (0624-2020-0016), тема проекта «Фундаментальные основы глобальной территориально-отраслевой специализации в условиях цифровизации и конвергенции технологий».

Для цитирования: Стрябкова Е.А., Вейс Е.В. 2020. Формы человеческого капитала региона и особенности выбора индикаторов их оценки в условиях цифровой трансформации. Экономика. Информатика. 47 (4): 700–709. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-700-709.

Forms of human capital of the region and features of the choice of indicators of their evaluation in the conditions of digital transformation

Stryabkova E.A., Veiss E.V.

Belgorod National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
Tambov State University named after G. R. Derzhavin, 33 International St, Tambov, 392036, Russia
E-mail: Stryabkova@bsu.edu.ru, bupsi980-90@mail.ru

Abstract

The main forms of human capital in the region, the main indicators of its assessment in the digital economy are considered. The digital economy affects the main characteristics of the region's human capital, changing the structure of the main elements that make up the basis of human capital, expanding the forms of human capital in the region. It is determined that the main forms of human capital in the conditions of digital transformation include physical, intellectual, organizational, social and network forms. The features of the analysis of the region's human capital in the aspect of their manifestation are revealed; the structure of indicators for evaluating the main forms of the region's human capital from the perspective of digitalization is

proposed. Built a system of aggregated indicators of human capital based on the species diversification of human capital – form, subject to changes arising during the impact of digital transformation on society, and their major separate elements, levels and stages of reproduction that characterizes the species diversity from different angles of consideration.

Keywords: human capital, region, form of human capital, evaluation indicator, digital economy.

Acknowledgements: the research was carried out within the framework of the state assignment of NRU BelSU FZWG-2020-0016 (0624-2020-0016), the topic of the project "Fundamental foundations of global territorial and industry specialization in the context of digitalization and technology convergence".

For citation: Stryabkova E.A., Veiss E.V. 2020. Forms of human capital of the region and features of the choice of indicators of their evaluation in the conditions of digital transformation. Economics. Information technologies. 47 (4): 700–709 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-700-709.

Введение

Распространение цифровой экономики приводит к запуску трансформационных процессов во всех сферах экономики. Видоизменяются формы производства, трансформируются формы потребления, предприятия вступают в новый этап индустриализации, связанной с развитием цифровых технологий. Данная трансформация приводит к изменениям, связанным с формированием человеческого капитала в регионах. На формирование новых навыков, компетенций человеческого капитала оказывает влияние так называемая цифровая среда, формирующая новую форму составляющей человеческого капитала – сетевую форму. Сетевая форма человеческого капитала, в интегральном единстве с остальными формами человеческого капитала, способствует формированию новых навыков, в том числе и цифровых, и переводит человеческий капитал региона на новый этап развития. В связи с данным процессом растет необходимость определения основных форм человеческого капитала региона и выбор грамотной структуры индикаторов оценки каждой формы.

В процессе данного исследования для решения поставленной задачи были использованы общенаучные диалектические и количественные методы исследования, в том числе анализ, синтез, системно-холистический подход, принцип рассмотрения явлений от общего к особенному и частному.

Основные результаты исследования

Развитие цифровой экономики способствует формированию в регионе человеческого капитала, обладающего новыми качественными характеристиками. В условиях цифровой экономики человеческий капитал эволюционирует, меняет свою содержательную характеристику, так как цифровые преобразования экономики предполагают наличие у человека определенного рода свойств, пользующихся спросом в условиях инновационной экономики. Цифровые трансформации экономики и современного общества выносят на передний план человека, обладающего большим объемом информации и знаний, интеллектуалоемкие производства вытесняют материальные, развиваясь быстрыми темпами и являясь перспективной и высокодоходной отраслью экономической деятельности. По нашему мнению, в современных условиях человеческий капитал представляет собой интегральное единство основных количественных и качественных параметров, которые формируются за счет инвестирования средств в основные его формы, которые являются источником будущих доходов, так как именно форма, через выражение организации, функционирования и развития, определяет внутреннюю организацию содержания категории «человеческий капитал региона». Образование данных форм требует вложения определенного объема инвестиций. Мы считаем, что к основным формам регионального человеческого капитала в условиях цифровой трансформации относятся:

- интеллектуальная форма (характеризует воспроизводственный потенциал населения региона);
- физическая форма (характеризует воспроизводственный потенциал населения региона);
- организационная форма (характеризует уровень трудовой деятельности населения региона);
- социальная форма (совокупность основных характеристик, характеризующих эффективность развития и доходности человеческого капитала);
- сетевая форма (характеризует накопленные знания, навыки и способности человека, приобретенные за счет применения нейросетевых инструментов (интернет-технологий)).

На рисунке 1 представлена схема формирования (основных форм) человеческого капитала региона в условиях цифровой трансформации.

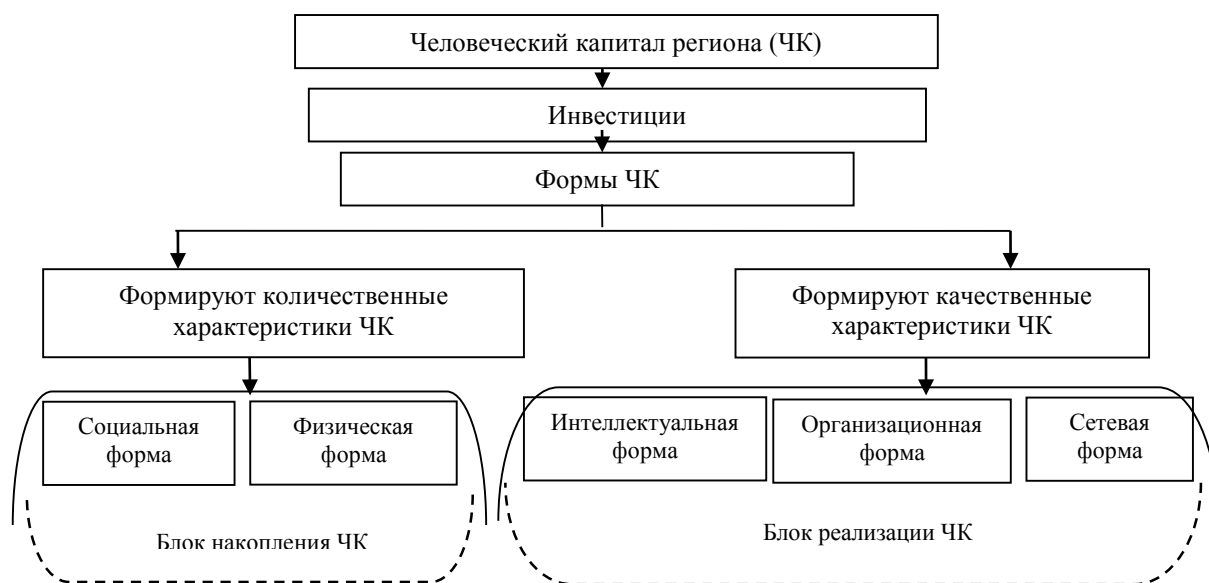


Рис. 1. Основные формы, составляющие понятие «человеческий капитал» региона

Fig. 1. The main forms that make up the concept «Human capital» of the region

Чтобы оценить эффективность формирования человеческого капитала региона, необходимо брать во внимание определенные группы индикаторов, которые в совокупности будут измерять его количество и качество. Данные индикаторы должны охватывать все активы человеческого капитала, а также учитывать его региональные особенности, связанные с его формированием и использованием в условиях цифровой трансформации.

Построение системы индикаторов способствует упрощению анализа человеческого капитала региона за счет формализации и стандартизации исходных данных в разрезе его элементов, уровней, видов и стадий воспроизводства применительно к выявленным формам.

Следовательно, можно выделить четыре направления в рамках систематизации методов построения индикаторов форм человеческого капитала (рис. 2).

Рассмотрим основные индикаторы человеческого капитала с точки зрения дифференцированных апробаций с позиции цифровизации.

В зависимости от стадии воспроизводства человеческого капитала – периодизация рассмотрения структурных элементов человеческого капитала оказывает существенное влияние на их качественную характеристику, выражающуюся в уровне квалификации, образованности и цифровой грамотности населения региона. Особенностью анализа человеческого капитала, в разрезе стадий воспроизводства, является дифференциация характеристик с точки зрения двух подходов. Первый подход – оценка уровня инвестиций в человеческий капитал, посредством

которого происходит его формирование (затратный метод анализа) [Кириянов Д.А., Сухарева Т.Н., 2011; Мызин А.Л., Гурбан И. А., 2011]. Второй – оценка доходности элементов человеческого капитала (доходный подход), являющихся базой, а также приобретенных за счет дальнейших инвестиционных вложений. Это объясняется тем, что со временем врожденных персональных навыков становится недостаточно, возникает потребность в получении образования, в ходе дальнейшей деятельности также возникает необходимость в получении дополнительных навыков, повышении квалификации. Необходимость учета инвестиционных вложений в человеческий капитал рассматривается в трудах как зарубежных, так и отечественных ученых [Schulz T.W., 1971; Макконелл В.И., Брю С.Л., 1992; Кедрик Дж., 1978; Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д., 1999], что также подтверждает актуальность данного рода анализа.

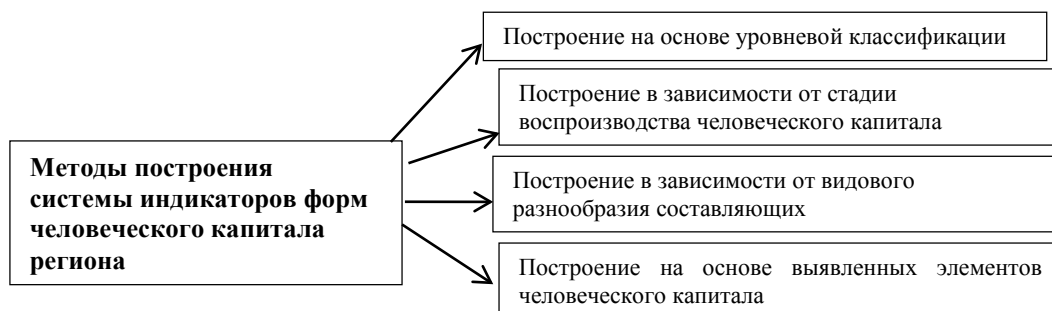


Рис. 2. Систематизация методов построения индикаторов форм человеческого капитала региона
Fig. 2. Systematization of methods for constructing indicators of human regional capital forms

В зависимости от решения о структуре и объемах инвестирования, произведенного в ходе формирования человеческого капитала, определяется уровень реальных и будущих доходов владельца: морального удовлетворения результатом деятельности, финансовых доходов владельца капитала. Данный этап является завершающим элементом модели, позволяющим сделать выводы о продуктивности принятых в ходе формирования капитала решений. Анализ результативности инвестиционных вложений формирует доходный подход к оценке человеческого капитала, ориентированный на использование капитала [Васильева Е., 2010]. Данный метод имеет ряд недостатков, среди которых: низкая вероятность достоверности прогнозов; дифференциация уровня доходов в территориальном и отраслевом аспекте; отсутствие четко выраженных показателей доходности человеческого капитала, отличных от других факторов производства; отсутствие учета нематериальных выгод, связанных с использованием человеческого капитала [Соболева И.В., 2009].

В настоящее время наиболее востребованным является представительный подход, основанный на рассмотрении капитала с точки зрения соответствующих ему индикаторов. Представительный подход, в зависимости от представлений авторов об основе оценки, можно дифференцировать на анализ, который определяет индекс, характеризующий развитие человеческого потенциала (ИРЧП) как основы, определяющей уровень человеческого капитала региона [Казмалова О.Н., 2012; Подберезкин А.И., Гебеков М.П., 2011; Руденко Д.Ю., 2012; Спиридонова Е.М., 2010].

Индекс развития человеческого потенциала впервые был опубликован в Докладе о развитии человека в 1990 году – индекс является агрегатным показателем прогресса, измеряющим уровень человеческого капитала в трех направлениях: уровень здоровья, образования и дохода. Расчет ИРЧП основывается на соотношении агрегированных показателей, среди которых: уровень валового внутреннего продукта на душу населения (в 2010 г. был заменен на валовый национальный доход на душу населения [Доклад о развитии человека, 2010]); средняя продолжительность обучения (заменена на уровень грамотности); охват детей школьным образованием (ожидаемая продолжительность обучения) и т. д. С точки зрения анализа уровня человеческого капитала региона – наиболее актуальным является



применение сводного индекса по индивидуальным методикам [Лосева О.В., 2010; Мызин А.Л., Гурбан И.А., 2011; Шафран А.М., 2011]. В рамках данного подхода авторы предлагают свои методики расчета индекса в зависимости от самостоятельно разработанной структуры человеческого капитала (видового состава капитала, его элементов), а также системы индикаторов, определяющих его уровень.

Мы считаем, что построение системы агрегированных индикаторов человеческого капитала осуществляется на основании видовой диверсификации человеческого капитала – форм, подверженных изменениям, возникших в процессе влияния цифровых трансформаций на общество, а также их основных обособленных элементов, уровней и стадий воспроизводства, характеризующих данное видовое разнообразие с различных сторон рассмотрения. Можно выделить следующие критерии построения системы индикаторов в целях анализа форм человеческого капитала с позиции цифровизации: отсутствие перегруженности элементов системы количеством используемых индикаторов в целях упрощения анализа и сбора необходимой информации; актуальность и правдивость данных, представленных для изучения; значение показателей может определяться на основании федеральных и региональных статистических данных; отбор показателей должен осуществляться по степени их наибольшей важности для направления, а также наибольшей информативности; использование только относительных показателей в целях снижения уровня искажения полученных данных; отсутствие индикаторов, являющихся взаимодополняемыми и взаимозаменяемыми.

Резюмируя вышеизложенное, принимая во внимание основные формы человеческого капитала региона, охарактеризуем структуру индикаторов оценки форм человеческого капитала региона.

Оценка физического человеческого капитала, с учетом возможности выявления статистических данных для индикации, позволяет сформировать представление о состоянии и перспективах развития базиса человеческого капитала на мезоуровне.

Интеллектуальная форма человеческого капитала характеризует когнитивные составляющие человеческого капитала, уровень знаний. Особенности анализа основных компонентов интеллектуальной формы, как физической, является сложность оценки составляющих, в большинстве своем не имеющих натурально-вещественной формы – навыков, умений, креативности и т. д.

Организационная форма человеческого капитала характеризует уровень трудовой активности населения региона – уровень занятости и качество трудовых ресурсов, особенности развития предпринимательства в цифровых реалиях современной экономики, а также влияние цифровых преобразований на организацию производственного процесса.

Социальная форма человеческого капитала представляет собой совокупность основных характеристик, характеризующих эффективность развития и доходности человеческого капитала. Основной целью цифровых трансформаций общества является ревалоризация качества жизни населения. Следовательно, оценка тесситур показателей, характеризующих данное направление развития, позволит сформировать представление о готовности человеческого капитала к обмену с высокими технологиями. Также это позволит выявить уровень влияния цифровых трансформаций на быденное состояние домохозяйств.

Сетевая форма человеческого капитала характеризует уровень использования населением региона потенциала новых информационных технологий, а также стимулирующий к приобретению и реализации новых трудовых компетенций. При помощи оценки данной формы человеческого капитала можно оценить уровень цифровой грамотности населения, обеспеченности населения цифровыми средствами получения и обработки информации, средствами связи, и доступности Интернет-обслуживания.

Тогда, принимая во внимание представленные выше характеристики форм человеческого капитала региона, определим основные индикаторы их оценки (таблица 1).

Таблица 1
Table 1

Индикаторы оценки основных форм человеческого капитала региона
Indicators for assessing the main forms of human capital in the region

Форма капитала	Составляющие	Наименование индикаторов оценки
Физическая	Биофизический человеческий капитал	1. Заболеваемость (уровень) на 1 000 чел. 2. Численность лиц, признанных инвалидами. 3. Средняя продолжительность жизни населения.
	Демографический капитал	1. Коэффициент естественного прироста населения. 2. Численность населения трудоспособного возраста. 3. Коэффициент миграционного прироста населения на 10 000 человек.
	Здравоохранение	1. Обеспеченность врачами на 10 000 населения. 2. Инвестиции в здравоохранение.
Интеллектуальная	Образование	1. Численность преподавательского состава образовательных организаций по подготовке по образовательным программам всех уровней образования. 2. Государственные расходы на образование. 3. Численность обучающихся: в организациях начального общего, основного общего, среднего общего образования, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена, в организациях высшего образования.
	Научная и инновационная деятельность	1. Доля затрат на научно-исследовательские разработки. 2. Число исследователей на 1000 человек занятых в экономике.
Организационная	Анализ использования трудового потенциала региона	1. Удельный вес занятых в структуре трудоспособного населения. 2. Выбытие работников. 3. Уровень безработицы.
	Профессиональный уровень персонала	1. Уровень цифровых компетенций занятых в экономике. 2. Число работников, прошедших курсы повышения квалификации. 3. Удельный вес занятого населения с высшим и средним профессиональным образованием в составе занятого населения.
	Информационно-компьютерные технологии (ИКТ) на предприятии	1. Число персональных компьютеров на 100 занятых. 2. Число компьютеров, имеющих выход в Интернет на 100 занятых. 3. Доля организаций, имеющих выделенные каналы.
	Производство инновационной продукции	1. Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг. 2. Динамика разработанных передовых технологий. 3. Уровень инновационной активности организаций.
	Неофит форм бизнеса	1. Объемы рынка Интернет-торговли. 2. Доля предприятий, имеющих веб-сайты. 3. Численность фрилансеров.
Социальная	Уровень денежных доходов населения	1. Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума. 2. Доходы населения по отношению к прожиточному минимуму. 3. Коэффициент Джини.
	Денежные расходы населения	1. Покупательная способность денежных доходов населения. 2. Доля расходов на питание. 3. Величина условно-свободной части располагаемого дохода.
	Уровень общественной безопасности населения	1. Зарегистрированные преступления в расчете на 100 тыс. чел. населения. 2. Обеспеченность населения жильем. 3. Количество граждан, использующих электронные площадки для получения государственных и муниципальных услуг.

Окончание табл. 1

Форма капитала	Составляющие	Наименование индикаторов оценки
Сетевая	Уровень технико-технологической обеспеченности населения	1. Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения. 2. Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет.
	Формирование цифровых компетенций	1. Доля населения с ИКТ навыками. 2. Доля населения, являющегося активными пользователями сети Интернет. 3. Доля населения, использующего интернет для заказа товаров и (или) услуг, в общей численности населения.
	Цифровые трансформации коммуникационных процессов	1. Количество пользователей социальных сетей. 2. Коэффициент вовлеченности в социальных сетях. 3. Уровень среднего ежедневного использования социальных сетей.

Так, динамика основных показателей, характеризующих уровень технико-технологической обеспеченности населения по двум основным показателям – числу подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения развития сетевой формы человеческого капитала и числу активных абонентов, фиксированному в Центрально-черноземном регионе – приведена в таблице 2 и на рисунках 3, 4.

Таблица 2

Table 2

Динамика основных показателей, характеризующих уровень технико-технологической обеспеченности населения в Центрально-черноземном регионе
Dynamics of the main indicators characterizing the level of technical and technological provision of the population in the Central Black Earth Region

Показатель/регион	Годы				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения					
Белгородская область	1788,8	1803,6	1819,0	1844,2	1833,4
Воронежская область	1725,0	1790,3	1745,0	1794,8	1810,8
Курская область	1752,8	1777,9	1808,9	1846,9	1823,8
Липецкая область	1683,3	1693,9	1671,7	1790,1	1793,8
Тамбовская область	1694,2	1776,2	1675,4	1714,0	1696,9
Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения					
Белгородская область	13	17,6	18,6	19,2	19,4
Воронежская область	18,4	19,9	20,1	23,9	24,7
Курская область	14,9	22,5	24	28,3	22,9
Липецкая область	12,8	14,9	16,1	18,1	22,5
Тамбовская область	15,4	15,7	15,4	18,5	18,6

Можно сделать вывод, что с точки зрения уровня технико-технологической обеспеченности населения наиболее благоприятная ситуация наблюдается в Курской и Воронежской областях. Тамбовская область значительно отстает по данной группе показателей, значит учет данного фактора, достаточно значимого в условиях цифровой трансформации, должен быть приоритетным в региональной политике данной области.

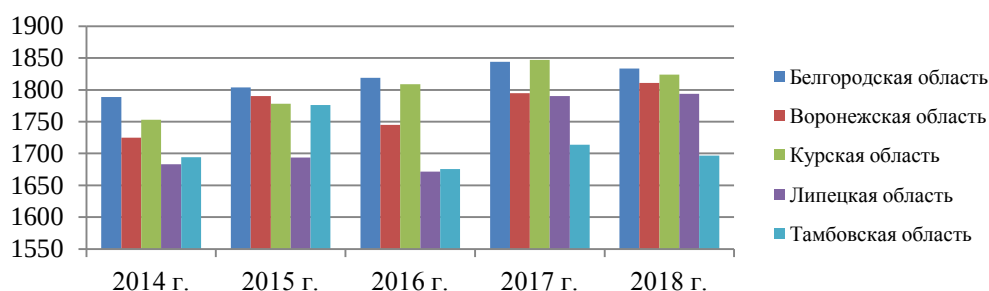


Рис. 3. Графическая интерпретация динамики основных показателей, характеризующих уровень технико-технологической обеспеченности населения в Центральном-черноземном регионе (число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения)

Fig. 3. Graphical interpretation of the dynamics of the main indicators characterizing the level of technical and technological provision of the population in the Central Black Earth Region (number of connected mobile subscriber devices per 1000 population)

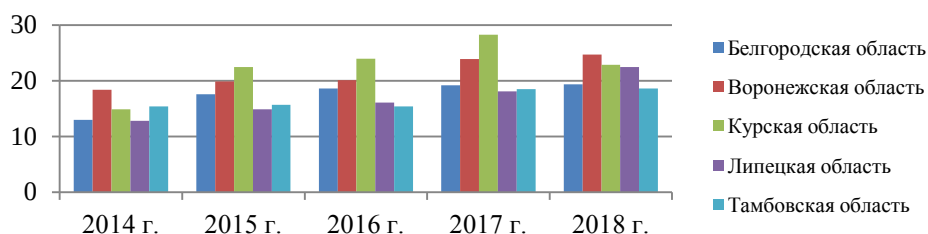


Рис. 4. Графическая интерпретация динамики основных показателей, характеризующих уровень технико-технологической обеспеченности населения в Центральном-черноземном регионе (число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения)

Fig. 4. Graphical interpretation of the dynamics of the main indicators characterizing the level of technical and technological provision of the population in the Central Black Earth Region (number of active subscribers of fixed broadband Internet access per 100 population)

Закключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- в условиях цифровой трансформации возникает новая форма человеческого капитала – сетевая, которая выдвигает новые требования и приводит к формированию новых компетенций человеческого капитала региона.
- построение системы агрегированных индикаторов человеческого капитала осуществляется на основании видовой диверсификации человеческого капитала – форм, подверженных изменениям, возникших в процессе влияния цифровых трансформаций на общество, а также их основных обособленных элементов, уровней и стадий воспроизводства, характеризующих данное видовое разнообразие с различных сторон рассмотрения;
- важной особенностью анализа индикаторов форм человеческого капитала является их согласованность, при этом наиболее полное представление о состоянии человеческого капитала может дать рассмотрение консолидации значений.

Список литературы

1. Васильева Е. 2010. Анализ методологических подходов к измерению человеческого капитала. Федерализм. 1: 89–96.
2. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. 1999. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. СПб.: Наука. 48–56.



3. Доклад о развитии человека 2010. Реальное богатство народов: пути к развитию человека. ПРООН. Москва: Издательство «Весь Мир». 244 с.
4. Казмалова О.Н. 2012. Влияние человеческого капитала на валовой региональный продукт. Вестник Академии. 4: 100–107.
5. Кедрик Дж. Совокупный капитал США и его формирование. 1978. Москва: Прогресс. 63.
6. Кирьянов Д.А., Сухарева Т.Н. 2011. Методы оценки человеческого капитала: анализ объективности и достаточности исходных данных. Теория и практика общественного развития. 3: 337–340.
7. Лосева О.В. 2010. Автоматизированная информационная система для оценки регионального человеческого капитала. Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 22: 163–173.
8. Макконелл В.И., Брю С.Л. 1992. Экономика: принципы, проблемы, политика. Москва: Республика. 171 с.
9. Минеева Н.Н., Неганова В.П. 2009. Характеристика видов человеческого капитала. Известия Уральского государственного экономического университета. 4 (26): 29–35.
10. Мызин А.Л., Гурбан И.А. 2011. Проблемы оценки человеческого капитала в контексте исследования национального богатства регионов России. Экономика региона. 1: 104–109.
11. Подберезкин А.И., Гебеков М.П. 2011. Россия: человеческий капитал и развитие человека в региональном измерении. Вестник МГИМО Университета. Т. 3. 3: 38–44.
12. Руденко Д.Ю. 2012. Развитие человеческого потенциала в Тюменской области. Академический вестник. 3: 43–48.
13. Соболева И.В. 2009. Парадоксы измерения человеческого капитала. Научный доклад. Москва: Институт экономики РАН. 50 с.
14. Спиридонова Е.М. 2010. Индекс развития человеческого потенциала как интегральный показатель уровня жизни населения регионов. Вестник СамГУПС. 4: 45–51.
15. Шафран А.М. 2011. Человеческий капитал как фактор инвестиционной привлекательности регионов России. Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 3-1: 224–231.
16. Heckman J. J., Kautz T. 2012. Hard evidence on soft skills. Labour economics. 4: 451–464.
17. Voogt J. 2013. Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. Journal of computer assisted learning. Т. 29. 5: 403–413.
18. Tapscott D. 2016. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, EndtheWorld. London: Penguin. 348 p.
19. Schulz T.W. 1971. Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research. FreePress. 1: 64–65.

References

1. Vasileva E. 2010. Analysis of methodological approaches to measuring human capital. Federalism. 1: 89–96.
2. Dobrynin A. I., Dyatlov S. A., Tsyrenova E. D. 1999. Human capital in a transitive economy: formation, evaluation, and efficiency of use. SPb.: Nauka. 48–56.
3. human development Report 2010. Real wealth of Nations: ways to human development. UNDP. Moscow: Publishing House "Whole World". 244 p.
4. Kamalova O. N. 2012. The impact of human capital on the gross regional product. Bulletin Of The Academy. 4: 100–107.
5. Kedrick J. The aggregate capital of the US and its formation. 1978. Moscow: Progress. 63;
6. Kiryanov D. A., Sukhareva T. N. 2011. Methods of evaluating human capital: an analysis of the objectivity and adequacy of the source data. Theory and practice of social development. 3: 337–340.
7. Loseva O. V. 2010. Automated information system for assessing regional human capital. Izvestiya Penza state pedagogical University named after V. G. Belinsky. 22: 163–173.
8. McConnell V. I., BRU S. L. 1992. Economics: principles, problems, politics. Moscow: Republic. 171 PP.
9. Mineeva N. N., Neganova V. P. 2009. Characteristics of types of human capital. Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 4 (26): 29–35.
10. Myzin A. L., Gurban I. A. 2011. Problems of human capital assessment in the context of the study of the national wealth of Russian regions. Regional economy. 1: 104–109.

11. Podberezkin A. I., Gebekov M. P. 2011. Russia: human capital and human development in the regional dimension. Bulletin of MGIMO University, Vol. 3. 3: 38–44.
12. Rudenko D. Yu. 2012. Human development in the Tyumen region. Academic Bulletin. 3: 43–48.
13. Soboleva I. V. 2009. Paradoxes of measuring human capital. Scientific report. Moscow: Institute of Economics, Russian Academy of Sciences, 50 p.
14. Spiridonova, E. M. 2010. Human development index as an integral indicator of the standard of living of the population of the regions. Bulletin Of The Samara State. 4: 45–51.
15. Shafran A.m. 2011. Human capital as a factor of investment attractiveness of Russian regions. Bulletin of the Chuvash state pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev. 3-1: 224–231.
16. Heckman J. J., Kautz T. 2012. Hard evidence on soft skills. Labour economics. 4: 451–464.
17. Voogt J. 2013. Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. Journal of computer assisted learning. T. 29. 5: 403–413.
18. Tapscott D. 2016. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Canding Money, Business. EndtheWorld. London: Penguin. 348 p.
19. Schulz T.W. 1971. Investment in Human Capital: The Role of Education and of Rearch. FreePress. 1: 64–65.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Стрябкова Елена Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладной экономики и экономической безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Вейс Елена Владимировна, ассистент кафедры бухгалтерского учета и налогового контроля Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Elena V. Weis, Assistant of the Department of Accounting and Tax Control Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 658.562.3:004.9

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-710-717

Геомаркетинговое моделирование – аналитический инструмент планирования бизнеса

Герасименко О.А., Тхориков Б.А., Титова И.Н.

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

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы использования геомаркетингового моделирования в качестве стратегического инструмента планирования бизнеса. Проанализированы зарубежные модели геомаркетинга, их достоинства и недостатки, систематизированы математические методы (математическое моделирование, корреляционный и регрессионный анализ, факторный анализ, вариационного исчисления, главных компонент, кластерный метод, квалиметрические модели) проведения геомаркетинговых исследований. Предложена авторская геомаркетинговая модель выбора оптимального месторасположения объектов бизнеса (сбор факторов предпочтений клиентов, их значимость; определение критериев доходности бизнеса; построение радиусов потенциальных клиентов и бизнеса; сопоставление массивов данных, набор географических адресов, расчет вероятности посещения адреса; выбор оптимальных географических мест), дополнена многофакторными пространственными массивами, обозначены преимущества апробации и тиражирования модели (точность расчетов, консалтинговые услуги, использование программного продукта).

Ключевые слова: геомаркетинговое моделирование, стратегическое планирование, маркетинговое планирование, модель, оптимальное местоположение.

Для цитирования: Герасименко О.А., Тхориков Б.А., Титова И.Н. 2020. Геомаркетинговое моделирование – аналитический инструмент планирования бизнеса. Экономика. Информатика. 47 (4): 710–717. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-710-717.

Geomarketing modeling – an analytical tool for business planning

Gerasimenko O.A., Tkhorikov B.A., Titova I.N.

Belgorod National Research University, Pobedy str., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: gerasimenko@bsu.edu.ru

Abstract

The article deals with the use of geomarketing modeling as a strategic tool for business planning. Foreign models of geomarketing, their advantages and disadvantages are analyzed, mathematical methods are systematized (mathematical modeling, correlation and regression analysis, factor analysis, calculus of variations, principal components, cluster method, qualimetric models) for conducting geomarketing research. The author's geomarketing model of choosing the optimal location of business objects (collection of factors of customer preferences, their significance; determining the criteria for business profitability; building the radius of potential customers and businesses; comparing data sets, a set of geographical addresses, calculating the probability of visiting an address; choosing optimal geographical locations) is proposed. multi-factor spatial arrays, the advantages of approbation and replication of the model are indicated (accuracy of calculations, consulting services, use of a software product).

Keywords: geomarketing modeling, strategic planning, marketing planning, model, optimal location.

For citation: Gerasimenko O.A., Tkhorikov B.A., Titova I.N. 2020. Geomarketing modeling – an analytical tool for business planning: data 2019. Economics. Information technologies. 47 (4): 710–717 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-710-717.

Введение

Возрастающий уровень конкуренции на рынке товаров повседневного спроса (FMCG) требует обоснованного выбора эффективных конкурентоспособных маркетинговых стратегий, в том числе научного подхода к определению оптимального места продаж. В сфере розничной торговли получила широкую известность поговорка, приписываемая обычно сэру Чарльзу Клору (основателю Sears), которая гласит, что тремя наиболее важными факторами является расположение, расположение и еще раз расположение [Sullivan M., Adcock D.].

При принятии управленческих решений о выборе месторасположения компании необходим комплексный маркетинговый анализ отраслевого состояния бизнеса, который позволит дать обобщенную оценку, конкурентоспособных преимуществ и направлений развития отрасли. Геомаркетинг как трансдисциплинарная информационно-аналитическая концепция позволяет развивать неочевидные конкурентные преимущества за счет сбора связанной информации по трем направлениям: «market», «geo» и «digital» (маркетинговые исследования – географическая наглядность – информационные технологии), реализуемых в дальнейшем через комплекс 4Р. Научное определение геомаркетинга компилирует детальный маркетинговый анализ конкурентной среды и особенности геопространственных локаций (пассажиропоток, клиентопоток, транспортная инфраструктура, зона доступности и пр.) [Андрианов, 2010; Блиновская, Задоя, 2016; Тхориков, Ломовцева, Герасименко, Саблина, Титова, 2020].

Методика исследования

В научной литературе наиболее часто упоминаются следующие модели геомаркетинга: гравитационный закон розничной торговли Рейли [Reilly W.J., 1931], модель Рейли – Конверсе [Converse P.D., 1949], аксиома потребительского выбора Льюиса [Luce R., 1959], гравитационная модель Хаффа (Huffmodel) [Huff D.L., 1963], метод аналогий и метод картографирования клиентов (customer spotting), разработанный Апплебаумом [Applebaum W., 1966], модель Наканиши – Купера (Multiplicative Interactive Choice – MCI) [Nakanishi M., Cooper L.G., 1974], модель МакФаддена (Multinomial Logit Model, MLM) [McFadden D., 1974], модель пространственного взаимодействия Бэтти [Batty M., 1978], модель Гочи [Gautschi D.A., 1981], модель конкурирующих мест назначения (CDM), предложенная Фозерингемом (Competing Destinations Model, CDM) [Fotheringham A.S., 1983], пространственно-диффузионная модель Олзуэя, Блэка, Ричарда и Масона, основанная на диффузионной теории [Allaway, A.W., Black W.C., Richard M.D., Mason J.B., 1992], модель «центральной точки» (Central Place Theory, CPT), разработанная В. Кристаллером [Christaller W., 1993] и А. Лашем [Losch A., 1940], модель Раста и Донту [Rust R.T., Donthu N., 1995], модель размещения-распределения [Пустовалова Е.А., Чернов В.П., 2010].

Названные модели при расчете позволяют учитывать однородные группы факторов (пространственные переменные), которые отличаются невысокой точностью расчетов, неполнотой используемой статистической информации, ограниченностью при выборе исследуемых объектов, при этом отсутствует многофакторность критериев выбора оптимального места продаж. Российские методики также частично учитывают лишь отдельные показатели.

Важным методическим элементом для решения задач геомаркетинга являются математические методы обработки пространственных данных (табл.1).

Взяв за теоретическую основу перечисленные модели геомаркетинга и дополнив их математическими инструментами обработки геомаркетинговой информации, авторами разработан метод геомаркетингового моделирования, позволяющий определить значимые

параметры географического месторасположения объекта бизнеса, обеспечивающие экстремум по размеру арендной платы и позитивному влиянию факторов потребительского выбора.

Таблица 1
Table 1

Математические методы обработки пространственных данных в геомаркетинге
Mathematical methods for processing spatial data in geomarketing

Наименование метода	Отличительные характеристики
Математическое моделирование	• прогноз и оценка потока клиентов в определенных торговых объектах • построение на основе данных о конкурентах и расстояний до торговых точек и факторов привлекательности
Корреляционный и регрессионный метод	• установление взаимосвязи между группами переменных, которые описывают геомаркетинговую среду
Метод дисперсионного и вариационного исчисления	• позволяет объяснить выбор места торговой точки с учетом отобранных геомаркетинговых факторов • оценка силы влияния факторов, статистическая значимость
Метод средних	• учет средних характеристик показателей • сквозное использование в дальнейших расчетах
Факторный анализ	обобщенное исследование и количественное измерение влияния массива пространственных факторов на выбор места торговой точки
Кластерный метод	решение проблемы группировки объектов по какому-либо признаку: систематизация клиентов с целью анализа информации о рыночном сегменте, анализ портрета потребителя, факторы поведенческого влияния преимуществом является определение ниши, в которой лучше позиционировать продукт, товар и т. д. (выбор места торговой точки)
Метод главных компонент (метод собственных состояний – модификация метода главных компонент)	позволяет снизить размерность данных для упрощения расчетов на основе географических и маркетинговых факторов можно сформировать матрицу данных, на основе которой рассчитываем собственные состояния и выделяем главные компоненты. Каждая главная компонента включает определенное число показателей, множества которых не пересекаются, и представляет собой линейную комбинацию взаимосвязанных признаков: $\Phi_k = \omega_{k1}x_1 + \omega_{k2}x_2 + \dots + \omega_{kn}x_n$ факторизация данных возможна только при условии, что они будут количественными показателями
Квалиметрические модели	• результатом комплексного оценивания является средневзвешенная оценка и матричный механизм комплексного оценивания • матричный механизм позволяет осуществлять свертку данных в виде нечеткого множества. Агрегирует разнородную информацию об объектах сопоставления в единый интегральный показатель • наличие интегрального показателя позволяет ранжировать любые объекты геомаркетинговых исследований

Результаты и их обсуждение

Модель включает 8 этапов и в графическом виде представлена на рисунке 1.

1 этап: отбор значимых факторов при выборе места X (опрос среди группы потенциальных клиентов (экспертов) и выявляем наиболее важные факторы при выборе места X), обозначаем каждый фактор через x_i .

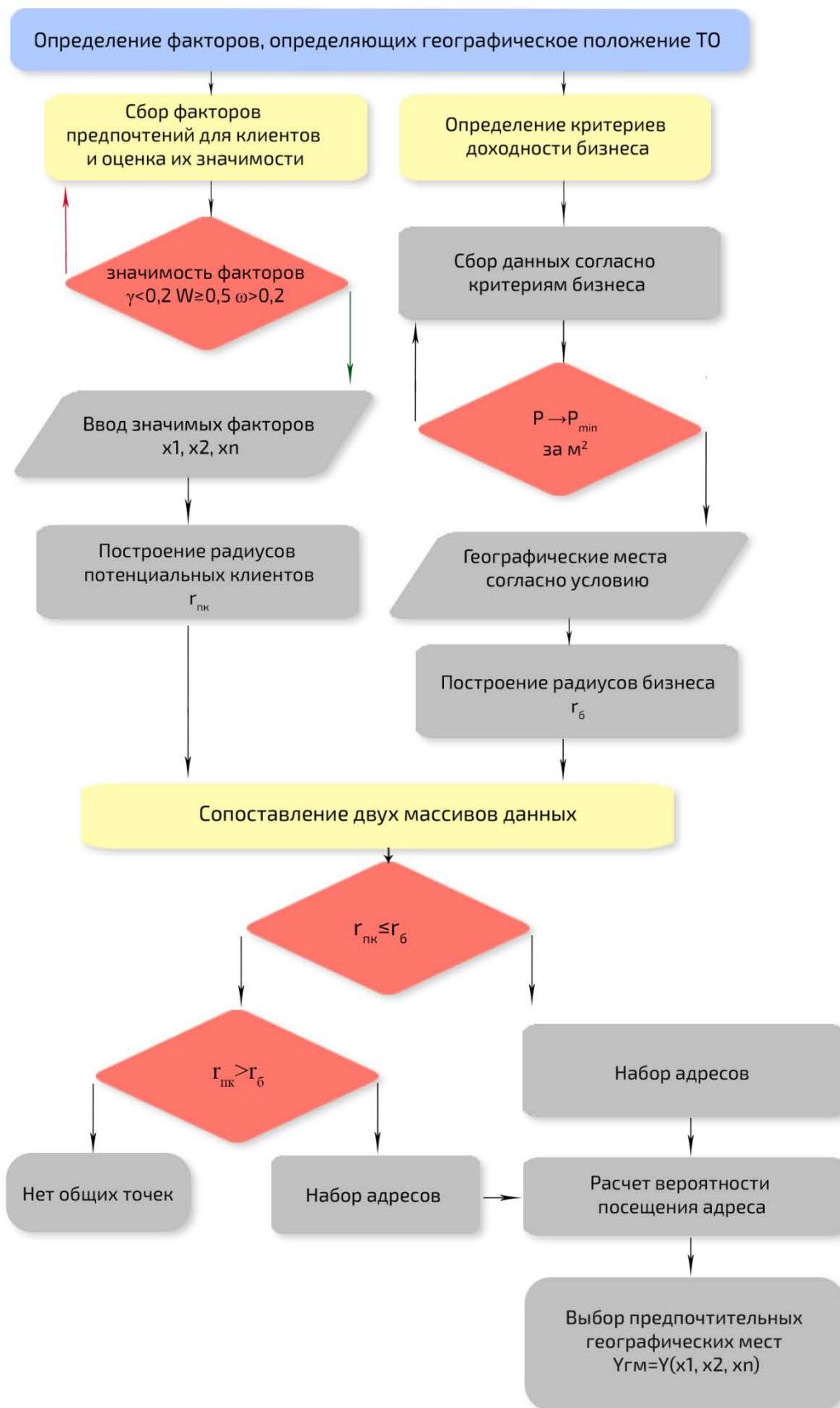


Рис. 1. Структурные блоки моделирования в геомаркетинге
Fig. 1. Building blocks of modeling in geomarketing

Таблица 2
Table 2

Оценка значимости группы факторов
Assessment of the significance of a group of factors

	Фактор 1	Фактор 2	...	Фактор n
$\sum x_i$				
ω				
$\bar{x}$				
σ^2				
σ				
V_σ				
$V_\sigma < 33,3\%$				

3 этап: если отобранные факторы прошли проверку условий, то необходимо ввести значение этих факторов (x_{nm} – оценка, данная клиентом). На основе значений этих факторов необходимо построить радиусы потенциальных клиентов $r_{пк}$. Реализация данного этапа проводится с помощью программы ГИС.

4 этап: выбор географического места согласно критериям доходности бизнеса. На наш взгляд, доходность бизнеса при выборе места торгового объекта будет определяться стоимостью аренды за торговую площадь и расположением предлагаемого в аренду объекта относительно центра города (нежелательно расположение на окраине города или в достаточно удаленном от центра месте). Таким образом, условием доходности бизнеса выступает критерий – арендная стоимость метра кв. Используя базу данных, например Авито, среди всех предлагаемых помещений путем сравнения их стоимостей выбираем то, у которого $P \rightarrow P_{min}$, где P – цена за м², кроме этого соотносим предлагаемое помещение с удаленностью от центра города. Если таких помещений не нашлось, то возвращаемся в базу данных и ищем новые предложения. Если существуют помещения, которые удовлетворяют критериям доходности бизнеса, то переходим к следующему шагу.

5 этап: построение радиусов бизнеса r_b . Реализация данного этапа проводится с помощью программы ГИС.

6 этап: сопоставление двух массивов данных, множеств $r_{пк}$ и r_b . Если данные множества пересекаются или одно множество включает другое, то мы имеем набор адресов, которые определяют географическое место торгового объекта.

7 этап: расчет вероятности посещения адреса.

$$P = \frac{r_b}{r_{пк}}, \quad (5)$$

где P – вероятность того, что потребитель выберет данный ТО.

Чем ближе данный показатель к 1, тем выше вероятность, что потребитель выберет данный ТО.

8 этап: с учетом этапа 6 и этапа 7 определяем предпочтительное географическое место ТО.

Преимущества предложенной геомаркетинговой модели:

- включает широкий круг пространственных переменных (результаты маркетинговых исследований и разведки), в том числе параметры привлекательности торговой точки (интерьер, сервис, время в пути, комфорт и пр.);
- возможность отраслевой апробации и использование в консалтинговой практике;
- высокая точность полученных значений выбора географических мест;
- оперативность использования результатов геомаркетинговой модели посредством применения ПО.

Заключение

Таким образом, применение геомаркетинговой модели в сочетании с маркетинговыми исследованиями (комбинация покупательских предпочтений и архитектурным планированием места локализации), позволяет снизить риски стратегического планирования при открытии бизнеса. Основным достоинством является сбалансированность прогноза, в отличие от использования зарубежных моделей геомаркетинга по отдельным показателям. Основная цель геомаркетинговой модели – определить оптимальное размещение места продаж компании и установить ее будущие критерии конкурентоспособности, в том числе маркетинговые модели поведения потребителей. Данный процесс основывается на анализе группы данных: территориальное расположение (близость ТЦ, остановочных комплексов), покупательский спрос (сервис, интерьер, качество обслуживания, площадь помещения), который складывается с встраиванием группы пространственных данных и ГИС (географические особенности территории, климатические условия, демографические факторы, развитая инфраструктура, управление цепями поставок и логические процессы).

Список литературы

1. Андрианов В., Леонов А., 2010. Геомаркетинг: на стыке маркетинга и географии, Маркетинг. Менеджмент, 7–8: 21–36.
2. Блиновская Я.Ю., Задоя Д.С., 2016. Введение в геоинформационные системы. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 112 с.
3. Пустовалова Е.А., Чернов В.П., 2015. Сравнительный анализ методов размещения точки розничной сети, Современная экономика, 2 (62): 29–44.
4. Тхориков Б.А., Ломовцева О.А., Герасименко О.А., Саблина О.М., Титова И.Н., 2020. Геомаркетинг – новый концепт или прикладной инструмент бизнеса? Вестн. Томск. гос. ун-та. Экономика, 49: 199–213.
5. Allaway, A.W., Black W.C., Richard M.D., Mason J.B., 1992. Evolution of a Retail Market Area: An Event-History Model of Spatial Diffusion, Economic Geography: 23–40.
6. Applebaum W., 1966. Patterns of Food Distribution in a Metropolis. Chicago, Super Market Institute.
7. Batty M., 1978. Reilly's Challenge: New Laws of Retail Gravitation Which Define Systems of Central Places, Environment and Planning, 10: 185–219.
8. Christaller W., 1967. Central Places in Southern Germany / trans. C. W. Baskin (Englewood Cliffs, NJ, 1967). First published in 1993.
9. Converse P.D., 1949. New Laws of Retail Gravitation, J. of Marketing, 14: 94–102.
10. Fortheringham A.S., 1983. A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations, Environment and Planning, 15: 15–36.
11. Gautschi D.A., 1981. Specification of Patronage Models for Retail Center Choice, Journal of Marketing Research, 18: 162–174.
12. Huff D.L., 1963. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas, Land Economics, 39: 81–90.
13. Losch A., 1954. The Economics of Location. 2nd edn. trans W.H. Woglom with the assistance of W.F. Stolpen (New Haven, CT, 1954). First published in 1940.
14. Luce R., 1959. Individual Choice Behaviour. N.Y.
15. McFadden D., 1974. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, Frontiers in Econometrics / ed. P. Zarembka. N.Y.: 105–142.
16. Nakanishi M., Cooper L.G., 1974. Parameter Estimate for multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach, J. of Marketing Research, 11: 303–311.
17. Reilly W.J., 1931. The law of Retail Gravitation. N.Y.
18. Rust R.T., Donthu N., 1995. Capturing Geographically Localized Misspecification Error in Retail Store Choice Models, J. of Marketing Research, XXXII: 103–110.
19. Sullivan M., Adcock D. Retail marketing. London, Thomson.

References

1. Andrianov V., Leonov A., 2010. Geomarketing: at the intersection of marketing and geography, Marketing. Management, 7–8: 21–36.

2. Blinovskaya Ya.Yu., Zadoya D.S., 2016. Introduction to geoinformation systems. – M.: Forum: SIC INFRA-M, 112 p.
3. Pustovalova E.A., Chernov V.P., 2015. Comparative analysis of methods for placing a retail network point, *Modern Economics*, 2 (62): 29–44.
4. Tkhorikov B.A., Lomovceva O.A., Gerasimenko O.A., Sablina O.M., Titova I.N., 2020 Geomarketing – a new concept or an applied business tool? *Vestn. Tomsk. state un-that. Economics*, 49: 199–213.
5. Allaway, A.W., Black W.C., Richard M.D., Mason J.B., 1992. Evolution of a Retail Market Area: An Event-History Model of Spatial Diffusion, *Economic Geography*: 23–40.
6. Applebaum W., 1966. Patterns of Food Distribution in a Metropolis. Chicago, Super Market Institute.
7. Batty M., 1978. Reilly's Challenge: New Laws of Retail Gravitation Which Define Systems of Central Places, *Environment and Planning*, 10: 185–219.
8. Christaller W., 1967. Central Places in Southern Germany. trans. C.W. Baskin (Englewood Cliffs, NJ, 1967). First published in 1993.
9. Converse P.D., 1949. New Laws of Retail Gravitation, *J. of Marketing*, 14: 94–102.
10. Fortheringham A.S., 1983. A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations, *Environment and Planning*, 15: 15–36.
11. Gautschi D.A., 1981. Specification of Patronage Models for Retail Center Choice, *Journal of Marketing Research*, 18: 162–174.
12. Huff D.L., 1963. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas, *Land Economics*, 39: 81–90.
13. Losch A., 1954. The Economics of Location. 2nd edn. / trans W.H. Woglom with the assistance of W.F. Stolpen (New Haven, CT, 1954). First published in 1940.
14. Luce R., 1959. Individual Choice Behaviour. N.Y.
15. McFadden D., 1974. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, *Frontiers in Econometrics* / ed. P. Zarembka. N.Y.: 105–142.
16. Nakanishi M., Cooper L.G., 1974. Parameter Estimate for multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach, *J. of Marketing Research*, 11: 303–311.
17. Reilly W.J., 1931. The law of Retail Gravitation. N.Y.
18. Rust R.T., Donthu N., 1995. Capturing Geographically Localized Misspecification Error in Retail Store Choice Models, *J. of Marketing Research*, XXXII: 103–110.
19. Sullivan M., Adcock D. Retail marketing. London, Thomson.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Герасименко Ольга Александровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и управления Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Тхориков Борис Александрович, кандидат социологических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга Института экономики и управления Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Титова Ирина Николаевна, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга Института экономики и управления Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga A. Gerasimenko, Candidate of Economics Sciences, Docent, Assistant Professor at the Department of Management and Marketing Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Boris A. Tkhorikov, Candidate of Sociological Sciences, Docent, Head of the Department of Management and Marketing Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Irina N. Titova, Senior Lecturer at the Department of Management and Marketing Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 338

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-718-728

Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов

Любименко Д.А., Вайсман Е.Д.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

Россия, 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76

E-mail: lyubimenko.da@mail.ru, vaismaned@susu.ru

Аннотация

Статья посвящена проблеме разработки методического подхода к оценке эффективности цифровых проектов с учетом их специфики. Выявлены особенности цифровых проектов: сокращенный жизненный цикл инноваций, высокорисковый и комплексный характер, дематериализация активов. Проведен анализ существующих подходов к определению эффективности проектов. Он показал, что существующие методики учитывают только экономическую эффективность, в то время как внедрение цифровых технологий предполагает получение технического эффекта. Для минимизации рисков реализации цифровых проектов был предложен комплексный методический подход, включающий несколько показателей. Он предполагает оценку экономического и технического эффекта.

Ключевые слова: цифровизация, цифровой проект, метод оценки эффективности, экономическая эффективность, техническая эффективность.

Для цитирования: Любименко Д.А., Вайсман Е.Д. 2020. Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов. Экономика. Информатика. 47 (4): 718–728. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-718-728.

Methodical approach to evaluation of effectiveness of the digital investment projects

Lyubimenko D.A., Vaisman E.D.

South Ural State University (National Research University)

76 Lenin prospekt, Chelyabinsk, Russia, 454080

E-mail: lyubimenko.da@mail.ru, vaismaned@susu.ru

Abstract

The article is devoted to the problem of developing the method for evaluating the efficiency of digital projects, taking into account their specifics. The authors revealed the features of digital projects such as the shortened life cycle, the high-risk and complex nature, dematerialization of assets. The paper presents the analysis of approaches to evaluating the efficiency. This analysis shows that the most of approaches takes into account only economic efficiency, while the introduction of digital technologies involves obtaining a technical effect. To minimize the risks of project implementation, the authors propose to use the comprehensive approach for evaluating the efficiency of digital projects which involved several indicators. It involves an assessment of the economic and technical efficiency. The economic efficiency is assessed with such indicators as the cost price, the resource intensity, the growth potential. Harrington's desirability function is used for evaluating the technical efficiency.

Keywords: digitalization, digital project, methods for evaluating the effectiveness, economic effectiveness, technical effectiveness.

For citation: Lyubimenko D.A., Vaisman E.D. 2020. Methodical approach to evaluation of effectiveness of the digital investment projects. Economics. Information technologies. 47 (4): 718–728 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-718-728.

Введение

Одним из определяющих факторов траектории развития современной экономики являются цифровые технологии. Как показывает мировой опыт, они уже не раз приводили к кардинальным изменениям в жизни общества. В конце XX века Интернет стал доступен миллионам пользователей, что способствовало усилению глобализационных процессов и вывело коммуникации на новый уровень. В дальнейшем активное внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения стало двигателем прогресса в различных сферах. Например, в 2011 г. в устройствах Apple появился умный помощник Siri. Аналогичные системы внедрили и другие компании: Google Now, Echo от Amazon [НИУ ВШЭ, 2018].

Качественные изменения касались как отдельных пользователей прогрессивных технологий, так и деятельности крупных корпораций в целом. Совместное потребление (Sharing Economy) и владение материальными благами (co-sharing), глобальные маркетплейсы и электронная коммерция (e-commerce) – все это послужило толчком к трансформации моделей деятельности в бизнесе.

С возникновением «сквозных» технологий, таких как Интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника, цифровизация вышла на новый уровень. По оценкам специалистов, их внедрение позволит увеличить производительность труда на 40 % [НИУ ВШЭ, 2018].

Аналитики WEF [НИУ ВШЭ, 2018] считают, что благодаря применению виртуальных коллабораций, peer-to-peer репутационных систем оценки и цифрового (дистанционного) интервьюирования средние издержки в сфере HR снизятся на 7 % за следующие 10 лет. Аналогичные тенденции характерны для корпоративных финансов и бухгалтерского учета. В этом направлении внедрение технологии искусственного интеллекта и систем облачного учета позволит сократить средние издержки на 40 %.

Если в XX веке драйвером конкурентоспособности были уникальные активы и ресурсы [Collis, Montgomery, 1995], позже – корпоративная культура [Barney, 1991], то сейчас определяющее значение приобретает внедрение цифровых технологий и применение бизнес-моделей на их основе.

Несмотря на это, компьютерный инжиниринг и виртуальное моделирование, промышленный Интернет, мехатроника и робототехника пока не получили широкого распространения на промышленных предприятиях России. Более того, интенсивность затрат на технологические инновации в промышленности в период с 2016 г. по 2018 г. имеет отрицательную динамику [НИУ ВШЭ, 2018].

Представляется, что одной из причин низкого уровня цифровизации промышленных предприятий является высокая стоимость цифровых инвестиционных проектов при отсутствии адекватной методики оценки их эффективности. В таких условиях возникает риск попадания в «ловушку» завышенных ожиданий, если масштабное финансирование не приведет в короткие сроки к качественной трансформации бизнес-моделей с помощью использования «сквозных» технологий. Все это свидетельствует об актуальности проблемы поиска адекватного подхода к оценке экономической эффективности цифровых проектов.

Постановка проблемы

Для осуществления цифровых инвестиционных проектов необходимо выделить и учитывать особенности, присущие каждому из них. Понимание спецификации проектов является важным условием для достижения цели исследования – разработки методического подхода к оценке их эффективности.

Проведенный анализ цифровых проектов позволил выявить присущие им особенности (рис. 1).

Так, к ним относится сокращенный жизненный цикл. В условиях цифровой экономики продолжает увеличиваться скорость развития и внедрения технологий. Период от изобретения автомобиля до его массового потребления занял почти 50 лет, в то время как сегодня, например, компания Apple ежегодно выпускает новую модель iPhone. Ускорение технологического процесса создает дополнительные трудности при реализации проектов, что

проявляется в сокращении горизонта планирования и ограничении возможности использования «длинных» денег

Для цифровой трансформации в промышленности характерно сочетание «железа» (оборудования), то есть материальных объектов, и программного обеспечения – нематериальных объектов, которым свойственно быстрое моральное устаревание. В связи с этим возникают дополнительные риски. К моменту, когда оборудование еще будет в пригодном для эксплуатации состоянии, программное обеспечение может оказаться устаревшим и утратить свою функциональность.



Рис. 1 Особенности цифровых проектов
Fig. 1. The features of digital projects

Цифровые проекты имеют высокорисковый характер. По мере наращивания темпов цифровизации происходит качественная трансформация экономики. На сегодняшний день для нее характерны неочевидные корреляционные взаимосвязи протекающих процессов и явлений, непредсказуемое формирование новых рынков и стремительное изменение конкурентного ландшафта. В то же время наблюдается недостаточная изученность природы цифровых продуктов и услуг, паттернов потребительского поведения в онлайн-сегментах [Лapidус, 2019]. Описанные тенденции свидетельствуют о высокой динамичности, сложности и неопределенности среды бизнеса, что обуславливает высокорисковость цифровых инвестиционных проектов. В процессе их реализации предприятия сталкиваются с экономическими, техническими, коммерческими рисками и угрозой кибербезопасности [Титов, 2019].

Для таких проектов также характерна комплексность. Среди ключевых характеристик цифровой экономики специалисты выделяют трансдисциплинарность [Лapidус, 2019]. В цифровых проектах она проявляется в технологических аспектах, которые непосредственно касаются инноваций, характеристик нового «железа», и финансовых, предполагающих рациональное использование ресурсов, планирование бюджета. В связи с этим подход к оценке их эффективности должен иметь комплексный характер и представлять собой систему из нескольких показателей, оценивающих разные аспекты проекта.

Дематериализация активов – еще одна особенность цифровых проектов. Одним из принципов цифровой трансформации является увеличение доли нематериальных активов в структуре баланса компании: онлайн-платформы, программное обеспечение, патенты, бренды. При реализации цифрового проекта остро встает вопрос оценки и учета затрат на их разработку или приобретение.

Таким образом, все это дает нам основание сформулировать ключевую задачу настоящего исследования следующим образом: разработка адекватного выявленным специфическим свойствам метода оценки эффективности цифрового проекта.

Формирование метода оценки эффективности цифрового проекта

Проведенный анализ свидетельствует о том, что понимание специфики цифровых проектов необходимо не только для их успешной реализации, но и оценки эффективности. По данным опроса НИУ ВШЭ, который был проведен среди 100 российских компаний (53 % среди них составили промышленные предприятия) [НИУ ВШЭ, 2018], с проблемой нереалистичных ожиданий от результатов проекта сталкиваются 35 % респондентов. Представляется, что решить ее позволит корректная предварительная оценка эффективности проектов. Обзор существующих сегодня подходов к такой оценке представлен в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов The methods of evaluating the effectiveness of projects

№	Название методики	Описание методики
1	«Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477) [Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, 1999].	Оценка выполняется посредством финансовых показателей UNIDO, расчет которых осуществляется на основе прогнозируемого денежного потока: чистого дисконтированного дохода, срока окупаемости проекта, внутренней нормы рентабельности и индекса доходности. Достоинство методики – универсальность, однако она не учитывает риски.
2	Методика компании «Альт-инвест» [Рябых, 15.10.2020].	Подход, разработанный и реализованный в форме программного пакета компанией «Альт-инвест», предполагает, помимо классических показателей методики UNIDO, применение элементов оценки стоимости бизнеса. Он удобен, так как позволяет построить финансовую модель в компьютерной программе, проанализировать различные финансирования, например, с привлечением заемных средств, и эффективность проектов с точки зрения различных сценариев, оценить риски.
3	Корпоративные методики оценки.	Крупные отечественные компании разработали свои подходы к оценке инвестиционных проектов. Они ориентированы на конкретную отрасль, поэтому недостаточно универсальны. Например, в методике ОАО «РЖД» используются такие показатели, как агломерационный эффект, который подходит для всех отраслей [Фонд «Центр стратегических разработок». 2013]. Корпоративные подходы недостаточно универсальны, поэтому применяются, как правило, преимущественно компанией-разработчиком.
4	Банковские методики (ПАО Сбербанк, ПАО ВТБ, Внешэкономбанк).	Крупные финансовые организации предлагают свои методики оценки эффективности проектов. В их основе лежит подход UNIDO, усовершенствованный с учетом специфики банковской сферы. Ее суть заключается в том, что при оценке анализируется не только риск для заказчика проекта, но и для банка.

Окончание табл. 1

№	Название методики	Описание методики
5	Модель «затраты-выгоды» (Cost-benefit analysis) [Blum, Damsgaard, Sullivan, 1980].	Цель подхода – поиск оптимального соотношения затрат и дохода. Выявить его удалось благодаря применению показателей NPV и IRR. По мнению специалистов, подход несовершенен, так как ориентирован на долгосрочную перспективу и не позволяет получить объективный результат.
6	Модель ООН по промышленному развитию UNIDO [Behrens, Hawranek Manual, 1991].	Модель ООН является универсальной и считается продолжением методики «затраты-выгоды». К ее недостаткам относят слабый учет рисков инвестирования. На сегодняшний день именно на модели ООН основываются многие подходы к оценке.
7	Метод Литтла – Миррлиса [Simić, Vratonjić, Berić, 2011].	Метод Литтла – Миррлиса считается альтернативой модели UNIDO. Данные анализа, проверенного с помощью этого подхода, могут быть недостаточно точными, что обусловлено применением в ходе оценки международных цен, подверженных влиянию различных факторов.
8	Методики консалтинговых компаний (BFM Group, KPMG, Ernst&Young) [Стандарты BFM Group, 15.10.2020, Бизнес план по стандартам KPMG International, 15.10.2020, Ford, Bornstein, Pruitt, 2007].	В таких моделях применяется множество показателей. Они характерны для бизнес-планирования, требуют существенных временных и трудовых ресурсов, так как предполагают сбор и анализ большого объема статистических данных.

Тем не менее, несмотря на существование большого количества подходов, ни один из них не учитывает в полной мере специфику цифровых проектов. В рамках приведенных методик анализируется исключительно экономическая эффективность, в то время как внедрение цифровых технологий предполагает получение технического эффекта. Представляется, что разрешить данное противоречие позволит новый комплексный подход к оценке. Он предполагает анализ как экономических, так и технических аспектов проекта цифровизации (рис. 2).



Рис. 2. Оценка эффективности цифровых проектов
Fig. 2. The evaluating the effectiveness of digital projects

Одним из наиболее ожидаемых позитивных эффектов от цифровизации по оценкам аналитиков WEF является снижение издержек (табл. 2). В рамках оценки экономического эффекта от цифровизации предлагаем использовать показатель изменения себестоимости выпускаемого продукта или средних издержек.

Таблица 2
Table 2

Ожидаемые эффекты от цифровизации [НИУ ВШЭ, 2018]
The expected digitalization effect [HSE, 2018]

Отрасль	Внедряемые цифровые технологии	Ожидаемый эффект
IT-сфера	Облачные вычисления AI-технологии BigData Бизнес-аналитика Квантовый компьютеринг	Сокращение средних бизнес-издержек на IT-обслуживание 25–50 %
HR	Виртуальные коллаборации Peer-to-peer Репутационные системы оценки Цифровое (дистанционное) интервьюирование	Сокращение средних издержек на 7 %
Финансы и бухгалтерский учет	Системы облачного учета Искусственный интеллект (AI-технологий)	Сокращение средних издержек на 40 %
Управление поставками и снабжением	Беспилотные и автоматизированные транспортные средства и дроны Сенсоры и датчики мониторинга движения товаров и услуг 3D-печать	Средняя доля затрат на управление цепями поставок и снабжения с применением цифровых технологий сократится с 0,5 % от чистой выручки до 0,22 % от чистой выручки

По мнению участников опроса НИУ ВШЭ, серьезными барьерами при реализации цифровых проектов являются недостаточные бюджеты, выделенные на цифровые проекты, и их высокая стоимость. В связи с этим представляется целесообразным в рамках экономической эффективности оценить ресурсоемкость проекта.

Частные показатели общей ресурсоемкости (трудоемкость, фондоемкость, материалоемкость) дают возможность проанализировать только один вид используемых ресурсов. Нередки случаи, когда один вид ресурсов расходуется неэффективно, но общая экономия достигается благодаря использованию минимального объема другого. В предлагаемой методике частные индикаторы заменены показателем общей ресурсоемкости. Он показывает отношение результата реализации проекта в денежном выражении (прибыль) к инвестированным средствам (общая стоимость использованных ресурсов).

Еще одним экономическим показателем, рассчитываемым в рамках предлагаемого подхода к оценке, является потенциал роста. Он определяет эффективность цифровизации как результат деятельности всего предприятия в целом. Цифровые проекты нацелены на улучшение работы компании: оптимизацию бизнес-процессов, усиление конкурентных позиций на рынке, рост объема продаж и в конечном итоге – на увеличение совокупного финансового результата, отражаемого в отчете о прибылях и убытках.

Добавленная стоимость рассматривается специалистами как альтернатива чистой прибыли. Она демонстрирует результат деятельности предприятия для каждой заинтересованной группы: сотрудников, акционеров и государства в отличие от бухгалтерской прибыли, ориентированной в большей степени на интересы акционеров. В связи с этим в предлагаемом подходе потенциал роста оценивается с помощью добавленной стоимости [Касаева, 2018].

Добавленная стоимость включает следующие элементы: фонд оплаты труда (заработная плата и отчисления в фонды), прибыль (доход акционеров), амортизацию основных средств и нематериальных активов, налоги.

При внедрении цифровых технологий затраты на оплату труда могут как сократиться за счет автоматизации процессов и сокращения сотрудников, занимающихся ручным трудом, так и вырасти в связи с возросшей потребностью в услугах высококвалифицированного персонала [Гидирим, 2016]. В то же время внедрение нового оборудования и программного обеспечения влияет на показатель амортизации.

Показатель добавленной стоимости оценивает эффективность проекта, характеризует потенциал роста компании в целом и ее привлекательность для акционеров, сотрудников, государства.

Инвестиции в цифровизацию – это вложение в расширение возможностей в условиях неопределенности. Осуществляя постоянный мониторинг реализации цифровых проектов, можно своевременно закрыть убыточный проект и, используя полученный опыт и данные, запустить новый, более эффективный и ценный для компании. Таким образом, предприятию удастся сформировать «портфель возможностей», включающий несколько проектов с разным уровнем неопределенности в целях диверсификации рисков.

Оценка экономических параметров эффективности позволяет определить потребность в ресурсах и эффективность их использования (ресурсоемкость, себестоимость) и возможность увеличения добавленной стоимости благодаря применению инновационных разработок (потенциал роста). Однако особенность цифровых инвестиционных проектов заключается в том, что успех их реализации во многом определяется используемым «железом» и программным обеспечением. В связи с этим возникает потребность в анализе технической эффективности.

В наиболее общем случае техническая эффективность представляет собой способность получать максимальный эффект при использовании минимального объема факторов производства. Например, выпуск наибольшего объема продукции при ограниченном количестве сырья. В рамках предлагаемого подхода должны быть определены специфические для конкретного цифрового проекта показатели технического эффекта. Они могут быть прямыми (например, параметры быстродействия и объем памяти для микропроцессорной техники) или косвенными (например, создание инновационного климата на промышленном предприятии) [Иванова, Савченко, 2019].

Таким образом, для каждого цифрового проекта задается свой набор показателей анализа технической эффективности. Их сложно регламентировать, так как для цифровизации на отдельных промышленных предприятиях значимость конкретных параметров различна и имеет свой вес. Показатели технической эффективности измеряются в разных единицах, имеют разнонаправленную динамику, поэтому их оценка требует применения метода решения многокритериальных задач.

С нашей точки зрения, для решения этой задачи представляется целесообразным использовать функцию желательности Е.С. Харрингтона [Дилигенский, Дымова, Севастьянов, 2004]. Она преобразовывает многокритериальную задачу с разноразмерными критериями в такую же многокритериальную, но с критериями, измеряемыми по одной шкале. Функция универсальна, адаптируется под конкретные условия и цели исследования, поэтому подходит для анализа различных цифровых проектов. Исходные параметры могут быть качественными и количественными, итоговый результат – это количественная оценка [Harrington, 1965].

Таким образом, оценка технической эффективности цифрового проекта осуществляется в несколько этапов.

1. Расчет многомерной средней технических характеристик проекта, для чего каждая характеристика представляется в относительной форме по формуле:

$$M_n = \frac{i_{\text{факт}}}{i_{\text{план}}}, \quad (1)$$

где M_n – относительное значение показателя (характеристики);

n – количество показателей (характеристик);

$i_{\text{факт}}$ – фактическое значение показателя для проекта;

$i_{\text{план}}$ – плановое значение показателя, значение показателя, выбранное в качестве целевого на основе мнений экспертов или деятельности конкурентов.

2. На втором этапе рассчитывается многомерная средняя (M_n) как среднее значение всех показателей (характеристик), представленных в относительной форме:

$$I = \sqrt[n]{M_1 * M_2 * \dots * M_n}, \quad (2)$$

где I – интегральная оценка технического эффекта по выбранным для проекта показателям;

M_n – многомерная средняя всех показателей.

Полученное значение варьируется в диапазоне от 0 до 1. Для интерпретации используется шкала (таблица 3).

Таблица 3

Table 3

Интерпретация оценки технической эффективности цифрового проекта
по шкале Е.С. Харрингтона

The assessment of the technical efficiency of a digital project on the scale of E.S. Harrington

Лингвистическая оценка	Интервалы значений функции желательности
Технический эффективный проект	0,75-1
Проект со средним уровнем технической эффективности	0,5-0,75
Проект с низким уровнем технической эффективности	0,25-0,5
Технически неэффективный проект	0-0,25

Таким образом, предлагаемый подход учитывает экономические и технические аспекты цифрового проекта. Он обеспечивает наиболее полную оценку, которая носит комплексный характер. Кроме того, подход универсален. При оценке технического эффекта подбираются специфические показатели, что делает подход применимым для различных цифровых проектов в любых отраслях промышленности. Экономические показатели подходят для цифровизации на любом предприятии.

Заключение

Предлагаемый методический подход объединяет технологические и экономические аспекты цифровизации. Комплексность метода заключается в применении нескольких показателей. Если техническая эффективность учитывает технические характеристики используемого оборудования и программного обеспечения, ресурсоемкость – объем ресурсов, необходимый для реализации проекта, то потенциал роста характеризует возможность увеличения добавленной стоимости за счет внедрения инновационных технологий и замены человеческого труда, сокращения объема рутинной работы. В ходе анализа проекта с помощью предлагаемого подхода анализируется эффективность цифровизации для бизнеса и определяется ее целесообразность.

Таким образом, в разработанном методе оценки эффективности цифровых проектов удалось учесть выявленную специфику таких проектов, в частности сокращенный жизненный цикл, высокорисковый и комплексный характер, дематериализацию активов. Особенность

предложенного метода заключается в том, что в отличие от уже существующих подходов он подразумевает анализ не только экономических, но и технологических аспектов. При оценке экономического эффекта применяется несколько индикаторов, таких как показатель изменения себестоимости продукта, показатель общей ресурсоемкости и добавленная стоимость. Технологический эффект анализируется с помощью функции желательности Е.С. Харрингтона. Мониторинг динамики индикаторов в рамках рассматриваемого методического подхода на всех этапах проекта позволит вовремя определить положительную или отрицательную динамику и на основании этого сделать вывод о целесообразности реализации проекта.

Список литературы

1. Бизнес план по стандартам KPMG International. URL: <https://www.xn----dtbhaacat8bfloi8h.xn--p1ai/KPMG> (дата обращения: 15.10.2020 г.)
2. Гидирим А. 2016. Как цифровые технологии изменят рынок труда. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2016/06/22/576934269a79479aab95fdc9> (дата обращения: 15.10.2020 г.)
3. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. 2004. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М.: Издательство Машиностроение: 397.
4. Иванова Н., Савченко Н. 2019. Как оценить эффективность НИОКР. «Экономика и жизнь», 08 (9774). URL: <https://www.eg-online.ru/article/394831/> (дата обращения: 15.10.2020 г.)
5. Касаева Т.В. 2018. Показатель добавленной стоимости в оценке эффективности деятельности организации. Вестник ВГТУ. 2 (35): 123–134. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazatel-dobavlennoy-stoimosti-v-otsenke-effektivnosti-deyatelnosti-organizatsii> (дата обращения: 15.10.2020).
6. Лapidус Л.В. 2019. Запрос бизнеса на новые компетенции цифровой экономики и института CDO для управления цифровой трансформацией. Под редакцией д.э.н., проф. Л.В. Лapidус. Цифровая экономика: тренды и перспективы трансформации бизнеса. Москва. Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова: 5–23.
7. Лapidус Л.В. 2019. Стратегии цифрового лидерства на эволюционной шкале цифровой экономики. Аренов И.А. Вторая международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике»: сборник тезисов выступлений. Санкт-Петербург. ИПЦ СПбГУПТД: 72–75
8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477). 1999. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/ (дата обращения: 15.10.2020 г.)
9. Рябых Д. Анализ эффективности инвестиционных проектов. Связь с оценкой бизнеса. URL: <https://www.alt-invest.ru/lib/svyaz-s-ocenкой-biznesa/> (дата обращения: 15.10.2020 г.)
10. Стандарты BFM Group. URL: <http://www.fortfin.com/nashi-uslugi/razrabotka-biznes-planov/standarty-biznes-planirovaniya-bfm-group> (дата обращения: 15.10.2020 г.)
11. Титов Д. Цифра: возможности и риски. URL: <https://www.eg-online.ru/article/398960/> (дата обращения: 16.10.2020 г.)
12. Фонд «Центр стратегических разработок». Оценка крупных инфраструктурных проектов. Задачи и решения Разработки в рамках проектов ЦСР. 2013. URL: http://rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col_id=121&id=71716 (дата обращения: 15.10.2020 г.)
13. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса. 2018. Под редакцией директора Института менеджмента инноваций НИУ ВШЭ Д.С. Медовникова. М., НИУ ВШЭ.
14. Barney J. 1991. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // Journal of Management, 17 (1): 99–120
15. Behrens W., Hawranek Manual P.M. Manual for the preparation of industrial feasibility studies. 1991.
16. Blum J. D.; Damsgaard A., Sullivan P.R. 1980. Cost-benefit analysis. Proceedings of the Academy of Political Science, Vol. 33, No. 4, Regulating Health Care: The Struggle for control. pp. 137–147.
17. Brian R. Ford, Jay M. Bornstein, Patrick T. Pruitt. 2007. The Ernst & Young Business Plan Guide, 3rd Edition, 256 p.
18. Collis D., Montgomery C. A. 1995. Competing on Resources: Strategy in 1990s // Harvard Business Review, 73 (4): 118–128.
19. Harrington, E.C. 1965. The Desirability Function. Industrial Quality Control, 21: 494–498.

20. Simić N., Vratonjić V., Berić I. 2011. Methodologies for the evaluation of public sector investment projects. *Megatrend Review*, 8 (1): 113–129.

References

1. Business plan according to KPMG International standards. URL: <https://www.xn----dtbhaacat8bfloi8h.xn--p1ai/KPMG>. (in Russian)
2. Gidirim A. 2016. How digital technologies will change the labor market? URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2016/06/22/576934269a79479aab95fdc9>. (in Russian)
3. Diligenskiy N.V., Dymova L.G., Sevast'yanov P.V. 2004. Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems under conditions of uncertainty: technology, economics, ecology. M.: Publisher Engineering: 397. (in Russian)
4. Ivanova N., Savchenko N. 2019. How to evaluate the effectiveness of R&D. «Economics and life» № 08 (9774). URL: <https://www.eg-online.ru/article/394831/>. (in Russian)
5. Kasaeva T.V. 2018. Indicator of added value in the evaluation of the effectiveness of the organization. In: *VSTU Bulletin*. 2 (35): 123–134. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazatel-dobavlennoy-stoimosti-v-otsenke-effektivnosti-deyatelnosti-organizatsii>. (in Russian)
6. Lapidus Larisa V. 2019. Business request for new competencies of digital economy and CDO institute for digital transformation management. In: *Digital Economy: Trends and Prospects for Business Transformation*. Moscow. Lomonosov Moscow State University Faculty of Economics: 5–23. (in Russian)
7. Lapidus Larisa V. 2019. Digital leadership strategies on the evolutionary scale of the digital economy. In: *The second international conference «Managing business in the digital economy»: a collection of abstracts*. Saint Petersburg. CPI SPbGUPTD: 72–75. (in Russian)
8. Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects (approved by the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation, Gosstroy of the Russian Federation 21.06.1999 № BK 477). 1999. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/. (in Russian)
9. Ryabykh D. Analysis of the effectiveness of investment projects. Communication with the business evaluation. URL: <https://www.alt-invest.ru/lib/svyaz-s-ocenok-biznesa/>. (in Russian)
10. BFM Group standards. URL: <http://www.fortfin.com/nashi-uslugi/razrabotka-biznes-planov/standarty-biznes-planirovaniya-bfm-group>. (in Russian)
11. Titov D. The digital: opportunities and risks. URL: <https://www.eg-online.ru/article/398960/>. (in Russian)
12. Center for Strategic Research Foundation. Evaluation of large infrastructure projects. Problems and solutions Development within the framework of the CSR projects. 2013. URL: http://rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col_id=121&id=71716. (in Russian)
13. *Digital Economy: Global Trends and Practice of Russian Business*. 2018. Edited by D.S., Director of the Institute for Innovation Management of HSE D.S. Medovnikov. M., HSE.
14. Barney J. 1991. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // *Journal of Management*, 17 (1): 99–120.
15. Behrens W., HawranekManual P.M. 1991. Manual for the preparation of industrial feasibility studies.
16. Blum J. D.; Damsgaard A., Sullivan P.R. 1980. Cost-benefit analysis. *Proceedings of the Academy of Political Science*, Vol. 33, No. 4, Regulating Health Care: The Struggle for control. pp. 137–147.
17. Brian R. Ford, Jay M. Bornstein, Patrick T. Pruitt. 2007. *The Ernst & Young Business Plan Guide*, 3rd Edition, 256 p.
18. Collis D., Montgomery C. A. 1995. Competing on Resources: Strategy in 1990s // *Harvard Business Review*, 73 (4): 118–128.
19. Harrington, E.C. 1965. The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 21: 494–498.
20. Simić N., Vratonjić V., Berić I. 2011. Methodologies for the evaluation of public sector investment projects. *Megatrend Review*, 8 (1): 113–129.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Любименко Дарья Анатольевна, аспирант кафедры финансовых технологий Южно-Уральского государственного университета (НИУ), Челябинск, Россия

Вайсман Елена Давидовна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансовых технологий Южно-Уральского государственного университета (НИУ), Челябинск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Darya A. Lyubimenko, Postgraduate student of Financial technology department South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

Elena D. Vaisman, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Financial technology department South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 330.3

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-729-746

Моделирование сценариев динамики индикаторов развития ИТ-отрасли посредством элементарных математических функций

Алферьев Д.А., Родионов Д.Г.

Высшая инженерно-экономическая школа Института промышленного менеджмента,
экономики и торговли Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
(ФГАОУ ВО СПбПУ), Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Вологодский научный центр Российской академии наук (ФГБУН ВолНЦ РАН),
Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а

E-mail: alferev_1991@mail.ru, drodionov@spbstu.ru

Аннотация

Прогнозирование является важным инструментом в деятельности ученых и исследователей социально-экономической сферы. Его использование позволяет предполагать варианты будущего и находить на них своевременные адекватные и эффективные ответы. Прогнозирование показателей регионального развития в свою очередь позволяет формировать необходимую национальную политику в отношении субъектов хозяйствования, которые нуждаются в государственной поддержке, либо перераспределении ресурсов из элементов экономической системы, имеющих их в свою очередь в избытке. Целью данной статьи является разработка и апробация соответствующего инструментария, моделирующего прогнозные сценарии динамики показателей развития, являющихся социально-экономическими характеристиками региона. В качестве базиса построения прогнозов взяты трендовые модели, выраженные элементарными математическими функциями. Помимо этого, представлен алгоритм моделирования сценариев и коридора значений прогнозируемой величины. Апробация разработанного инструмента проделана на статистических показателях Российской Федерации и Пермского края, характеризующих развитие и уровень влияния ИТ-технологий на исследуемой территории.

Ключевые слова: эконометрика, прогнозирование, тренд, элементарные математические функции, социально-экономическое развитие, динамические ряды, региональная статистика, экономические показатели.

Для цитирования: Алферьев Д.А., Родионов Д.Г. 2020. Моделирование сценариев динамики индикаторов развития ИТ-отрасли посредством элементарных математических функций. Экономика. Информатика. 47 (3): 729–746. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-729-746.



Modeling scenarios of dynamics of indicators of development of IT-industry by means of elementary mathematical functions

Alferev D.A., Rodionov D.G.

Graduate School of Industrial Economics Institute of Industrial Management Economics and Trade
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU),
29 Polytechnic St., St. Petersburg, 194064, Russia

Federal State Budgetary Institution of Sciences
Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (VolRC RAS),
56a Gorky St., Vologda, 160014, Russia
E-mail: alferev_1991@mail.ru, drodionov@spbstu.ru

Abstract

Forecasting is an important tool in the activities of scientists and researchers of the socio-economic sphere. Its use allows us to suggest future options and find timely, adequate and effective answers to them. Prediction of regional development indicators, in turn, allows you to formulate the necessary national policies for business entities that need government support, or the redistribution of resources from elements of the economic system, which in turn are in excess. The purpose of this article is the development and testing of appropriate tools that simulates forecast scenarios for the development of dynamics indicators, which are the socio-economic characteristics of the region. As a basis for forecasting, we used trend models expressed by elementary mathematical functions. In addition, an algorithm for modeling scenarios and a corridor of values of the predicted value is presented. Testing of the developed tool was done on the statistical indicators of the Russian Federation and Perm Territory, characterizing the development and level of influence of IT technologies in the study area.

Keywords: econometrics, forecasting, trend, elementary mathematical functions, socio-economic development, time series, regional statistics, economic indicators.

For citation: Alferev D.A., Rodionov D.G. 2020. Modeling scenarios of dynamics of indicators of development of IT-industry by means of elementary mathematical functions. Economics. Information technologies. 47 (3): 729–746. (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-729-746.

Введение

Прогнозирование социально-экономических процессов и явлений позволяет заручиться конкурентным преимуществом по отношению к своим оппонентам, а также выстроить алгоритм дальнейших действий, чтобы ускорить наступление благоприятных моментов, либо предотвратить возможную будущую катастрофу [Алферьев, 2018; Stryabkova et al., 2018; Shuvaev et al., 2019]. Использование инструментов прогнозирования на уровне региональных субъектов хозяйствования также позволяет извлечь из них ряд социально-экономических выгод: сформировать эффективную политику по отношению к представленным в регионе видам экономической деятельности; оптимальным образом распределить имеющиеся бюджетные ресурсы; сформировать меры поддержки к тем отраслям народного хозяйства, которые в ней действительно заинтересованы и нуждаются.

Тем не менее при имеющихся методах оценки и прогнозирования последствий социально-экономических процессов на уровне регионов, полученные расчеты нередко не подтверждаются в процессе реализации плановых мероприятий, которые были обозначены по выстроенным модельным прогнозам. Это может быть обусловлено как внешними факторами, выраженными недостаточным качеством управления относительно запланированных мероприятий, так и внутренними, представленными недоработанным прогностическим аппаратом. Во втором случае в основном имеют место быть следующие проблемы [Юдин, 2016; Жерон, 2018, с. 53]:

- недостаточность исходных данных [Norvig et al; Banko, Brill, 2001];
- нерепрезентативность информации;
- плохое качество данных;
- включение в модель несущественных предикторов;
- переобучение на имеющихся данных;
- недообучение.

Также стоит отметить, что экономика зачастую сопряжена с абстрактными категориями, которые различными учёными и исследователями трактуются немного по-разному, из-за чего возникает проблема идентификации соответствующих процессов и явлений и, следовательно, их правильной формализации и отображения в математических концепциях и моделях.

Вышеобозначенные проблемы в современной практике прогнозирования обуславливают то, что простые статистические модели показывают лучший результат, в отличие от тех, которые базируются на строгой формализации имеющихся в науке социально-экономических теориях. Это связано с тем, что человечество в настоящий момент оперирует недостаточным уровнем знаний о процессах экономического роста и развития территориальных субъектов [Малинецкий, Курдюмов, 2001].

Также стоит отметить, что в силу вероятностного характера моделируемого прогноза [Груздев, 2016; Сигель, 2017] одного его выстроенного сценария бывает недостаточно.

Здесь также стоит отметить то, что социально-экономические данные, характеризующие динамику территориальных единиц таких как государства, округа, регионы, муниципалитеты и пр. при отображении их в графическом виде носят неравномерный, «рваный» характер, что обуславливает распознавание в них циклов, которые в экономике представлены сезонными колебаниями [Rahman et al., 2016; Якушев, 2017; Shankar, R, 2017].

Выходом может стать использование элементарных математических функций [Алферьев, 2015; Nielsen, 2015; Muller, 2016], которые будут обобщать данные предыдущих лет и в зависимости от её выбранного вида моделировать вариативный сценарий динамики исследуемого показателя.

Таким образом вышесказанное обуславливает цель статьи, которая может быть охарактеризована следующим образом – разработка и апробация математического аппарата моделирования прогнозных сценариев динамики показателей развития, являющихся социально-экономическими характеристиками региона.

В качестве объекта может выступать какая-либо отрасль, являющаяся динамично развивающейся и целевой в рамках общенационального и регионального векторов развития. Одной из данных отраслей для России выступает ИТ-отрасль. Данная отрасль является крайне дифференцированной, однако, в рамках большинства классификаторов в нее включают следующие сегменты: ИТ-услуги, разработки программного обеспечения, разработки в области компьютерных технологий и разработка оборудования связи. Данный рынок является крайне динамично развивающимся. В октябре 2020 года аналитическое агентство Gartner [Maddox, 2020] опубликовало список основных направлений развития ИТ-отрасли, среди которых выделяются:

1. Интенсивное развитие технологий поведенческого мониторинга и управления соответствующими данными. Данные технологии направлены в первую очередь на идентификацию потребительских паттернов и адаптацию под них услуг. Аналитики Gartner предполагают, что к 2025 году как минимум половина мирового населения станет источниками данного рода информации хотя бы для одного соответствующего сервиса.

2. Применение технологии ячеистых сетей для целей кибербезопасности. Данные технологии направлены на оптимизацию в процессе удаленного взаимодействия пользователей и их цифровых активов, вне естественных географических ограничений. Данное взаимодействие предполагает выход за пределы брандмауэра, что определяет необходимость поиска принципиально новых способов обеспечения кибербезопасности.



3. Развитие технологий генерации «обобщенного опыта». Данные технологии направлены на организацию взаимодействия потребителей и производителей цифрового контента и цифровых услуг в единой экосистеме. Аналитики Gartner предполагают, что генерация технологических решений в данной области позволит сформировать экспоненциальный рост конкурентоспособности ее пользователей в течение ближайших трех лет.

4. Генерация технологий гиперавтоматизации. В этом аспекте утверждают, что на данный момент предприятия переходят от локальной автоматизации отдельных процессов к системно-функциональной автоматизации и созданию автоматизированных бизнес-экосистем.

5. Развитие технологий распределенных облачных вычислений. Данная тенденция включает в себя распределение общедоступных облачных сервисов по различным физическим локализациям, при котором за эксплуатацию, управление и развитие услуг отвечает поставщик данного облачного сервиса. Аналитики Gartner утверждают, что к 2025 году подавляющая часть платформ облачных сервисов будет предоставлять по крайней мере несколько распределенных облачных услуг.

Развитие данных направлений в рамках IT-отрасли России предполагает динамичный рост IT-рынка. При этом на данный момент IT-рынок России является крайне динамично развивающимся, что определяется ростом с 17,4 млрд \$ в 2015 году, до 24,18 млрд \$ в 2019 году. Таким образом, моделирование сценариев динамики индикаторов развития IT-отрасли является крайне актуальной задачей.

В качестве апробации использованы статистические данные, характеризующие IT-сферу Российской Федерации и Пермского края, отобранные в ходе исследований, проводимыми ВолНЦ РАН [Кремин, 2019; Ушакова, Усков, 2019] и находящимися в открытом доступе в базах Росстата и информационной системы ИНТЕРФАКС «СПАРК». Относительно Пермского края стоит отметить, что данный регион в структуре Российской Федерации является одним из базообразующих в развитии и продвижении информационных компьютерных технологий в стране. Так, к примеру, в 2012 г. было подписано соглашение о создании ИКТ кластера на его территории [Миролюбова, 2013]. Это было обусловлено тем, что в советские годы в Пермском крае были размещены производственные предприятия, занимающиеся разработкой и внедрением средств связи, которые в настоящий момент занимаются производством оборудования для передачи и хранения данных. В советское время были основаны и функционировали всего 2 научно-исследовательских института, занимавшиеся вопросами и проблемами коммуникационной (телефонной) связи. Собственно, один из них был расположен на территории Перми. В советское время в Пермском крае функционировал Научно-исследовательский институт управляющих машин и систем (НИИ Умс) – крупнейший научно-исследовательский центр СССР по разработке управляющей и микропроцессорной техники, программного обеспечения и систем управления, что сформировало и обусловило приток соответствующих специалистов технической направленности. Также, стоит отметить, что здесь же начал функционировать крупнейший завод по производству телефонной аппаратуры (сейчас ОАО Телта). Помимо коммуникаций и технологий связи в Пермском крае функционируют компании, занимающиеся разработкой компьютерного программного обеспечения. Их ярким представителем является «IT Services». Всё вышеперечисленное указывает на наличие предпосылок исторического становления и развития IT-технологий на данной территории, в связи с чем статистические данные по деятельности и развитию IT-сферы были взяты для дальнейшего исследования в соотношении с аналогичными показателями по Российской Федерации.

В соответствии с рассчитанным за 2018 г. индексом «Цифровая Россия» Пермский край занимает 16 место из 85 возможных территориальных субъектов [Сердюкова, 2019]. Всего за год данная область улучшила свою позицию на 19 пунктов, поднявшись с 35 места. Согласно заявлению Сердюковой О.А. этого удалось добиться из-за принятия в 2018 г. «Концепции развития цифровой экономики Пермского края в 2018–2024 гг.» В этой связи можно отметить,

что данная территория целенаправленно ориентирована на развитие IT-сферы в своём пространстве.

В подтверждение к этому также стоит отметить, что Пермский край участвует в программе «Цифровизация промышленности», в соответствии с которой организации промышленного сектора имеют право получения займа под 1–5 % годовых на срок до 5 лет [Сердюкова, 2019].

В рамках представленной выше Концепции до 2024 г. планируется реализация конкретных проектов по двум следующим направлениям:

1. Развитие и поддержка кадров IT-отрасли:

- создание IT-университета;
- создание детского технопарка «Кванториум Фотоника»;
- создание Яндекс-лицея;
- ИКТ-городок для лиц, занимающихся вопросами и проблемами информационных технологий;

2. Внедрение современных IT-технологий в сферу производства:

- производственные подразделения Uber;
- создание центров технологий блокчейна, аддитивных производств, робототехники, BigData, умного дома и городов и др.

Таким образом, вышеобозначенное указывает на то, что Пермский край в составе Российской Федерации является территориальной единицей, активно развивающей и продвигающей цифровые технологии и отечественный IT-сектор. Прогнозирование динамики показателей, характеризующих IT-отрасль на примере данного региона, вероятнее всего позволит определить характерные особенности и тенденции развития цифровизации для России в целом.

Объекты и методы исследования

Прогноз развития федерального и пермского рынка предприятий IT-сектора был сформирован на основе эконометрического моделирования [Айвазян, 2010] изменения основных индикаторов, характеризующих данную отрасль: удельного веса IT-компаний; доли организаций, использовавших информационно-аналитические системы управления производством; среднесписочной численности работников организаций IT-отрасли; доли сектора IT в экономике.

Поскольку в открытых источниках Росстата и Информационной системе «СПАРК-Интерфакс» представлена информация за различные временные промежутки от 2010 до 2017 гг., прогнозирование осуществлялось на основе ретроспективного анализа данных за разные промежутки времени с учетом различных поправок.

В рамках прогнозирования были проведены расчеты трех сценариев развития IT-отрасли России и Пермского края: пессимистичный, вероятный и оптимистичный.

Для прогнозирования динамики исследуемых процессов использовались инструменты пакета Microsoft Excel, формирующие различного рода трендовые зависимости (экспоненциальная, линейная (парная регрессия), логарифмическая, полиномиальная (квадратичная), степенная) от переменной времени, которые по своей сути представляют элементарные математические функции:

1) Полиномиальная аппроксимация (1).

$$y = \sum_{i=1}^k a_i x^i. \quad (1)$$

Используется для учета и выравнивания колебаний исследуемого динамического ряда при условии его дальнейшей стабилизации, либо при интерполяционных вычислениях.

Следует отметить, что в случае большого количества переменных, возведенных в более высокую потенциально возможную степень, прогнозирование на длительный период времени сталкивается с проблемой экспоненциального роста или спада исследуемой величины, хотя на практике, вероятнее всего, это не найдет своего подтверждения.

2) Линейная аппроксимация (парная регрессия) (2).

$$y = bx + c. \quad (2)$$

Характеризуется усредненными значениями, которые при неизменности условий, в которых происходит прогнозируемое явления или процесс, равномерно экстраполируются на будущие прогнозируемые отрезки времени.

3) Логарифмическая аппроксимация (3).

$$y = \ln(x) + d. \quad (3)$$

Характеризуется ярко выраженным начальным резким ростом или спадом прогнозируемого значения, а затем его постепенной стабилизацией.

4) Степенная аппроксимация (4).

$$y = lx^m. \quad (4)$$

Может быть успешно использована при монотонном возрастании или убывании исследуемой величины.

5) Экспоненциальная аппроксимация (5).

$$y = pe^{zx}. \quad (5)$$

Данный метод аппроксимации может быть охарактеризован резким ускорением исследуемых процессов и явлений и в случае успеха запланированных мероприятий зачастую моделирует наилучшую из возможных ситуаций (в случае спада соответственно наихудшую).

Выбор моделируемого оптимистичного, пессимистичного и вероятного тренда обусловлен наибольшим, наименьшим и средним значением исследуемого процесса на конечный момент прогнозируемого отрезка времени из 5 возможных выделенных выше вариантов развития событий.

В случае визуальной схожести моделируемых трендов к прогнозу отбирался тот, который имеет больший коэффициент детерминации, как наиболее успешно аппроксимирующий исходную величину.

В случае отсутствия данных для построения динамического ряда по Пермскому краю моделировались тренды аналогичные тем, которые построены по данным Российской Федерации, как пропорциональная зависимость от имеющегося единственного значения по исследуемому показателю Пермского края.

Коридор погрешности прогноза смоделирован в соответствии с величиной коэффициента детерминации, как разность между единицей и его расчетным значением, деленная пополам.

Результаты и их обсуждение

В ходе реализации представленного выше математического аппарата и алгоритма его использования были смоделированы 3 сценария развития (вероятный, оптимистичный, пессимистичный) четырёх показателей ИТ-сферы, характеризующих её уровень развития на рассматриваемых территориях (Российская Федерация, Пермский край). Подробно исследуемая группа показателей представлена ниже:

- удельный вес ИТ-компаний, %;
- доля организаций, использовавших информационные технологии управления производством, %;
- численность работников организаций ИТ-отрасли, чел.;
- доля сектора ИТ в экономике, %.

Вид моделей и их графическая интерпретация, оценка точности, прогнозируемые значения, коридор погрешностей представлены на рисунках (рис. 1–8) и таблицах с аналогичной нумерацией (табл. 1–8). Оттенками цвета обозначен размах вариации прогнозируемого коридора значений. Максимальное значение – самый темный тон; минимальное – самый светлый.

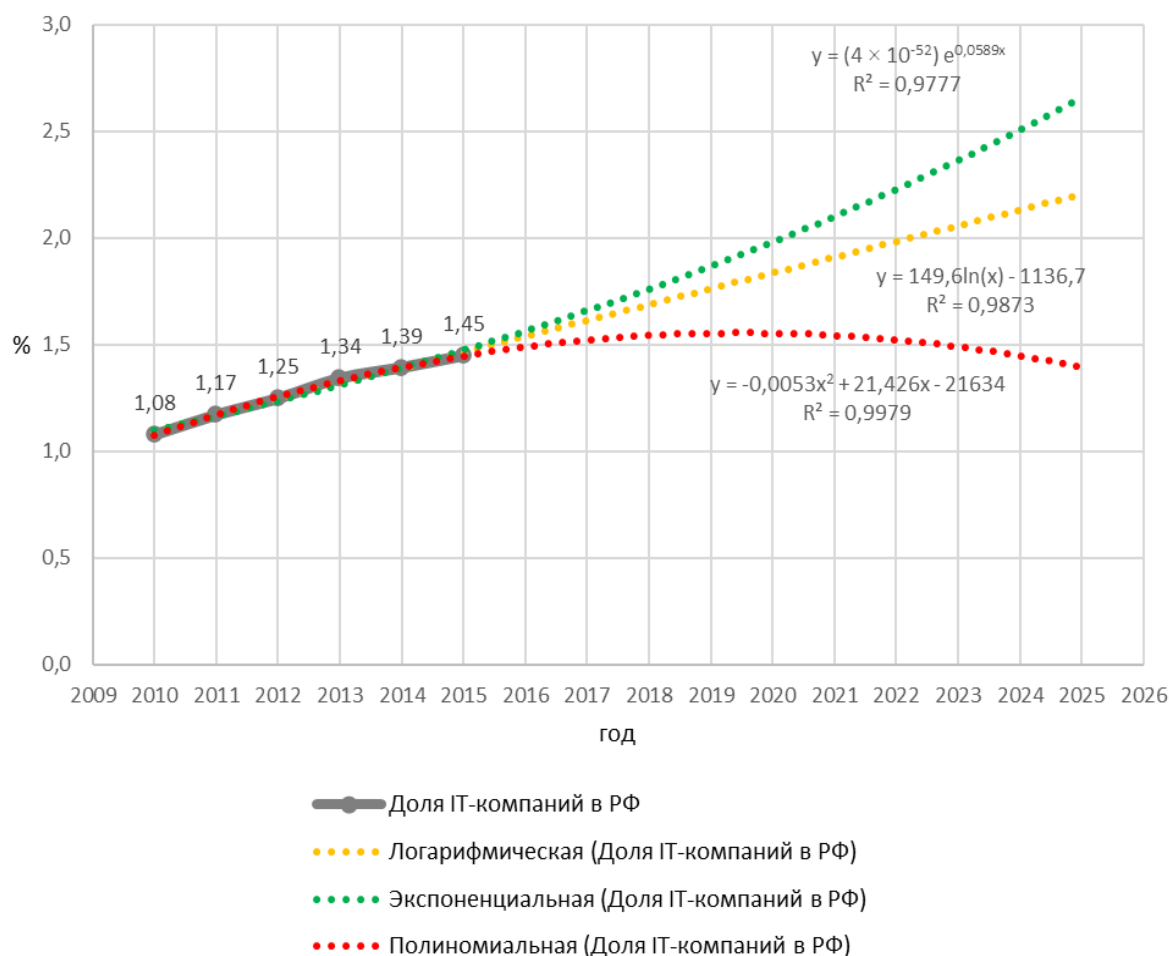


Рис. 1. Моделирование статистического прогноза величины удельного веса IT-предприятий в Российской Федерации

Fig. 1. Modeling a statistical forecast for the specific gravity of IT enterprises in the Russian Federation

Таблица 1

Table 1

Доля российских IT-предприятий в общем количестве отечественных организаций, %
The share of Russian IT companies in the total number of domestic organizations, %

1. Статистические данные									
2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.				
1,08	1,17	1,25	1,34	1,39	1,45				
2. Прогнозируемые значения									
2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (экспоненциальная модель)									
1,50	1,59	1,69	1,79	1,90	2,01	2,13	2,26	2,41	2,55
1,48	1,57	1,67	1,77	1,88	1,99	2,11	2,24	2,38	2,52
1,46	1,55	1,65	1,75	1,86	1,97	2,09	2,22	2,35	2,49
вероятный сценарий (логарифмическая модель)									
1,60	1,67	1,75	1,82	1,89	1,97	2,04	2,12	2,19	2,26
1,59	1,66	1,74	1,81	1,88	1,96	2,03	2,11	2,18	2,25
1,58	1,65	1,73	1,80	1,87	1,95	2,02	2,10	2,17	2,24
пессимистичный прогноз (полиномиальная модель)									
1,49	1,52	1,54	1,55	1,55	1,54	1,52	1,49	1,45	1,40
1,49	1,52	1,54	1,55	1,55	1,54	1,52	1,49	1,45	1,40
1,49	1,52	1,54	1,55	1,55	1,54	1,52	1,49	1,45	1,40

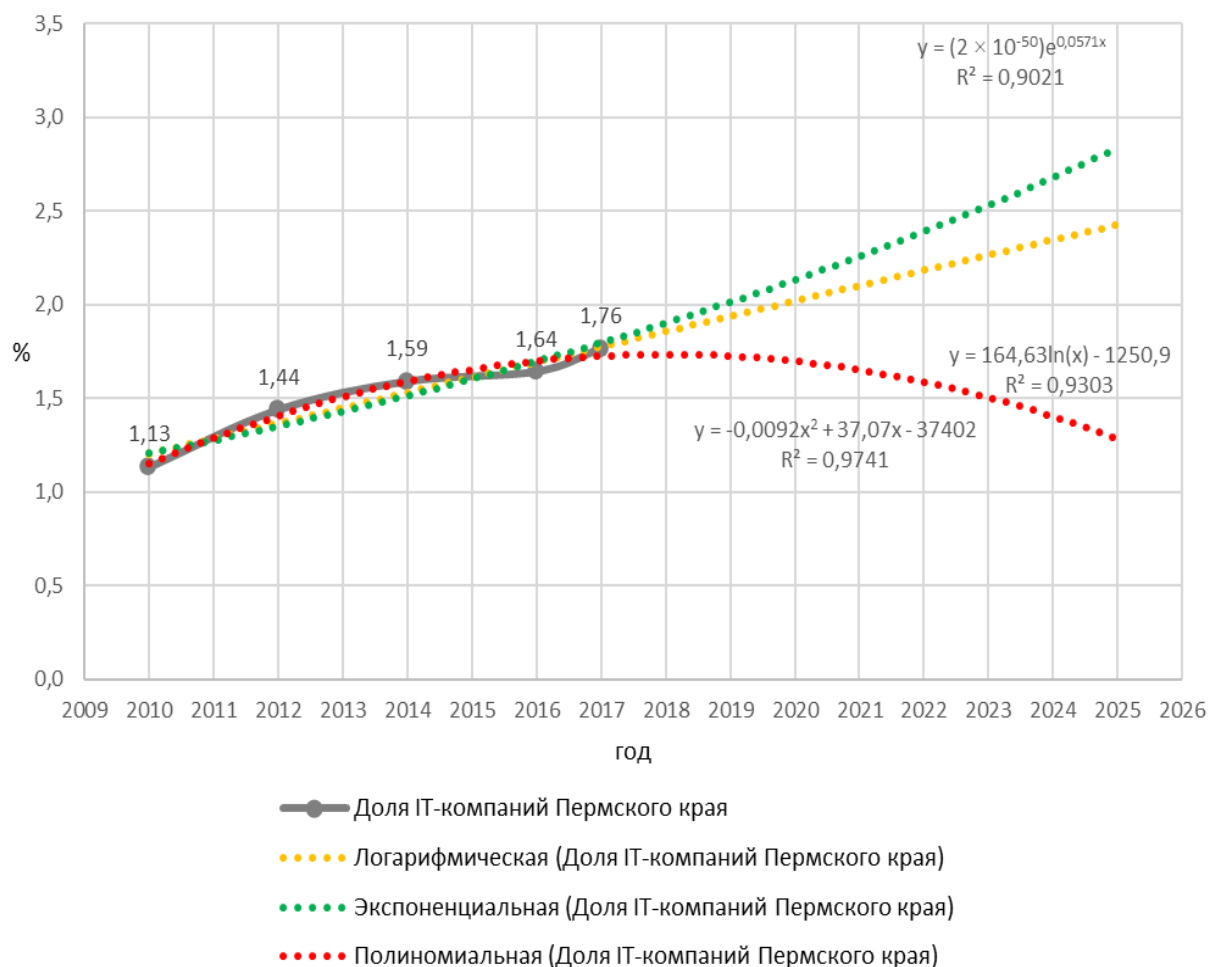


Рис. 2. Моделирование статистического прогноза величины удельного веса IT-предприятий Пермского края

Fig. 2. Modeling the statistical forecast of the specific gravity of IT enterprises in the Perm region

Таблица 2
Table 2

Доля IT-предприятий Пермского края в общем его количестве по региону, %
The share of IT enterprises in the Perm region in the total number of it enterprises in the region, %

1. Статистические данные							
2010 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.			
1,13	1,44	1,59	1,64	1,76			
2. Прогнозируемые значения							
2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (экспоненциальная модель)							
1,99	2,11	2,23	2,37	2,51	2,65	2,81	2,97
1,90	2,01	2,13	2,26	2,39	2,53	2,68	2,83
1,81	1,91	2,03	2,15	2,27	2,41	2,55	2,69
вероятный сценарий (логарифмическая модель)							
1,98	2,06	2,14	2,24	2,32	2,40	2,48	2,57
1,91	1,99	2,07	2,16	2,24	2,32	2,40	2,48
1,84	1,92	2,00	2,08	2,16	2,24	2,32	2,39
пессимистичный прогноз (полиномиальная модель)							
1,75	1,74	1,72	1,67	1,61	1,52	1,42	1,30
1,73	1,72	1,70	1,65	1,59	1,50	1,40	1,28
1,71	1,70	1,68	1,63	1,57	1,48	1,38	1,26

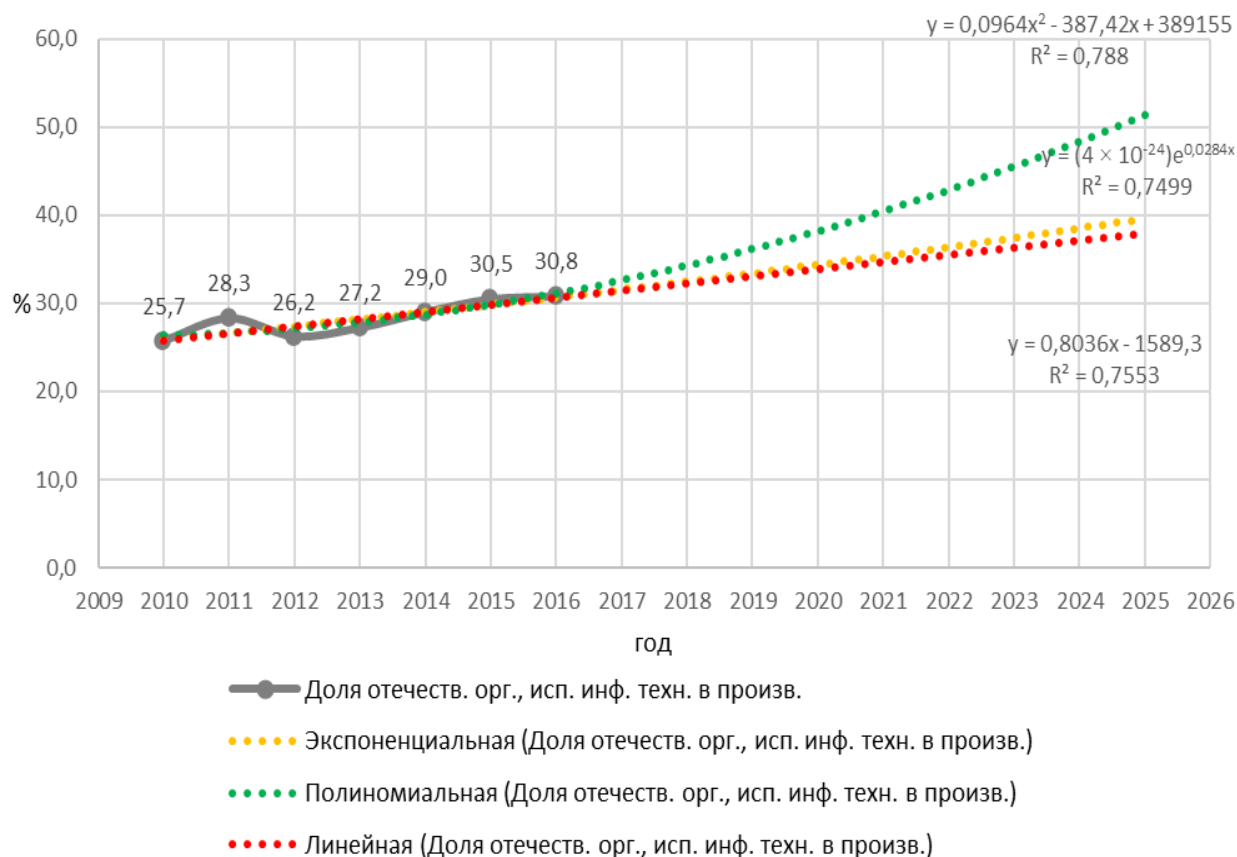


Рис. 3. Моделирование статистического прогноза величины удельного веса отечественных компаний, использовавших в процессе производства информационно-аналитические системы принятия решений
Fig. 3. Simulation of the statistical forecast of the specific gravity of domestic companies that used information-analytical decision-making systems in the production process

Таблица 3
Table 3

Доля отечественных организаций, использовавших информационные технологии на производстве, %

The share of domestic organizations that used information technologies in production, %

1. Статистические данные								
2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.		
25,7	28,3	26,2	27,2	29,0	30,5	30,8		
2. Прогнозируемые значения								
2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (полиномиальная модель)								
36,1	37,9	40,0	42,2	44,8	47,4	50,3	53,5	56,8
32,6	34,3	36,2	38,2	40,5	42,9	45,5	48,4	51,4
29,1	30,7	32,4	34,2	36,2	38,4	40,7	43,3	46,0
вероятный сценарий (экспоненциальная модель)								
35,6	36,6	37,6	38,7	39,8	41,0	42,1	43,3	44,6
31,6	32,5	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,5	39,6
27,6	28,4	29,2	30,1	31,0	31,8	32,7	33,7	34,6
пессимистичный прогноз (линейная модель)								
35,5	36,4	37,3	38,2	39,1	40,0	40,9	41,8	42,6
31,6	32,4	33,2	34,0	34,8	35,6	36,4	37,2	38,0
27,7	28,4	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,4

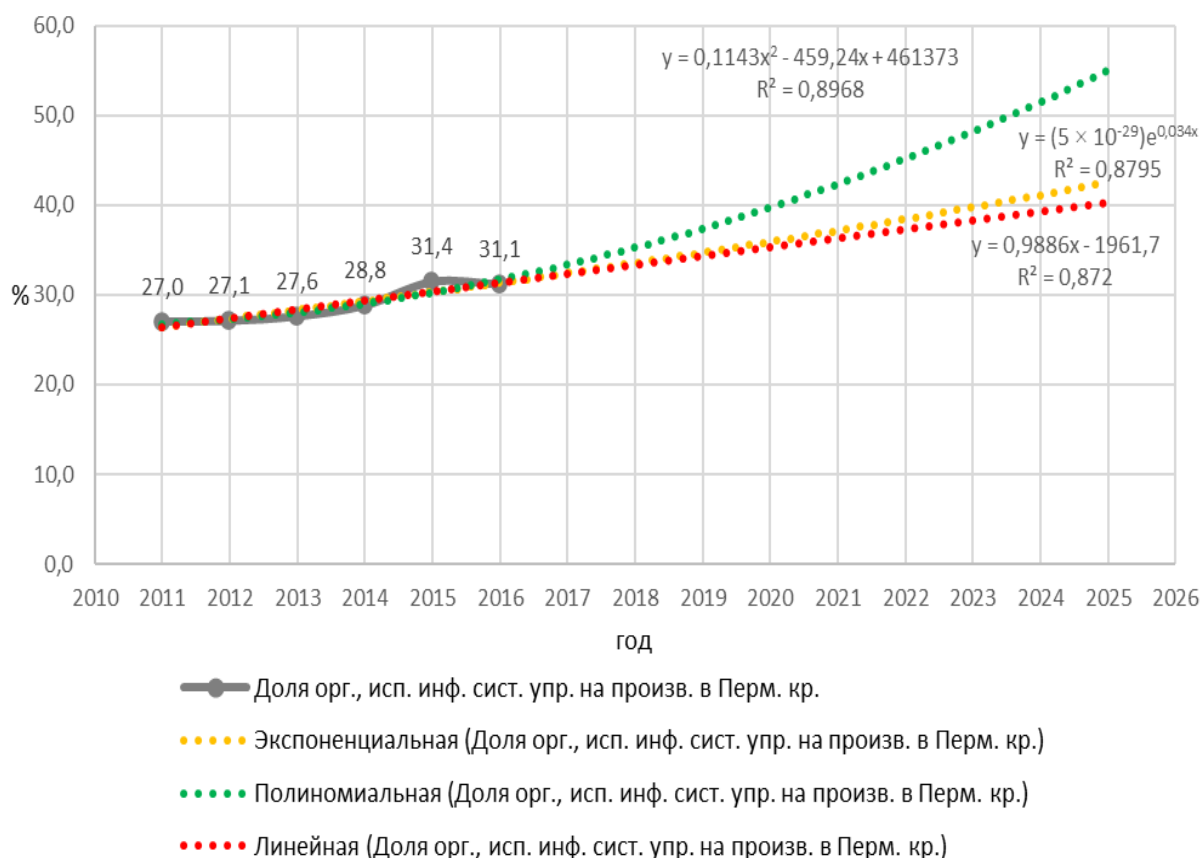


Рис. 4. Моделирование статистического прогноза величины удельного веса компаний Пермского края, использовавших в процессе производства информационно-аналитические системы принятия решений

Fig. 4. Modeling a statistical forecast of the proportion of Perm region companies that used information-analytical decision-making systems in the production process

Таблица 4

Table 4

Доля организаций Пермского края, использовавших информационные технологии на производстве, %

The share of organizations in the Perm region that used information technologies in production, %

1. Статистические данные																	
2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.							
27,0		27,1		27,6		28,8		31,4		31,1							
2. Прогнозируемые значения																	
2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.		2024 г.		2025 г.	
оптимистичный прогноз (полиномиальная модель)																	
35,1		37,1		39,3		41,9		44,5		47,5		50,7		54,2		57,8	
33,4		35,3		37,4		39,8		42,3		45,2		48,2		51,5		55,0	
31,7		33,5		35,5		37,7		40,1		42,9		45,7		48,8		52,2	
вероятный сценарий (экспоненциальная модель)																	
34,4		35,5		36,8		38,1		39,3		40,7		42,2		43,6		45,2	
32,4		33,5		34,7		35,9		37,1		38,4		39,8		41,1		42,6	
30,4		31,5		32,6		33,7		34,9		36,1		37,4		38,6		40,0	
пессимистичный прогноз (линейная модель)																	
34,4		35,4		36,5		37,6		38,6		39,6		40,6		41,7		42,8	
32,3		33,3		34,3		35,3		36,3		37,2		38,2		39,2		40,2	
30,2		31,2		32,1		33,0		34,0		34,8		35,8		36,7		37,6	

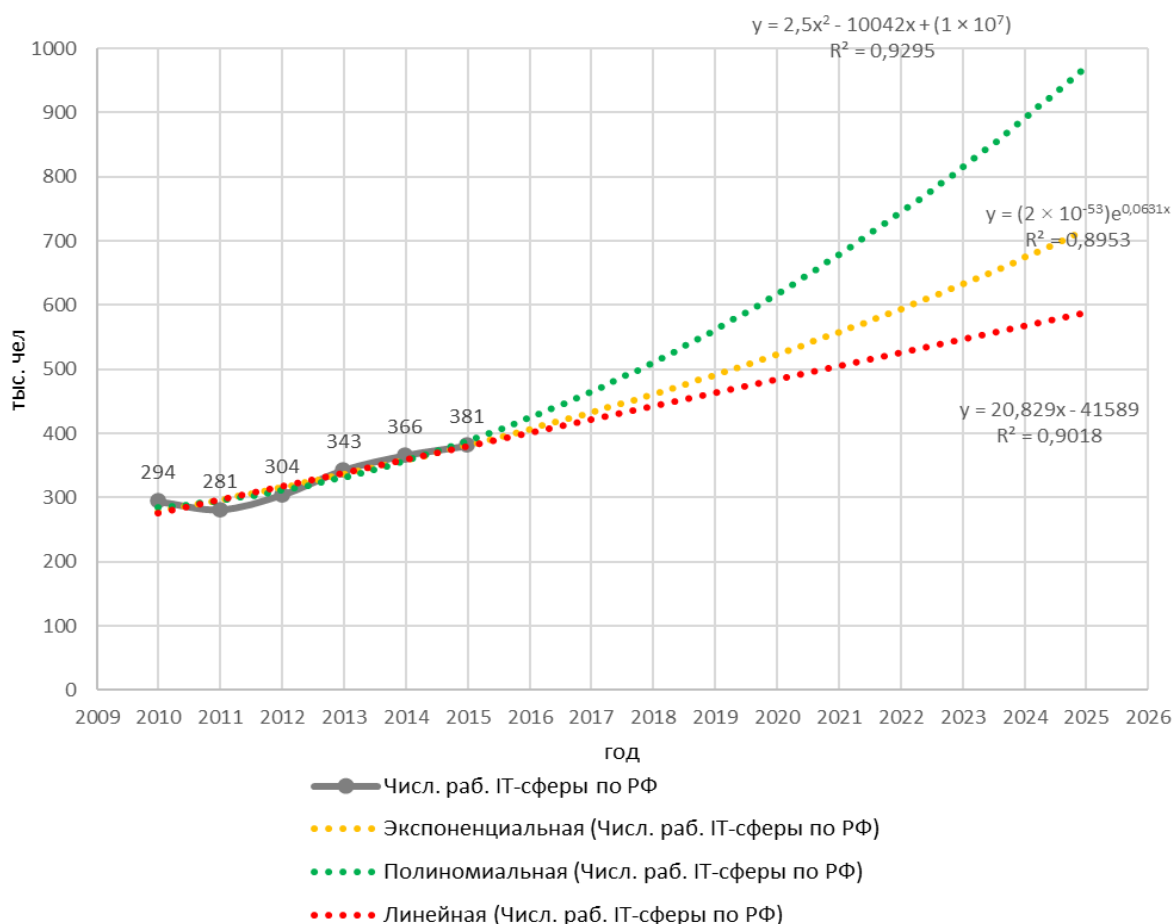


Рис. 5. Моделирование статистического прогноза численности работников ИТ-сферы в РФ
Fig. 5. Modeling a statistical forecast of the number of IT workers in the Russian Federation

Таблица 5
Table 5

Численность работников организаций ИТ-сферы в РФ, тыс. чел.
Number of employees of IT organizations in the Russian Federation, thousand people

1. Статистические данные											
2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
294		281		304		343		366		381	
2. Прогнозируемые значения											
2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.		
оптимистичный прогноз (полиномиальная модель)											
439	481	529	582	640	703	770	844	922	1006		
424	465	511	562	618	679	744	815	891	972		
409	449	493	542	596	655	718	786	860	938		
вероятный сценарий (экспоненциальная модель)											
428	456	485	517	550	587	625	666	709	756		
407	433	461	491	523	558	594	633	674	718		
386	410	437	465	496	529	563	600	639	680		
пессимистичный прогноз (линейная модель)											
422	444	466	488	510	531	553	575	597	619		
402	423	444	465	486	506	527	548	569	590		
382	402	422	442	462	481	501	521	541	561		

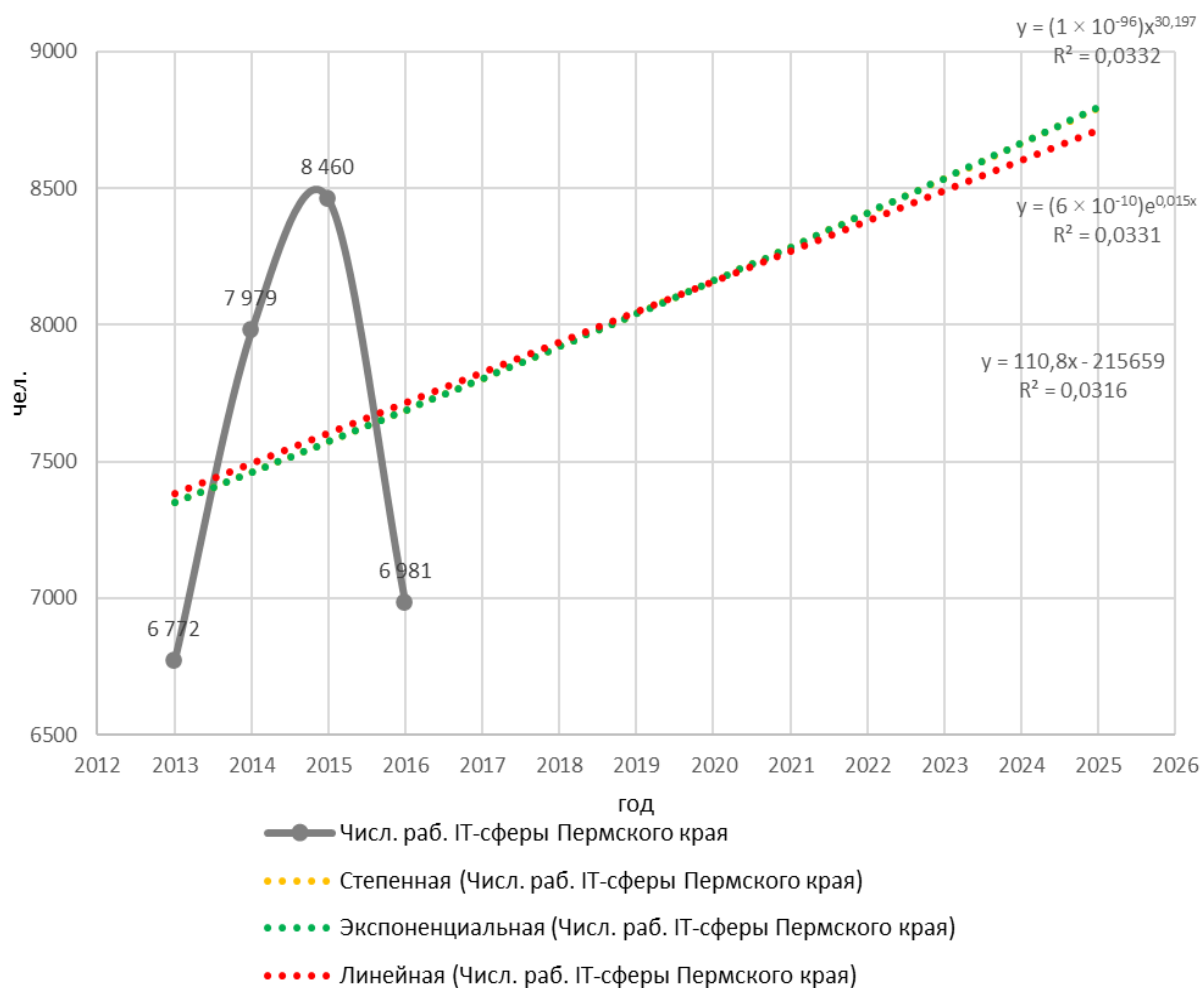


Рис. 6. Моделирование статистического прогноза численности работников IT-сферы Пермского края

Fig. 6. Modeling the statistical forecast of the number of employees in the IT sector of the Perm region

Таблица 6

Table 6

Численность работников организаций IT-сферы Пермского края, чел.
The number of employees of IT organizations in the Perm region, people

1. Статистические данные								
2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		
6772		7979		8460		6981		
2. Прогнозируемые значения								
2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (экспоненциальная модель)								
11575	11749	11927	12106	12288	12474	12662	12854	13048
7803	7920	8040	8161	8284	8409	8536	8665	8796
4031	4091	4153	4216	4280	4344	4410	4476	4544
вероятный сценарий (степенная модель)								
11575	11750	11927	12106	12289	12474	12661	12851	13045
7803	7921	8040	8161	8284	8409	8535	8663	8794
4031	4092	4153	4216	4279	4344	4409	4475	4543
пессимистичный прогноз (линейная модель)								
11614	11779	11943	12107	12271	12435	12599	12763	12927
7825	7936	8047	8157	8268	8378	8489	8599	8710
4036	4093	4151	4207	4265	4321	4379	4435	4493

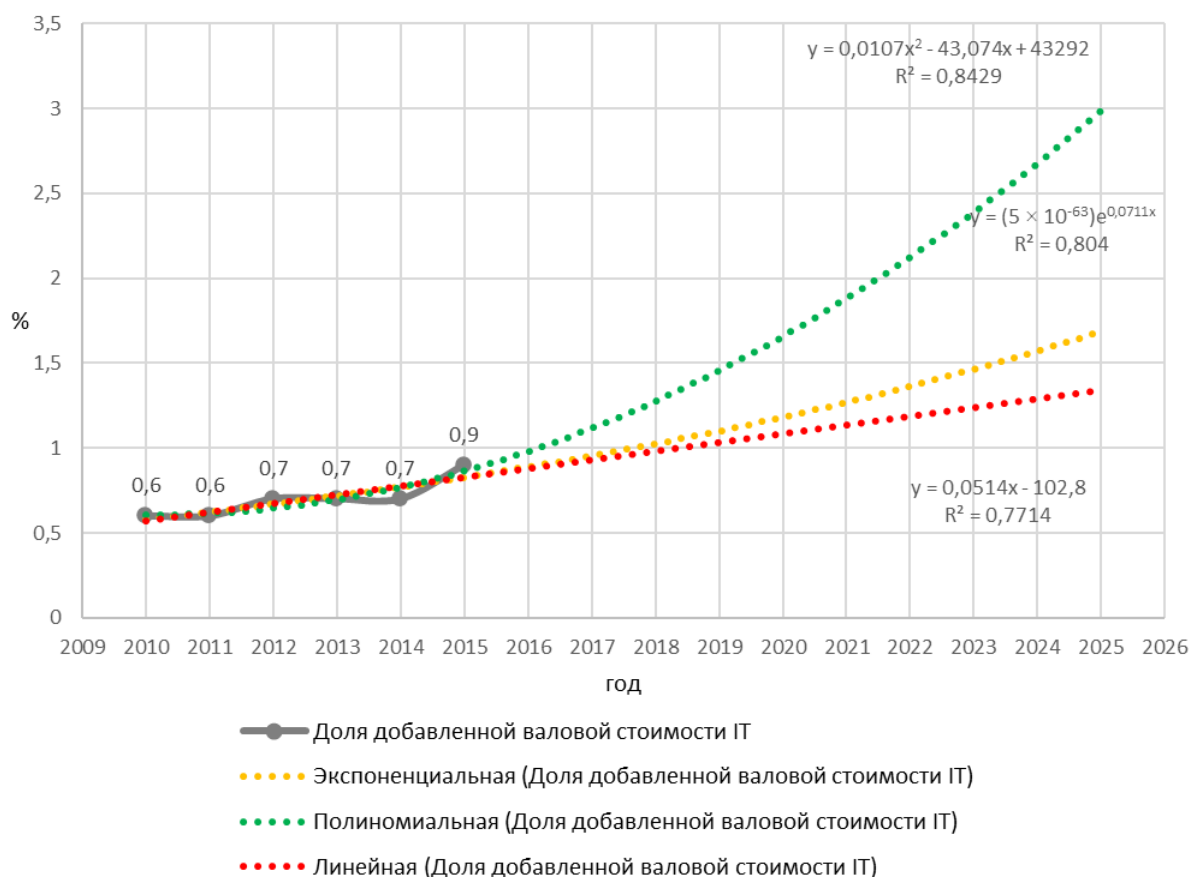


Рис. 7. Моделирование статистического прогноза развития доли сектора ИТ в экономике РФ
Fig. 7. Modeling a statistical forecast for the development of the share of the IT sector in the economy of the Russian Federation

Таблица 7
Table 7

Валовая добавленная стоимость ИТ, в % от ВВП
Gross value added of IT, % of GDP

1. Статистические данные									
2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.				
0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9				
2. Прогнозируемые значения									
2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (полиномиальная модель)									
1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2
1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0
0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,5	2,8
вероятный сценарий (экспоненциальная модель)									
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5
пессимистичный прогноз (линейная модель)									
1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3
0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2

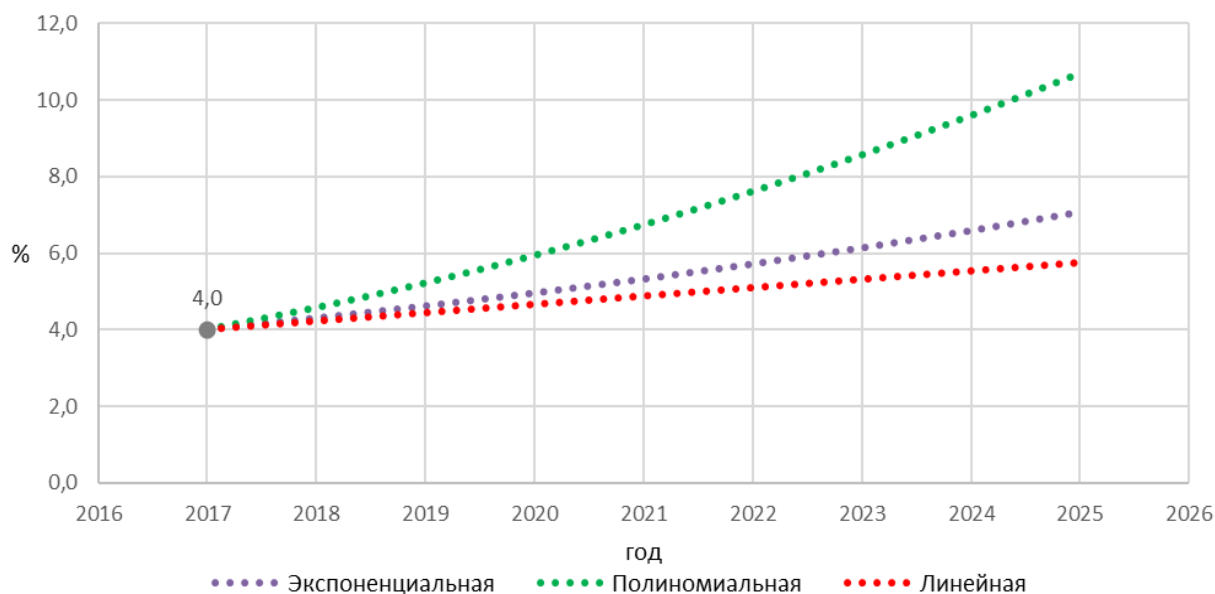


Рис. 8. Моделирование статистического прогноза развития доли сектора ИТ в экономике Пермского края

Fig. 8. Modeling a statistical forecast for the development of the share of the IT sector in the economy of the Perm region

$$X_i = \frac{4F_i}{F_{2017}}, \quad i = \overline{2018, 2025},$$

где i – прогнозируемый период времени;

4 – значение доли сектора ИТ в экономике Пермского края в 2017 г.;

F_{2017} – спрогнозированное значение доли сектора ИТ в экономике России на 2017 г.;

F_i – спрогнозированное значение доли сектора ИТ в экономике России на i -ый момент времени;

X_i – прогнозируемое значение доли сектора ИТ в экономике Пермского края на i -ый момент времени.

Таблица 8

Table 8

Доля сектора ИТ в экономике Пермского края, %
The share of the IT sector in the economy of the Perm region, %

1. Статистические данные							
2017 г.							
4,0							
2. Прогнозируемые значения							
2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
оптимистичный прогноз (полиномиальная модель)							
5,0	5,6	6,4	7,2	8,2	9,3	10,4	11,5
4,6	5,2	5,9	6,7	7,6	8,6	9,6	10,7
4,2	4,8	5,4	6,2	7,0	7,9	8,8	9,9
вероятный сценарий (экспоненциальная модель)							
4,7	5,1	5,5	5,8	6,3	6,7	7,2	7,8
4,3	4,6	5,0	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1
3,9	4,1	4,5	4,8	5,1	5,5	6,0	6,4
пессимистичный прогноз (линейная модель)							
4,7	4,9	5,2	5,5	5,7	5,9	6,1	6,5
4,2	4,4	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,8
3,7	3,9	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1

Заключение

1) Пессимистичный сценарий

Согласно ему, как по России в целом, так и по Пермскому краю будет по-прежнему наблюдаться рост значений основных индикаторов ИТ. Однако он будет незначителен. Исключение составляет лишь удельный вес ИТ-компаний – здесь ожидается определенное снижение, вызванное более высокими темпами роста числа компаний в других сферах экономической деятельности. При подобном сценарии темпы роста индикаторов развития отрасли в Пермском крае ниже среднероссийских значений, а сокращение удельного веса ИТ-компаний будет проходить более высокими темпами.

2) Вероятный сценарий

Демонстрирует наиболее реальные темпы изменений основных индикаторов развития ИТ-отрасли. Представленные в его рамках результаты в целом соответствуют среднемировым темпам развития ИТ-сектора. При этом темпы роста индикаторов в Пермском крае в большинстве совпадают со среднероссийскими значениями. Исключение в данном случае составляет индикатор, отражающий численность занятых: его рост в Пермском крае к 2025 г. прогнозируется на уровне 10 %, в то время как по РФ – в пределах 40 %.

3) Оптимистичный сценарий

Согласно ему, предусмотрены темпы роста основных индикаторов ИТ как по РФ, так и по Пермскому краю на уровне стран с развитой экономикой, находящихся на стадии активного становления «Цифровой экономики». При этом темпы роста индикаторов в Пермском крае выше среднероссийских значений. В результате его реализации к 2025 г. ожидается фактически двукратный рост доли сектора ИТ в экономике края. Кроме того, прогнозируется, что более половины компаний будут использовать информационно-аналитические системы управления. Вероятность такого развития событий низкая, однако существующие условия и потенциал при правильном его использовании могут обеспечить достижение значений данных индикаторов к 2025 г. с учетом предусмотренных погрешностей.

Подводя итог по проведенному прогнозированию, можно сделать вывод о том, что темпы роста показателей развития ИТ-сферы в Пермском крае выше среднероссийских значений, что определяет перспективность данного сектора экономики на территории исследуемого региона. В то же время наименьшие темпы роста среди всех индикаторов ожидаются по показателю «Численность работников организаций ИТ-отрасли». Причем значения данного прироста ниже среднероссийских темпов по всем трем сценариям.

Исходя из этого, можно предположить, что одним из наиболее перспективных направлений деятельности государственной власти и органов местного самоуправления должно стать стимулирование развития ИТ-сферы. Это позволит как отдельно взятым территориям, так и стране в целом отвечать на имеющиеся в науке и на рынке вызовы, связанные с всеобщей цифровизацией различных процессов и явлений, развитием индустрии интернета-вещей и интернет-технологий.

Представленный в работе математический аппарат и алгоритм его реализации могут быть использованы по аналогичной схеме в контексте других показателей социально-экономического характера. В данной работе был представлен лишь пример его применения. Ещё раз отметим, что его следует использовать на динамических рядах, имеющих длительный промежуток фиксации последующего наблюдения. Для экономических наблюдений – условно год; но может быть и меньше. В первую очередь это зависит от степени равномерности наблюдений, включенных в выборку. Дальнейшими исследованиями по этой тематике может быть поиск алгоритмов, определяющих колебания динамического ряда, сезонность изучаемых процессов и явлений.

Список литературы

1. Айвазян С.А. 2010. Методы эконометрики. М., Магистр: ИНФРА-М, 512.
2. Алферьев Д.А. 2015. Прогноз развития инновационной активности в России. Проблемы развития территории, 6 (80): 201–213.
3. Алферьев Д.А. 2018. Теоретико-методические аспекты долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития. Управление инвестициями и инновациями, 1: 5–16. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32582523> (дата обращения: апрель 2020).
4. Груздев А. 2016. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics и R. Метод деревьев решений. М., ДМК Пресс, 278.
5. Жерон О. 2018. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. СПб., ООО «Альфа-книга», 688.
6. Кремин А.Е. 2019. Проблемы использования ИТ-аутсорсинга для экономики России. Научный вестник южного института менеджмента, 3 (27): 5–13. <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2019-3-5-13>
7. Малинецкий Г.Г. Курдюмов С.П. 2001. Нелинейная динамика и проблемы прогноза. Вестник РАН, 3: 210–232.
8. Сердюкова О.А. 2019. Цифровая экономика Пермского края: состояние и перспективы развития. Экономика и бизнес: теория и практика, 8: 138–144. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-11130>
9. Сигель Э. 2017. Просчитать будущее. Кто кликнет, купит, соврет или умрет. М., Альпина Паблишер, 374.
10. Ушакова Ю.О., Усков В.С. 2019. Проблемы подготовки научно-технических кадров (на примере Вологодской области). Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки, 4 (3): 346–353. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2019-4-3-346-353>
11. Юдин Г. 2016. Репрезентативность в опросах. ПостНаука. <https://postnauka.ru/faq/58454> (дата обращения: апрель 2020).
12. Якушев Н.О. 2017. Особенности составляющей товарной структуры экспорта регионов. Дети и молодежь – будущее России: материалы IV Международной науч.-практ. конф., г. Вологда, 5–7 октября 2016 г.: в 2 частях. Вологда, ИСЭРТ РАН, Ч. I: 286–291.
13. Banko M., Brill E. 2001. Scaling to Very Very Large Corpora for Natural Language Disambiguation // Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Association for Computational Linguistics: 26–33. <https://doi.org/10.3115/1073012.1073017>
14. Maddox T. TechRepublic. Top tech trends for 2021: Gartner predicts hyperautomation, AI and more will dominate business technology. 2020, <https://www.techrepublic.com/article/top-tech-trends-for-2021-gartner-predicts-hyperautomation-ai-and-more-will-dominate-business-technology/> (дата обращения: ноябрь 2020).
15. Muller J.-M. 2016. Elementary Functions. Publisher: Birkhäuser Basel, 283. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7983-4>
16. Nielsen R.W. 2015. Mathematics of Predicting Growth. https://www.researchgate.net/publication/283153443_Mathematics_of_Predicting_Growth (дата обращения: апрель 2020).
17. Norvig P., Halevy A., Pereira F. The Unreasonable Effectiveness of Data. <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru/pubs/archive/35179.pdf> (дата обращения: апрель 2020).
18. Rahman M.H., Salma U., Hossain M.M. et al. 2016. Revenue Forecasting using Holt–Winters Exponential Smoothing. Research & Reviews: Journal of Statistics, 5 (3). https://www.researchgate.net/publication/311945797_Revenue_Forecasting_using_Holt-Winters_Exponential_Smoothing (дата обращения: апрель 2020).
19. Shankar Iyer L., R S. 2017. Demand management and forecasting of seasonal products in a FMEG Company. Conference: National Conference on Operations Management, Analytics and Statistical Methods, https://www.researchgate.net/publication/315186477_Demand_management_and_forecasting_of_seasonal_products_in_a_FMEG_Company (дата обращения: апрель 2020).
20. Shuvaev A., Butova O., Lebedev V. et al. 2019. Modeling and forecasting socio-economic processes in the region. Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences (IAJPS), 6. (4): 7082–7086. http://www.iajps.com/April-2019/issue_19april_16.php (дата обращения: апрель 2020).

21. Stryabkova E.A., Glotova A.S., Titova I.N. et al. 2018. Modeling and forecasting of socio-economic development of the region. *The Journal of Social Sciences Research*, 5: 404–410. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi5.404.410>

References

1. Ayvazyan S.A. 2010. *Methods of Econometrics*. M., Master: INFRA-M, 512. (in Russian).
2. Alfer'yev D.A. 2015. Forecast of the Development of Innovative Activity in Russia. *Problemy Razvitiya Territorii = Territory Development Problems*, 6 (80): 201–213. (in Russian).
3. Alfer'yev D.A. 2018. Theoretical and Methodological Aspects of Long-term Forecasting of Scientific and Technological Development. *Upravleniye Investitsiyami i Innovatsiyami = Investment and Innovation Management*, 1: 5–16. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32582523> (accessed April 2020). (in Russian).
4. Gruzdev A. 2016. *Predictive Modeling in IBM SPSS Statistics and R. Decision Tree Method*. M., DMK Press, 278. (In Russian).
5. Zheron O. 2018. *Applied Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems*. SpB., OOO «Alpha-book», 688. (in Russian).
6. Kremin A.E. 2019. Problems of Using IT-outsourcing for the Russian Economy. *Nauchnyy Vestnik Yuzhnogo Instituta Menedzhmenta = Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management*, 3 (27): 5–13. <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2019-3-5-13>
7. Malinetskiy G.G., Kurdyumov S.P. 2001. Nonlinear Dynamics and Forecasting Problems. *Vestnik RAN = Herald of the RAS*, 3: 210–232. (in Russian).
8. Serdyukova O.A. 2019. Digital Economy of the Perm Region: State and Development Prospects. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economics and business: theory and practice*, 8: 138–144. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-11130>
9. Sigel' E. 2017. *Calculate the Future. Who Clicks, Buys, Lies or Dies*. M., Alpina Publisher, 374. (in Russian).
10. Ushakova YU.O., Uskov V.S. 2019. Problems of Training Scientific and Technical Personnel (for Example, the Vologda Region). *Vestnik Kemerovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Politicheskiye, Sotsiologicheskiye i Ekonomicheskkiye Nauki = Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Political, Sociological, and Economic Sciences*, 3: 346–353. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2019-4-3-346-353>
11. Yudin G. 2016. Survey Representativeness. *PostNauka = PostScience*, Available at: <https://postnauka.ru/faq/58454> (accessed April 2020).
12. Yakushev N.O. 2017. Features of the Component Product Structure of Export Regions. *Deti i Molodezh' – Budushcheye Rossii: Materialy IV Mezhdunarodnoy Nauch.-prakt. konf., g. Vologda, 5–7 Oktyabrya, 2016: v 2 Chastyakh = Children and Youth - the Future of Russia: Materials of the IV International Scientific-practical. conf., Vologda, October 5–7, 2016: in 2 Parts. Vologda, ISERT RAN, part I: 286–291*.
13. Banko M., Brill E. 2001. Scaling to Very Very Large Corpora for Natural Language Disambiguation. *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Association for Computational Linguistics: 26–33*. <https://doi.org/10.3115/1073012.1073017>
14. Maddox T. TechRepublic. Top tech trends for 2021: Gartner predicts hyperautomation, AI and more will dominate business technology. 2020, <https://www.techrepublic.com/article/top-tech-trends-for-2021-gartner-predicts-hyperautomation-ai-and-more-will-dominate-business-technology/> (дата обращения: ноябрь 2020).
15. Muller J.-M. 2016. *Elementary Functions*. Publisher: Birkhäuser Basel, 283. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7983-4>
16. Nielsen R.W. 2015. *Mathematics of Predicting Growth*. https://www.researchgate.net/publication/283153443_Mathematics_of_Predicting_Growth (accessed April 2020).
17. Norvig P., Halevy A., Pereira F. The Unreasonable Effectiveness of Data. <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru/pubs/archive/35179.pdf> (accessed April 2020).
18. Rahman M.H., Salma U., Hossain M.M. et al. 2016. Revenue Forecasting using Holt–Winters Exponential Smoothing. *Research & Reviews: Journal of Statistics*, 5(3). https://www.researchgate.net/publication/311945797_Revenue_Forecasting_using_Holt-Winters_Exponential_Smoothing (accessed April 2020).



19. Shankar Iyer L., R S. 2017. Demand Management and Forecasting of Seasonal Products in a FMEG Company. Conference: National Conference on Operations Management, Analytics and Statistical Methods, https://www.researchgate.net/publication/315186477_Demand_management_and_forecasting_of_seasonal_products_in_a_FMEG_Company (accessed April 2020).
20. Shuvaev A., Butova O., Lebedev V. et al. 2019. Modeling and Forecasting Socio-economic Processes in the Region. Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences (IAJPS), 6(4): 7082–7086. http://www.iajps.com/April-2019/issue_19april_16.php (accessed April 2020).
21. Stryabkova E.A., Glotova A.S., Titova I.N. et al. 2018. Modeling and Forecasting of Socio-economic Development of the Region. The Journal of Social Sciences Research, 5: 404–410. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi5.404.410>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алферьев Дмитрий Александрович, ассистент Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли СПбПУ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), научный сотрудник лаборатории интеллектуальных и программно-информационных систем ВолНЦ РАН

Родионов Дмитрий Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, директор Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли СПбПУ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitry A. Alferev, Assistant of Graduate School of Industrial Economics of Institute of Industrial Management, Economics and Trade of SPbPU, Researcher of of Laboratory for Intellectual and Software-Information Systems VolRC RAS Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU) Vologda Research Center (VolRC RAS)

Dmitry G. Rodionov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of Graduate School of Industrial Economics of Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU)

УДК 332.05

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-747-758

Отраслевая структура раннего предпринимательства: данные 2019 года

Пиньковецкая Ю.С.

Ульяновский государственный университет,
Россия, 432000, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42
E-mail: judy54@yandex.ru

Аннотация

Целью исследования является оценка сложившегося уровня специализации ранних предпринимателей на основных видах деятельности по различным национальным экономикам. Источником информации для оценки отраслевой специализации начинающих предпринимателей являлись данные, приведенные в проекте Глобального мониторинга предпринимательства, по результатам опроса более чем 2000 ранних предпринимателей в каждой из 50 стран. В результате проведенного исследования установлены средние значения и диапазоны изменения показателей отраслевой специализации, установлены страны с высокими и низкими значениями показателей. Проведен сравнительный анализ значений показателей по России и зарубежным странам. Предложенные показатели и модели их расчета могут быть использованы при обосновании программ развития предпринимательства.

Ключевые слова: ранние предприниматели, виды экономической деятельности, функции распределения, отраслевая специализация, страны.

Для цитирования: Пиньковецкая Ю.С. 2020. Отраслевая структура раннего предпринимательства: данные 2019 года. Экономика. Информатика. 47 (4): 747–758. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-747-758.

Sectoral structure of early entrepreneurship: data 2019

Pinkovetskaia I.S.

Ulyanovsk State University, 42 L. Tolstogo St, Ulyanovsk, 432000, Russia
E-mail: judy54@yandex.ru

Abstract

The purpose of the study is to assess the current level of specialization of early entrepreneurs in the main types of activities on various national economies. In the course of the research, the following tasks were solved: determining the main sectors in which entrepreneurs create their business; forming an array of empirical data describing the specific weights of entrepreneurs specializing in the production of goods and services in the total number of early entrepreneurs by country; development of economic and mathematical models that characterize the two main sectors of specialization of early-stage entrepreneurs. The source of information for assessing the specialization of beginning entrepreneurs was the data provided in the Global entrepreneurship monitoring project, based on the results of a survey of more than 2,000 early entrepreneurs in each of the 50 countries. As a result of the study, the average values and ranges of changes in indicators of industry specialization were established, and countries with high and low values of indicators were identified. A comparative analysis of the values of indicators for Russia and foreign countries is carried out. The proposed indicators and their calculation models can be used to justify business development programs.

Keywords: early entrepreneurs, types of economic activities, distribution functions, sectoral specialization, countries.

For citation: Pinkovetskaia I.S. 2020. Sectoral structure of early entrepreneurship: data 2019. Economics. Information technologies. 47 (4): 747–758 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-747-758.

Введение

Структурные изменения в экономике непосредственно связаны с развитием современных стран. Особенно эти изменения заметны в возрастании роли предпринимательского сектора, как в развитых, так и в развивающихся странах. Создание предпринимателями новых фирм повышает эффективность экономики, усиливает рыночную конкуренцию, способствует экономическому росту, повышает уровень занятости и создает социальную стабильность [Acs et al., 2018; Janković, Golubović, 2019; Rotar et al., 2019]. В странах Европейского Союза доля предпринимательского сектора достигает 99,8 % от всех бизнесов, на него приходится почти 60 % производимой добавленной стоимости и почти 70 % общей численности людей, занятых в экономике [Kraemer-Eis et al., 2018]. В странах Азии по данным исследования [Asia SME, 2015] средние значения вклада предпринимателей в экономику также весьма значительны. На них приходилось 98 % всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, 38 % валового внутреннего продукта и 66 % национальной рабочей силы. В среднем доля предпринимательского сектора в экспорте по азиатским странам достигала 30 % от общего объема. Значимость предпринимателей наиболее существенна в развивающихся странах, в которых сравнительно мало крупных корпораций. Поэтому в этих странах предпринимательство обеспечивает социально-экономическое развитие, снижает уровень безработицы и сокращает количество бедных людей [Narteh, 2013]. Роль предпринимательского сектора возрастает в период экономических кризисов, поскольку такие предприятия, как показывает опыт [Simon-Moya et al., 2016] способны лучше адаптироваться к изменению рыночных условий.

Именно поэтому одной из наиболее важных целей, стоящих перед органами государственного управления почти всех стран, является разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих эффективную политику в области развития предпринимательского сектора. Учитывая, что в указанных научных исследованиях большое значение уделяется проблеме изучения отраслевых особенностей субъектов предпринимательства, представляется актуальным исследование этой проблемы, особенно по предпринимателям, находящимся на ранних стадиях своей деятельности.

Вопросы отраслевой структуры предпринимательского сектора экономики в последние годы нашли отражение в научных исследованиях, наибольший интерес из которых представляют следующие публикации. В статье [De Massis et al., 2018] определена важность исследований видов деятельности, в которых преобладают предприниматели и установлены отраслевые детерминанты, процессы и результаты их деятельности. В работе [Ericsson, Lof, 2019] на примере двадцати стран, богатых минеральными ресурсами, показан значительный вклад добычи ископаемых предпринимателями в экономическое развитие. Особенности деятельности профессиональных сервисных фирм рассмотрены в статье [Nordenflycht, 2010]. В ней отмечается высокий уровень использования знаний, необходимость высококвалифицированных работников, а также низкий уровень необходимых инвестиций в основной капитал таких фирм. Развитие здравоохранения с использованием современных технологических решений в деятельности фирм изучено в статье [Black, et al., 2011]. В работах [Asgary et al., 2020; Auken et al., 2008] рассматривается деятельность обрабатывающих предприятий, относящихся к малому и среднему бизнесу в Испании и Турции. В статье [Liao, 2020] рассматривается рост сектора личных и бытовых услуг. Анализируются особенности оказания этих услуг в Китае. Роль сельскохозяйственного производства в развивающихся странах рассматривается в работе [Christiaensen, Will, 2018]. Теоретические и практические аспекты оказания социальных услуг специализированными предприятиями рассматриваются в статье [Spatscheck, 2019]. Деятельность малых и средних предприятий в сфере оптовой и розничной торговли в Сербии анализируется в работе [Mijić et al., 2018]. Сделан вывод о значительной прибыльности этого вида деятельности. В статье [Mugwati et al., 2013] рассматриваются пути совершенствования отрасли финансовых услуг в развивающихся странах.

В исследовании [Study on the relation, 2014] на примере стран Европейского Союза показано, что современное предпринимательство специализируется на двух типах

деятельности (выпуск продукции и предоставление услуг). При этом, используя анализ эмпирических данных, сделан вывод о существенно более высокой динамике роста сектора услуг по сравнению с товарным производством. В статье [Eichengreen, Gupta, 2013] отмечено наличие двух волн роста сектора услуг. Первая волна состоит в основном из традиционных услуг, таких как торговля, транспорт, операции с недвижимостью. Вторая, более поздняя волна, включает современные услуги, а именно финансовые, коммуникационные, информационные, юридические, рекламные и деловые, которые основываются на современных цифровых технологиях. Взаимосвязь между высоким ростом объема оказываемых услуг в азиатских странах и значительным расширением сектора производства товаров длительного пользования, рассматривается в статье [Lee, McKibbin, 2018].

Эффективное регулирование развития предпринимательского сектора требует оценки его отраслевой структуры. Этой актуальной проблеме посвящена настоящая статья.

Методика исследования

Целью исследования является оценка сложившегося уровня специализации ранних предпринимателей на основных видах деятельности, характерных для современных национальных экономик.

Как было показано выше, в настоящее время в научных исследованиях рассматриваются различные виды экономической деятельности, характерные для ранних предпринимателей. Ранними предпринимателями (РП) являются взрослые люди (в возрасте от 18 до 64 лет), как участвующие в создании своего нового бизнеса, так и владеющие новым бизнесом менее 42 месяцев (3,5 года) [Global Entrepreneurship Monitor, 2020].

Проведенный анализ позволил установить, что для ранних предпринимателей в современных странах характерны одиннадцать основных видов деятельности, приведенных далее:

- сельскохозяйственное производство;
- добывающая промышленность;
- обрабатывающая промышленность;
- перевозка пассажиров и грузов;
- оптово-розничная торговля;
- информационно-коммуникационные услуги;
- финансовые услуги;
- профессиональные услуги;
- административные услуги;
- здравоохранение, образование, социальные услуги;
- личные и бытовые услуги.

В качестве исходной информации в процессе нашего исследования использовались данные, приведенные в проекте Глобального мониторинга предпринимательства (ГМП) [Global Entrepreneurship Monitor, 2020]. В указанном проекте представлены, в том числе значения показателей, характеризующих уровень специализации РП. В проекте ГМП (таблица 5) приведены значения удельных весов опрашиваемых ранних предпринимателей, в общем их количестве, по каждому из указанных выше видов деятельности. Необходимо отметить, что первые три вида деятельности относятся к сектору производства товаров, а остальные - к сектору оказания услуг или сервисному сектору, который в последние годы получил наиболее устойчивое развитие [Schettkat, 2007].

В проекте ГМП за 2019 год приведены данные по одиннадцати видам деятельности в каждой из рассматриваемых 50 стран. Географическое расположение этих стран следующее. Информация в проекте представлена по двадцати одной европейской стране, двум североамериканским странам, восьми латиноамериканским странам, четырнадцати азиатским странам, четырем африканским странам и Австралии. По уровню доходов населения эти страны подразделяются следующим образом: высокие доходы достигнуты в тридцати трех

странах, средние доходы отмечались в двенадцати странах, низкие доходы – в пяти странах. Отметим, что в процессе реализации проекта ГМП в каждой из стран проводился опрос не менее двух тысяч начинающих предпринимателей.

В процессе работы нами проверялась следующая гипотеза: значения показателей, характеризующих вовлеченность начинающих предпринимателей в каждый из видов деятельности, существенно отличались по рассматриваемым странам.

Для проверки указанной гипотезы, а также оценки странового распределения значений показателей разрабатывались экономико-математические модели, представляющие собой функции плотности нормального распределения. Такой методический подход основывается на выполненном ранее автором исследовании [Pinkovetskaia, Slepova, 2018].

Также в процессе работы было осуществлено сравнение значений показателей по России и средних значений по зарубежным странам.

Результаты исследования

В процессе вычислительного эксперимента нами были разработаны экономико-математические модели (функции плотности нормального распределения), описывающие закономерности странового распределения одиннадцати показателей, характеризующих специализацию ранних предпринимателей. Эти функции (Y), описывающие распределение значений (x , %) долей количества ранних предпринимателей в общей численности взрослых людей по каждому из видов деятельности по всем рассматриваемым странам, приведены ниже:

- сельскохозяйственное производство

$$y_1(x_1) = \frac{154,05}{3,85 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_1 - 4,80)^2}{2 \times 3,85 \times 3,85}}; \quad (1)$$

- добывающая промышленность

$$y_2(x_2) = \frac{104,13}{2,98 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_2 - 5,60)^2}{2 \times 2,98 \times 2,98}}; \quad (2)$$

- обрабатывающая промышленность

$$y_3(x_3) = \frac{138,83}{3,63 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_3 - 8,94)^2}{2 \times 3,63 \times 3,63}}; \quad (3)$$

- перевозка пассажиров и грузов

$$y_4(x_4) = \frac{65,33}{1,52 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_4 - 3,36)^2}{2 \times 1,52 \times 1,52}}; \quad (4)$$

- оптово-розничная торговля

$$y_5(x_5) = \frac{455,06}{14,37 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_5 - 39,34)^2}{2 \times 14,37 \times 14,37}}; \quad (5)$$

- информационно-коммуникационные услуги

$$y_6(x_6) = \frac{76,38}{2,98 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_6-4,39)^2}{2 \times 2,98 \times 2,98}}; \quad (6)$$

- финансовые услуги

$$y_7(x_7) = \frac{67,89}{2,44 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_7-3,51)^2}{2 \times 2,44 \times 2,44}}; \quad (7)$$

- профессиональные услуги

$$y_8(x_8) = \frac{156,67}{4,43 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_8-7,59)^2}{2 \times 4,43 \times 4,43}}; \quad (8)$$

- административные услуги

$$y_9(x_9) = \frac{76,38}{2,14 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_9-4,02)^2}{2 \times 2,14 \times 2,14}}; \quad (9)$$

- здравоохранение, образование, социальные услуги

$$y_{10}(x_{10}) = \frac{201,43}{5,61 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_{10}-14,34)^2}{2 \times 5,61 \times 5,61}}; \quad (10)$$

- личные и бытовые услуги

$$y_{11}(x_{11}) = \frac{52,88}{1,58 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_{11}-2,60)^2}{2 \times 1,58 \times 1,58}}. \quad (11)$$

Для анализа функций (1)–(11) использовались критерии Колмогорова-Смирнова, Пирсона и Шапиро-Вилка, позволяющие определить качество аппроксимации эмпирических данных. При этом сравнивались значения расчетных статистик с табличными значениями. Анализ показал высокое качество каждой из одиннадцати функций.

Обсуждение результатов

Как указывалось ранее, разработанные функции позволяют установить сложившиеся в национальных экономиках значения долей, которые описывают количество ранних предпринимателей в общей численности взрослых людей по видам деятельности (отраслям). Они приведены в таблице 1: средние значения – в столбце 2, а диапазоны изменения значений показателей по большинству стран – в столбце 3.

Анализ данных, приведенный в столбце 2 таблицы 1, показывает, что наибольший интерес среди ранних предпринимателей в рассматриваемых странах имеет такой вид деятельности, как оптовая и розничная торговля. То есть почти 40 % ранних предпринимателей создают собственный торговый бизнес. Почти каждый шестой ранний предприниматель организует фирму, связанную со здравоохранением, образованием, государственными или социальными услугами. Каждый одиннадцатый ранний

предприниматель проявляет интерес к созданию предприятий в сфере обрабатывающей промышленности. Около 7,6 % новых фирм оказывают профессиональные услуги.

Таблица 1

Table 1

Показатели, описывающие долю РП во взрослом населении, %
Indicators, characterize level of early entrepreneurs on adult people, %

Отрасли	Средняя величина РП	Диапазон изменения показателей РП в большинстве экономик
1	2	3
Сельскохозяйственное производство	4,80	0,95-8,65
Добывающая промышленность	5,60	2,62-8,58
Обрабатывающая промышленность	8,94	5,31-12,57
Перевозка пассажиров и грузов	3,36	1,84-4,88
Оптово-розничная торговля	39,34	24,97-53,71
Информационно-коммуникационные услуги	4,39	1,41-7,37
Финансовые услуги	3,51	1,07-5,95
Профессиональные услуги	7,59	3,16-12,02
Административные услуги	4,02	1,88-6,16
Здравоохранение, образование, социальные услуги	14,34	8,73-19,95
Личные и бытовые услуги	2,60	1,02-4,18

Источник: таблица составлена на основе функций (1)–(11).

Наименьший интерес у начинающих предпринимателей вызывают такие виды деятельности, как личные и бытовые услуги, пассажирский и грузовой транспорт, а также финансовые услуги. В каждом из этих видов экономической деятельности пробуют свои силы в среднем менее 4 % ранних предпринимателей.

Как уже указывалось, предпринимательская деятельность распространена в двух секторах, а именно производстве товаров и оказании услуг. К сектору производства товаров относятся предприятия сельскохозяйственного производства, добывающей и обрабатывающей промышленности. Исходя из данных, приведенных в таблице, удельный вес предпринимателей, специализирующихся в этих видах деятельности, в общем количестве ранних предпринимателей составляет 19,34 %. Соответственно к сфере услуг (сервисному сектору) относятся восемь остальных видов деятельности, на них приходится 79,15 % от всех начинающих предпринимателей. Отметим, что на виды деятельности, не вошедшие в перечень одиннадцати основных, приходится всего 1,51 % ранних предпринимателей.

На следующем этапе выявлялись страны, в которых отмечались максимальные и минимальные значения показателей. При этом к максимальным относятся значения, превышающие верхние границы диапазонов, указанных в столбце 3 таблицы 1, а минимальные – меньшие, чем нижние границы указанных диапазонов. Итоги этого анализа приведены в таблице 2. Наряду с перечнями стран в этой таблице представлено также подразделение выявленных стран по их географическому положению и уровню доходов населения.

Анализ данных, приведенных в таблице 2, позволил сделать определенные выводы о наличии связи высоких и низких значений рассматриваемых показателей специализации РП с уровнем доходов населения их стран, а также географического расположения стран. Так для РП, специализирующихся на сельскохозяйственном производстве, значения, меньшие нижней границы диапазона (столбец 3 таблицы 1), характерны для стран с высокими и средними доходами населения. Ранние предприниматели в сфере обрабатывающей промышленности не получили значительного распространения в странах с высокими доходами населения. Доля РП, специализированных на торговой деятельности, существенно меньшая, чем нижняя граница диапазона, имела место в европейских странах с высокими доходами населения. Высокий

уровень интереса ранних предпринимателей к работе в сферах финансовых и профессиональных услуг, а также в добывающей промышленности отмечался в 2019 году в ряде стран с высокими доходами населения. В странах с высокими и средними доходами населения ранние предприниматели большое внимание уделяли таким перспективным видам деятельности, как административные, информационно-коммуникационные, социальные, личные и бытовые услуги, а также здравоохранению и образованию.

Таблица 2

Table 2

Страны с высокими и низкими значениями РП
Countries with high and low early entrepreneurs

Отрасли	Высокие значения РП	Низкие значения РП
1	2	3
Сельско-хозяйственное производство	Италия, Хорватия, Пакистан, Мадагаскар, Мексика, Армения. Расположены в Европе (две страны), Азии (две страны), Африке (одна страна). Доходы населения: высокие (две страны), средние (две страны), низкие (две страны).	ОАЭ, Великобритания, Израиль, Нидерланды, Тайвань, Бразилия, Катар, Колумбия, Саудовская Аравия. Расположены в Европе (две страны), Азии (пять стран), Латинская Америка (две страны). Доходы населения: высокие (семь стран), средние (две страны).
Добывающая промышленность	Норвегия, Великобритания, Словакия, Словения, Панама, Польша, Австралия. Расположены в Европе (пять стран), Латинской Америке (одна страна), Австралии. Доходы населения высокие во всех странах.	Пакистан, Швейцария, Китай, Катар, Гватемала, Эквадор, Марокко, Армения, Германия. Расположены в Европе (две страны), Азии (четыре страны), Африке (одна страна), Латинская Америка (две страны). Доходы населения: высокие (три страны), средние (четыре страны), низкие (две страны).
Обрабатывающая промышленность	Южная Корея, Пакистан, Словения, Российская Федерация, Латвия, Нидерланды, Мексика, Египет. Расположены в Европе (три страны), Азии (две страны). Доходы населения: высокие (три страны), средние (одна страна), низкие (одна страна).	Норвегия, Швейцария, Ирландия, Италия, Люксембург, Словакия, Япония, Катар, Саудовская Аравия. Расположены в Европе (шесть стран), Азии (три страны). Доходы населения высокие во всех странах.
Перевозка пассажиров и грузов	Эквадор, Норвегия, Бразилия, Кипр, Латвия, Чили, Панама, Мадагаскар, Япония, Белоруссия. Расположены в Европе (четыре страны), Латинской Америке (четыре страны), Азии (одна страна), Африке (одна страна). Доходы населения: высокие (шесть стран), средние (три страны), низкие (одна страна).	Великобритания, Армения, Саудовская Аравия, Германия, Люксембург, Египет, Гватемала, Катар. Расположены в Европе (три страны), Азии (три страны), Африке (одна страна), Латинская Америка (одна страна). Доходы населения: высокие (пять стран), средние (две страны), низкие (одна страна).
Оптовая-розничная торговля	Колумбия, Египет, Саудовская Аравия, Иордания, Нидерланды, Индия, Эквадор, Гватемала, Марокко. Расположены в Европе (одна страна), Азии (три страны), Африке (две страны), Латинская Америка (три страны). Доходы населения: высокие (три страны), средние (три страны), низкие (три страны).	Словения, Норвегия, Великобритания, Германия, Словакия, Люксембург, Северная Македония, Швейцария, Латвия. Все страны расположены в Европе. Доходы населения: высокие (восемь стран), средние (одна страна).

Окончание табл. 2

1	2	3
Информационно-коммуникационные услуги	Ирландия, Швейцария, Израиль, Германия, Норвегия, Люксембург, Иран, Швеция. Расположены в Европе (шесть стран), Азии (две страны). Доходы населения: высокие (семь стран), средние (одна страна).	Нидерланды, Индия, Марокко, Иордания, Пуэрто-Рико, Оман, Мексика, Саудовская Аравия. Расположены в Европе (одна страна), Азии (четыре страны), Африке (одна страна), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: высокие (четыре страны), средние (две страны), низкие (две страны).
Финансовые услуги	Норвегия, Катар, Словакия, США, Люксембург. Расположены в Европе (три страны), Азии (одна страна), Северной Америке (одна страна). Доходы населения высокие во всех этих странах.	Индия, Саудовская Аравия, Бразилия, Марокко, Российская Федерация, Белоруссия, Армения, Пуэрто-Рико. Расположены в Европе (две страны), Азии (три страны), Африке (одна страна), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: высокие (две страны), средние (четыре страны), низкие (две страны).
Профессиональные услуги	Швеция, Португалия, Ирландия, Швейцария, Люксембург, Словения, Испания, Великобритания. Все эти страны расположены в Европе. Во всех странах отмечаются высокие доходы населения.	Нидерланды, Индия, ЮАР, Иордания, Египет, Китай, Армения, Гватемала, Панама. Расположены в Европе (одна страна), Азии (четыре страны), Африке (две страны), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: высокие (две страны), средние (пять стран), низкие (две страны).
Административные услуги	Пуэрто-Рико, Великобритания, Норвегия, Португалия, Чили, ОАЭ, Катар, Хорватия, Северная Македония. Расположены в Европе (пять стран), Азии (две страны), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: высокие (восемь стран), средние (одна страна).	Египет, Эквадор, Гватемала, Индия, Марокко, Иордания. Расположены в Азии (две страны), Африке (две страны), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: средние (три страны), низкие (три страны).
Здравоохранение, образование, социальные услуги	Китай, Ирландия, Российская Федерация, Оман, Белоруссия, Польша, Великобритания. Расположены в Европе (пять стран), Азии (две страны). Доходы населения: высокие (четыре страны), средние (три страны).	Египет, Мексика, Гватемала, Эквадор, Мадагаскар, Южная Корея, Марокко. Расположены в Азии (одна страна), Африке (три страны), Латинской Америке (три страны). Доходы населения: высокие (три страны), средние (три страны), низкие (три страны).
Личные и бытовые услуги	Португалия, Бразилия, Кипр, Ирландия, Белоруссия, Швейцария, Северная Македония, Словения, Канада, Германия. Расположены в Европе (восемь стран), Северной и Латинской Америке (по одной стране). Доходы населения: высокие (семь стран), средние (три страны).	Мексика, Индия, Катар, Российская Федерация, Гватемала, Люксембург. Расположены в Европе (две страны), Азии (две страны), Латинской Америке (две страны). Доходы населения: высокие (две страны), средние (три страны), низкие (одна страна).

Источник: таблица составлена на основе функций (1)–(11).

Приведенные в столбце 3 таблицы 1 данные, а также информация о регионах, для которых характерны высокие и низкие значения (приведенные в таблице 2), позволяют сделать вывод, что выдвинутая ранее гипотеза нашла свое подтверждение.

Представляет интерес изучение данных, характеризующих значения рассматриваемых показателей в России:

- сельскохозяйственное производство – 3,0 %;
- добывающая промышленность – 6,1 %;
- обрабатывающая промышленность – 14,9 %;
- перевозка пассажиров и грузов – 3,8 %;
- оптово-розничная торговля – 41,9 %;
- информационно-коммуникационные услуги – 2,4 %;
- финансовые услуги – 0,6 %;
- профессиональные услуги – 3,6 %;
- административные услуги – 2,7 %;
- здравоохранение, образование, социальные услуги – 20,3 %;
- личные и бытовые услуги – 0,6 %.

Сравнение этих данных со средними значениями показателей по зарубежным странам позволяет сделать следующие выводы. По таким видам деятельности, как торговля, добывающая промышленность и перевозка пассажиров и грузов значения показателей в России и зарубежных странах схожие. Имеет место существенное отставание интереса ранних предпринимателей в России, по сравнению с зарубежными странами в таких отраслях, как финансовые, личные и бытовые услуги. Большие значения показателей доли РП во взрослом населении отмечались в обрабатывающей промышленности, а также здравоохранении, образовании, социальных услугах.

На следующем этапе исследования был проведен сравнительный анализ средних значений рассматриваемых показателей в 2019 году и 2018 году по данным совокупности различных стран. При этом соответствующие значения за 2018 год были приняты на основе исследования автора, представленного в статье [Пиньковецкая, 2019]. Этот анализ представлен в таблице 3.

Таблица 3
Table 3

Сравнительный анализ показателей, описывающих долю РП во взрослом населении в 2019 и 2018 годах, %
Comparative analysis of indicators, characterize level of early entrepreneurs on adult people in 2019 and 2018, %

Отрасли	Средняя величина РП в 2019 году	Средняя величина РП в 2018 году	Отклонение
1	2	3	4
Сельскохозяйственное производство	4,80	4,28	0,52
Добывающая промышленность	5,60	5,29	0,31
Обрабатывающая промышленность	8,94	8,06	0,88
Перевозка пассажиров и грузов	3,36	3,22	0,14
Оптово-розничная торговля	39,34	43,45	-4,11
Информационно-коммуникационные услуги	4,39	4,17	0,22
Административные, профессиональные, финансовые услуги	15,12	13,72	1,4
Здравоохранение, образование, социальные услуги	14,34	14,53	-0,19
Личные и бытовые услуги	2,60	2,51	0,09

Источник: таблица составлена автором.

Сравнение данных, приведенных в таблице 3, показывает, что отраслевая структура раннего предпринимательства за период с 2018 по 2019 год не претерпела существенных изменений. Доля РП по отдельным видам деятельности изменилась за год не более чем на 11 %. Наибольший рост доли ранних предпринимателей отмечался в таких видах деятельности, как сельское хозяйство, обрабатывающая промышленность, административные, профессиональные и финансовые услуги. Сократилась доля РП в оптово-розничной торговле.

Заключение

Выводы исследования, содержащие научную новизну и оригинальность, заключаются в следующем:

- предложено использовать для оценки значений показателей, характеризующих вовлеченность ранних предпринимателей в разные виды экономической деятельности, экономико-математические модели;
- оценены средние значения и диапазоны изменения показателей, описывающих одиннадцать вариантов специализации ранних предпринимателей;
- доказано, что ранние предприниматели наибольший интерес проявляют к оптовой и розничной торговле;
- показано, что специализация ранних предпринимателей в России по большинству видов деятельности отличается от специализации в зарубежных странах, за исключением таких отраслей, как торговля, добывающая промышленность и перевозка пассажиров и грузов;
- определены страны, для которых характерны высокие и низкие значения рассматриваемых показателей специализации ранних предпринимателей;
- доказано, что значения каждого из показателей существенно варьируются по 50 рассматриваемым странам;
- показано наличие зависимостей между значениями ряда показателей и доходами населения в разных экономиках, а также географического положения стран;
- показано отсутствие существенных изменений в отраслевой структуре раннего предпринимательства за период с 2018 по 2019 годы.

Полученные результаты исследования имеют определенное теоретическое и прикладное значение. Предложенные показатели и модели их расчета могут быть использованы при обосновании программ развития предпринимательства правительством, региональными и муниципальными органами власти. Итоги расчетов представляют интерес для начинающих предпринимателей. Новые знания о предпринимательской специализации могут использоваться в деятельности образовательных учреждений.

Список литературы

1. Пиньковецкая Ю.С. 2019. Отраслевая специализация ранних предпринимателей в разных странах. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: экономика и экономический менеджмент, 1: 61–67.
2. Acs Z.J., Estrin S., Mickiewicz T.M., Szerb L. 2018. Entrepreneurship, institutional economics, and economic growth: an ecosystem perspective. *Small Business Economics*, 51: 501–514.
3. Asgary A., Ozdemir A.I., Ozyurek H. 2020. Small and Medium Enterprises and Global Risks: Evidence from Manufacturing SMEs in Turkey. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11: 59–73.
4. Asia SME Finance Monitor 2014. 2015. Asian Development Bank. Manila, 304.
5. Black A.D., Car J., Pagliari C., Anandan C., Cresswell K. 2011. The Impact of eHealth on the Quality and Safety of Health Care: A Systematic Overview. *PLoS Med*, 8 (1): 1–16.
6. Christiaensen L., Will M. 2018. Agriculture, structural transformation and poverty reduction: Eight new insights. *World Development*, 109: 413–416.
7. De Massis A., Kotlar J., Wright M., Kellermanns F.W. 2018. Sector-Based Entrepreneurial Capabilities and the Promise of Sector Studies in Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 42 (1): 3–23.
8. Eichengreen B., Gupta P. 2013. The two waves of service sector growth. *Oxford Economic Papers*, 65 (1): 96–123.

9. Ericsson M., Lof O. 2019. Mining's contribution to national economies between 1996 and 2016. *Mineral Economics*, 32: 223–250.
10. Global Entrepreneurship Monitor 2019-2020. 2020. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). London: London Business School, 232.
11. Janković G., Golubović M. 2019. Open innovation in small and medium-sized enterprises. *Business*, 65 (3): 89–101.
12. Kraemer-Eis H., Botsari A., Lang F., Torfs W., Gvetadze S. 2018. European Small Business Finance Outlook. EIF Working Paper 2018/53. EIF Research & Market Analysis. December, 134.
13. Lee J.-W., McKibbin W.J. 2018. Service sector productivity and economic growth in Asia. *Economic Modelling*, 74 (2): 47–63.
14. Liao J. 2020. The rise of the service sector in China. *China Economic Review*, 59: 1–22.
15. Mijić K., Nuševa D., Jakšić D. 2018. The determinants of SMEs profitability in the wholesale and retail sector in Serbia. *TEME*, XLII (1): 97–111.
16. Mugwati M.Z., Nkala D., Mukanganiki C. 2013. The composition and regulation of the financial services sector in Zimbabwe. *Asian Economic and Financial Review*, 3 (4): 483–489.
17. Narteh B. 2013. SME bank selection and patronage behaviour in the Ghanaian banking industry. *Management Research Review*, 36 (11): 1061–1080.
18. Nordenflycht A. 2010. What is a Professional Service Firm? Towards a Theory and Taxonomy of Knowledge Intensive Firms. *Academy of Management Review*, 35 (1): 155–174.
19. Pinkovetskaia I., Slepova V. 2018. Estimation of Fixed Capital Investment in SMEs: the Existing Differentiation in the Russian Federation. *Business Systems Research*, 9 (1): 65–78.
20. Rotar L.J., Pamir R.K., Bojnec S. 2019. Contributions of small and medium enterprises to employment in the European Union countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32 (1): 3302–3314.
21. Schettkat R. 2007. The astonishing regularity of service employment expansion. *Metroeconomica*, 58 (3): 413–435.
22. Simon-Moya V., Revuelto-Taboada L., Ribeiro-Soriano D. 2016. Influence of economic crisis on new SME survival: reality or fiction? *Entrepreneurship and Regional Development*, 28 (1-2): 157–176.
23. Spatscheck C. 2019. Spatial approaches to social work – theoretical foundations and implications for practice and research. *European Journal of Social Work*. 22 (5): 845–859.
24. Study on the relation between industry and services in terms of productivity and value creation. 2014. Study for the Directorate-General for Enterprise and Industry. Vienna, European Competitiveness and Sustainable Industrial Policy Consortium, ECSIP, 118.
25. Van Auken H., Madrid-Guijarro A., García-Pérez-de-Lema D. 2008. Innovation and performance in Spanish manufacturing SMEs. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 8 (1): 36–56.

References

1. Pinkovetskaia I.S. 2019. Sectoral specialization of early stage entrepreneurs in various countries. *Scientific journal NIU ITMO. Series: Economics and economic management*, 1, pp. 61–67.
2. Acs Z.J., Estrin S., Mickiewicz T.M., Szerb L. 2018. Entrepreneurship, institutional economics, and economic growth: an ecosystem perspective. *Small Business Economics*, 51, pp. 501–514.
3. Asgary A., Ozdemir A.I., Ozyurek H. 2020. Small and Medium Enterprises and Global Risks: Evidence from Manufacturing SMEs in Turkey. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11, pp. 59–73.
4. Asia SME Finance Monitor 2014. 2015. Asian Development Bank. Manila, 304.
5. Black A.D., Car J., Pagliari C., Anandan C., Cresswell K. 2011. The Impact of eHealth on the Quality and Safety of Health Care: A Systematic Overview. *PLoS Med*, 8 (1), pp. 1–16.
6. Christiaensen L., Will M. 2018. Agriculture, structural transformation and poverty reduction: Eight new insights. *World Development*, 109, pp. 413–416.
7. De Massis A., Kotlar J., Wright M., Kellermanns F.W. 2018. Sector-Based Entrepreneurial Capabilities and the Promise of Sector Studies in Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 42 (1), pp. 3–23.
8. Eichengreen B., Gupta P. 2013. The two waves of service sector growth. *Oxford Economic Papers*, 65 (1), pp. 96–123.



9. Ericsson M., Lof O. 2019. Mining's contribution to national economies between 1996 and 2016. *Mineral Economics*, 32, pp. 223–250.
10. Global Entrepreneurship Monitor 2019-2020. 2020. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). London: London Business School, 232.
11. Janković G., Golubović M. 2019. Open innovation in small and medium-sized enterprises. *Business*, 65 (3), pp. 89–101.
12. Kraemer-Eis H., Botsari A., Lang F., Torfs W., Gvetadze S. 2018. European Small Business Finance Outlook. EIF Working Paper 2018/53. EIF Research & Market Analysis. December, 134.
13. Lee J.-W., McKibbin W.J. 2018. Service sector productivity and economic growth in Asia. *Economic Modelling*, 74 (2), pp. 47–63.
14. Liao J. 2020. The rise of the service sector in China. *China Economic Review*, 59, pp. 1–22.
15. Mijić K., Nuševa D., Jakšić D. 2018. The determinants of SMEs profitability in the wholesale and retail sector in Serbia. *TEME*, XLII (1), pp. 97–111.
16. Mugwati M.Z., Nkala D., Mukanganiki C. 2013. The composition and regulation of the financial services sector in Zimbabwe. *Asian Economic and Financial Review*, 3 (4), pp. 483–489.
17. Narteh B. 2013. SME bank selection and patronage behaviour in the Ghanaian banking industry. *Management Research Review*, 36 (11), pp. 1061–1080.
18. Nordenflycht A. 2010. What is a Professional Service Firm? Towards a Theory and Taxonomy of Knowledge Intensive Firms. *Academy of Management Review*, 35 (1), pp. 155–174.
19. Pinkovetskaia I., Slepova V. 2018. Estimation of Fixed Capital Investment in SMEs: the Existing Differentiation in the Russian Federation. *Business Systems Research*, 9 (1), pp. 65–78.
20. Rotar L.J., Pamir R.K., Bojnec S. 2019. Contributions of small and medium enterprises to employment in the European Union countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32 (1), pp. 3302–3314.
21. Schettkat R. 2007. The astonishing regularity of service employment expansion. *Metroeconomica*, 58 (3), pp. 413–435.
22. Simon-Moya V., Revuelto-Taboada L., Ribeiro-Soriano D. 2016. Influence of economic crisis on new SME survival: reality or fiction? *Entrepreneurship and Regional Development*, 28 (1-2), pp. 157–176.
23. Spatscheck C. 2019. Spatial approaches to social work – theoretical foundations and implications for practice and research. *European Journal of Social Work*, 22 (5), pp. 845–859.
24. Study on the relation between industry and services in terms of productivity and value creation. 2014. Study for the Directorate-General for Enterprise and Industry. Vienna, European Competitiveness and Sustainable Industrial Policy Consortium, ECSIP, 118.
25. Van Auken H., Madrid-Guijarro A., García-Pérez-de-Lema D. 2008. Innovation and performance in Spanish manufacturing SMEs. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 8 (1), pp. 36–56.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Пиньковецкая Юлия Семеновна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета, Ульяновск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Iuliia S. Pinkovetskaia, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic analysis and state management Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

УДК 338.45
DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-759-770

Оценка отраслевых конкурентных позиций (на примере ООО Завод «Краски КВИЛ»)

Скруг В.С.

Государственная дума Федерального собрания Российской Федерации седьмого созыва
Россия, 103265, Москва, ул. Охотный Ряд, 1
E-mail: vskrug@duma.gov.ru

Аннотация

В статье представлены результаты оценки конкурентных позиций отрасли на примере компании лакокрасочной отрасли. Проанализировано влияние внешних и внутренних факторов на конкурентный потенциал компании. Анализ и оценка движущих сил в отрасли были выполнены на модели «5 конкурентных сил» Майкла Портера. Дана систематизация характеристик управления компанией в конкурентной среде. В рамках исследования определены такие проблемные стороны регионального холдинга в современной конкурентной среде, как отсутствие эффективного стратегического развития, ориентированного на узкий сегмент; не в полном объеме проводится эффективная работа отдела продаж; прослеживается низкий уровень рентабельности продаж; низкая доля рынка. Среди положительных сторон отмечены эффективная политика диверсификации, широкий и глубокий диапазон ассортимента выпускаемой продукции; использование современных технологий в производстве; построение эффективной системы мотивации; тенденция роста рентабельности производственной деятельности. На основе оценки конкурентных позиций Завода «Краски КВИЛ» разработаны рекомендации по повышению его конкурентоспособности.

Ключевые слова: конкурентоспособность, модель М. Портера, конкурентная среда, конкурентная позиция, внутренняя и внешняя среда, стратегическое управление, конкурентные преимущества, делегирование полномочий.

Для цитирования: Скруг В.С. 2020. Оценка отраслевых конкурентных позиций (на примере ООО Завод «Краски КВИЛ»). Экономика. Информатика. 47 (4): 759–770. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-759-770.

Assessment of industry competitive positions (on the example of “KVIL Paints” Factory LLC)

Skrug V.S.

The State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation of the seventh convocation
1 Okhotny Ryad str., Moscow, 103265, Russia
E-mail: vskrug@duma.gov.ru

Abstract

The article presents the results of evaluating the competitive position of the industry on the example of a company in the paint industry. The influence of external and internal factors on the company's competitive potential is analyzed. Analysis and evaluation of the driving forces in the industry were performed using the "5 competitive forces" model by Michael Porter. Given the systematization of the characteristics of company management in a competitive environment. The study identifies such problematic aspects of a regional holding in the modern competitive environment as the lack of effective strategic development focused on a narrow segment; the effective work of the sales department is not fully carried out; there is a low level of profitability of sales; a low market share. Among the positive aspects, there is an effective policy of diversification, a wide and deep range of products; the use of modern technologies in production; building an effective motivation system; the tendency to increase the profitability of production activities. Based on the assessment of the competitive position of the “KVIL Paints” Factory LLC, recommendations were developed to improve its competitiveness.

Keywords: competitiveness, M. Porter's model, competitive environment, competitive positions, internal and external environment, strategic management, competitive advantages, delegation of authority.



For citation: Skrug V.S. 2020. Assessment of industry competitive positions (on the example of “KVIL Paints” Factory LLC). Economics. Information technologies. 47 (4): 759–770 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-759-770.

Введение

Конкуренция – одно из основных понятий экономики. Ученые трактуют данный термин по-разному: и как совокупность мероприятий, которые направлены предприятиями для повышения экономической эффективности; и как часть рыночного механизма.

Первым подходом в исследовании данной терминологии выступают работы российских исследователей, посвященных данной тематике. Конкуренция как соперничество за относительно лучшие условия существования на рынке и, следовательно, за выживание, является постоянной, поскольку такие условия не могут быть достигнуты одновременно для всех игроков или не могут быть предоставлены многим участникам рынка [Скруг, 2018].

Следующий подход в определении конкуренции был признан представителями классической школы экономики. Представители данной школы считают конкуренцию фундаментом рыночного механизма в уравнивании конъюнктуры рынка. Следует отметить, что главное ее предназначение было представлено в XVIII веке. Английский мыслитель, автор классической теории о природе и причинах богатства народов А. Смит [Смит, 2017] представил принцип конкуренции в рыночных условиях метафорой «невидимая рука». По его мнению, именно «невидимая рука» осуществляет управление функционированием крупных производителей товаров и услуг, учитывая потребности потребителей [Виханский, 2015].

Австрийский экономист Й. Шумпетер является представителем третьего подхода в определении конкуренции. Он считал следующее: чтобы остаться «на плаву» в рыночной среде необходимо своевременно внедрять инновационные разработки, способствующие реализации товаров, работ, услуг. Следует подчеркнуть, что рыночная среда порой настороженно принимает инновационные решения. В случае, если инновационная разработка закрепились на рынке, элементы механизма конкуренции вытеснят организации, которые используют устаревшие технологии [Шумпетер, 2008].

Представитель неолиберальной школы Ф. Хайека считал конкуренцию «процессом открытия» [Хайек, 2008]. Конкуренция, по словам Хайека, позволяет идентифицировать и обобщать разрозненную информацию, получаемую от многих участников рынка, и стимулирует поиск новой экономически значимой информации.

Федеральный закон [Федеральный закон от 26 июля 2006 г. N 135-ФЗ «О защите конкуренции»] дает следующее определение конкуренции: это «соперничество между экономическими хозяйствующими субъектами, при котором независимые действия каждого из них исключают или ограничивают возможность каждого из них в одностороннем порядке влиять на общие условия обращения товаров на соответствующем рынке посредством бренда».

Оценка конкурентных позиций для последующего эффективного управления отраслью имеет большое значение, о чем свидетельствует интерес к этому числу многих зарубежных [Портер, 2011], [Фляйшер, Бенсуссан, 2005], [Хамел, Прахалад, 2014] и отечественных [Абаева, Старостина, 2015], [Игнатова, 2013, 2017] авторов.

Огромный вклад в исследование конкуренции, конкурентного преимущества внес американский экономист М. Портер. Его исследования сводятся к тому, что конкурентное преимущество предприятия, независимо от вида рынка, находится в зависимости от факторов, которые установлены в данной стране.

М. Портер отметил следующее: учитывая все факторы производства, рабочую силу, возможность использования природных ресурсов, способности в управлении компанией – ни один из всех факторов не предоставляет правильного ответа на вопрос, что именно зависит от успеха или неудачи предприятия в рыночной конкурентной среде. Также американский

профессор предполагает следующую гипотезу: в рыночной среде существуют пять движущих сил, определяющих потенциальный финансовый результат на рынке. Все силы данной гипотезы выступают разными уровнями конкурентоспособности продукта:

- сила власти потребителей на рынке;
- сила власти поставщиков на рынке;
- сила угрозы появления новых участников на рынке;
- сила угрозы появления аналогов, а также товаров со схожими характеристиками;
- сила уровня или условия конкурентной борьбы, а также внутриотраслевая (внутрииндустриальная) конкуренция [Портер, 2011].

М. Портер считал данные элементы рынка движущими силами рыночной конкуренции, что непосредственно повлияло на обозначение такой модели под названием «Пять сил Портера». Модель пяти сил Портера показана на рисунке 1.



Рис. 1. Пять сил Портера (составлено автором на основе [Портер, 2011])

Fig. 1. Porter's Five forces (compiled by the author on the basis of [Porter, 2011])

При этом применимость методики анализа конкуренции требует некоторых аспектов:

- участники рыночной конъюнктуры не связаны между собой, не взаимодействуют между собой и не сговариваются между собой;
- стоимость продукта определяется готовыми решениями и стратегиями (тем самым создавая определенные препятствия, которые должна преодолеть компания);
- неустойчивость в рыночной среде достаточно низка, что предоставляет участникам рынка разрабатывать ответные действия на попытки деструктивного воздействия со стороны конкурентов.

Методы и материалы исследования

В качестве базы данных для исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики, а также данные, указанные в открытых источниках об обществе с ограниченной ответственностью Завод «Краски КВИЛ». При этом исследование было проведено на основе сбора и обобщения (метод синтеза), а также систематизации (системный метод) и сравнительного анализа (комплексные и сравнительные аналитические методы) материалов, полученных из официальных и других источников информации, включая нормативные правовые акты, а также официальные комментарии к ним (формально-правовой метод), анализ практики Завода «Краски КВИЛ» и его конкурентов.

Результаты и обсуждение

Совокупность элементов управления способности компании имеет вектор воздействия на ряд процессов, которые создают уникальные особенности продукта (услуги) компании и развивают конкурентоспособность предприятия в целях повышения экономической эффективности в сложных рыночных условиях. Из этого следует следующее: в современных экономических условиях необходимо в структуре управления конкурентоспособностью проводить совершенствование применяемых подходов, методов и условий.

На сегодняшний день предприятие любой формы собственности функционирует в динамичной рыночной среде. Осуществление действий компании возможно в том случае, когда совокупность факторов внешней рыночной среды позволяет ее применять.

Совокупность факторов внешней среды оказывает значимое влияние на функционирование любой компании. Считаем, что конкурентная среда выступает базовым источником в создании положительной динамики функционирования предприятия.

Проводить оценку рыночной ситуации в среде конкурентов – важный этап в развитии новой компании. Официальная оценка конкурентной среды производственных предприятий, ведущих свою деятельность на территории Российской Федерации, показывает положительные тенденции. По оценкам Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, в 2018 году почти треть респондентов отметили улучшение конкурентной среды (таблица 1). Согласно методологии Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, доля респондентов измеряется в процентах согласно выборочному опросу деловой активности организации. В этом случае проводятся расчеты для крупных и средних предприятий, а также для каждого вида экономической деятельности в частности. Эти расчеты выполняются путем определения процентного отношения количества компаний, которые зафиксировали такое соотношение, к числу компаний, представивших отчет.

Таблица 1

Table 1

Состояние конкурентной среды в РФ за период 2006–2018 гг.

The state of the competitive environment in the Russian Federation for the period 2006–2018

Год	Доли респондентов, указавших наличие исследуемого признака за отчетный период, %				
	уровень ненадлежащей рекламы снизился	уровень нарушения общепринятых правил и норм конкуренции снизился	антиконкурентных действий органов государственной власти и местного самоуправления стало меньше	состояние конкурентной ситуации улучшилось	доступность естественных монополий имеет тенденцию роста
1	2	3	4	5	6
2006	17	14	6	19	19
2007	17	12	5	20	20
2008	18	13	6	16	16
2009	18	13	5	13	13
2010	17	13	3	17	17
2011	19	12	3	17	17
2012	18	11	3	18	18
2013	24	16	6	22	6
2014	21	13	5	19	5

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
2015	27	14	5	18	5
2016	23	16	6	22	5
2017	26	19	7	26	6
2018	29	19	8	27	6

Источник: Составлено автором по материалам Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/concurrent/concurrent.htm.

Каждая организация работает во внутренней и внешней маркетинговой среде. В то же время источником развития такой организации является внутренняя среда, которая напрямую связана с самой организацией и является основой ее развития. С одной стороны, эта среда имеет потенциал для функционирования и развития компании. С другой стороны, совокупность внутренних факторов предприятия может выступать риском и даже привести к банкротству этого предприятия в том случае, если оно не создаст условия стабильного функционирования.

Внешняя среда является источником ресурсов для компании, что позволяет поддерживать ее внутренний потенциал на требуемом уровне в зависимости от конкретной среды [Скруг, 2018]. Однако вышеуказанные ресурсы ограничены, поскольку такие ресурсы также необходимы иным организациям, работающим в той же маркетинговой среде. Именно поэтому существует постоянный риск потери необходимых ресурсов организации. Исходя из вышеизложенного, основная задача руководства состоит в том, чтобы обеспечить такое взаимодействие организации с окружающей средой, которая позволила бы такой организации поддерживать потенциал на уровне, необходимом для достижения ее целей, а также обеспечить устойчивое развитие такой организации и долгосрочное выживание на рынке.

Для решения указанной проблемы следует детально изучать совокупность активных субъектов и сил, которые влияют на возможности руководства компании в создании рыночных отношений с покупателями; глубокое понимание перспективных направлений развития организации.

Исследование факторов внешней среды позволяет провести оценку возможностей и угроз, которые предприятию следует учитывать при формировании стратегии. Отметим, что исследование факторов внутренней среды – необходимый этап выявления сильных и слабых сторон предприятия [Гарнов, 2019].

В качестве объекта исследования выступает промышленный холдинг Завод «Краски КВИЛ»»: основной вид деятельности компании состоит в производстве лакокрасочных материалов.

Завод «Краски КВИЛ» был основан в 1993 году. Специализируется на производстве красок и лаков. Основные направления деятельности компании:

- производство декоративных красок и лаков для потребительского рынка;
- производство лакокрасочных материалов для промышленного комплекса;
- системы покраски лакокрасочных материалов промышленного и декоративного назначения.

В современных рыночных условиях холдинг осуществляет производство более 100 видов лакокрасочных материалов, предназначенных для окраски фасадов зданий и сооружений, окраски интерьеров, крыш, разного вида полов, разметки дорог, а также для пассивной защиты деревянных и металлических материалов, изделий и поверхностей.

Промышленные материалы, производимые компанией, используются для окраски комбайнов, тракторов, узловых узлов и деталей грузовых автомобилей, военной техники, городского и автомобильного транспорта.

Завод «Краски КВИЛ» имеет патент на изобретение красок и лаков с биоцидными свойствами и производит антибактериальные краски, модифицированные наночастицами серебра. Их рекомендуют для окраски интерьеров учреждений здравоохранения, детских садов, школ, предприятий общественного питания, спортивно-оздоровительных центров и других мест, предполагающих массовое посещение людей.

Продукция завода продается в оптовых и розничных сетях России, ЕАЭС, Украины, Грузии и стран Балтии.

Завод «Краски КВИЛ» – один из крупнейших игроков на российском рынке лакокрасочных материалов и один из лидеров в части обеспечения импортозамещения химической отрасли. После завершения модернизации 2016 года, мощности Завода «Краски КВИЛ» позволяют производить до 20 тысяч тонн водоэмульсионных и водно-дисперсионных красок в год.

Производственные корпуса Завода «Краски КВИЛ» по праву считаются одними из самых автоматизированных в стране. Здесь внедрена система планирования и контроля технологических процессов. Данная система определяет спрос на сырье, формирует отчеты о сроках доставки, а также автоматически регламентирует и регулирует его хранение.

Новый уровень развития автоматизации производства позволяет значительно повысить его эффективность. Однако из-за уровня цифровизации промышленного производства, в том числе в части производства лакокрасочных материалов, Россия отстает от стран-лидеров [Рубин, 2010].

Таким образом, наличие высокоавтоматизированного производства создает для Завода «Краски КВИЛ» долгосрочное конкурентное преимущество.

Чтобы сформулировать рекомендации и определить, каким образом должна работать организация для обеспечения непрерывного и устойчивого развития, а также для обеспечения дальнейшего эффективного управления, необходимо постоянно проводить обобщенный анализ конкурентной среды [Скруг, 2018].

В целях определения дальнейших перспективных направлений в обеспечении эффективного функционирования следует непрерывно проводить конкурентный порядок в рамках законодательно закрепленных норм и правил хозяйствования.

Для решения указанной цели можно использовать модель анализа конкурентных сил М. Портера. Применение данного метода дает возможность провести оценку конкурентной среды и исследуемой отрасли, исследовать применяемую стратегию развития компании и разработать перечень рекомендаций по ее улучшению.

За счет разделения объекта на составные части в целях дальнейшего его исследования, была составлена содержательная сводная таблица, которая представляет общую картину отрасли и дает представление о стратегии [Скруг, 2018], применяемой на исследуемом предприятии (табл. 2).

Сегмент рынка лакокрасочных материалов, на который ориентирован Завод «Краски КВИЛ», имеет большое количество участников, которые отличаются производственными мощностями и ассортиментом. Однако более половины производимой продукции принадлежит 12 промышленным гигантам.

По данным Федеральной службы статистики Российской Федерации, коэффициент концентрации производства, рассчитываемый как доля в производстве определенного количества компаний, ранжированных по объему, в целом на рынке лакокрасочных материалов не такой уж и высокий. В производстве лакокрасочных материалов на полимерной основе 25 компаний производят лишь 83 % от общего объема производства такой продукции. При этом концентрация некоторых видов продукции довольно высока. Наибольшая концентрация наблюдается в производстве лаков и грунтовок на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде, где 10 компаний производят почти 100 % от общего объема производства этих продуктов. (табл. 3).

Таблица 2
Table 2

Содержание модели пяти сил М. Портера для регионального холдинга
Contents of the Five forces model of M. Porter for regional holding

Наименование содержательного элемента	Норма	Характеристика	Рекомендации
Возможность внедрения конкурентами аналогичных товаров (схожих)	Средняя	Аналогичные товары конкурентов занимают определенную часть рынка	Внедрение мер ценовой конкуренции, разработка, производство и поставка новых продуктов на рынок
Возможность выхода на рынок новых участников	Средняя	Риск входа новых игроков на рынок средний, несмотря на высокие входные барьеры и высокий уровень первоначальных инвестиций	Проведение рекламных кампаний, внедрение определенных маркетинговых решений, а также иных программ по увеличению длительности контакта потребителя с компанией.
Вероятность недобросовестного поведения поставщиков	Низкая	В период работы с поставщиками нарушения не выявлены.	Проведение переговоров о снижении цен, снижение срока доставки, а также повышение качества поставляемого товара.
Угрозы внутриотраслевой конкуренции	Высокая	Рынок холдинга является высококонкурентным	Проводить грамотный мониторинг конкурентов, вести постоянную работу в части развития уникальности собственных продуктов, повышать воспринимаемую покупателем ценность собственного товара (в том числе посредством рекламной кампании), проводить повышение уровня знаний о товарах и услугах конкурентов.
Вероятность потери текущей клиентской базы	Средняя	В случае вероятности потери важных клиентов произойдет значительное падение продаж. При этом существуют другие предложения на рынке.	Провести стратегию диверсификации. Подготовить проекты для VIP - клиентов. Разработать эконом-программы для потребителей, чувствительных к цене.

Источник: Составлено автором на основе [Котлер, Армстронг, Сондерс, Вонг, 2014]

Таблица 3
Table 3

Коэффициенты концентрации производства по видам производимой продукции
Завода «Краски КВИЛ» в 2018 г.

Concentration ratios of production by types of products of “KVIL Paints” Factory LLC in 2018

Виды производимой продукции	По 3 предприятиям	По 10 предприятиям	По 25 предприятиям
1	2	3	4
Материалы лакокрасочные на основе полимеров	0,26	0,51	0,83
Материалы лакокрасочные на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде	0,37	0,76	0,97

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Лаки на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде	0,80	0,99	1,00
Краски на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде	0,52	0,89	1,00
Грунтовки на основе акриловых или виниловых полимеров в водной среде	0,61	0,97	1,00
Материалы лакокрасочные на основе сложных полиэфиров, акриловых или виниловых полимеров в неводной среде; растворы	0,25	0,63	0,92
Лаки на основе сложных полиэфиров, акриловых или виниловых полимеров в неводной среде	0,62	0,90	1,00
Краски на основе сложных полиэфиров, акриловых или виниловых полимеров в неводной среде	0,39	0,86	1,00
Грунтовки на основе сложных полиэфиров, акриловых или виниловых полимеров в неводной среде	0,62	0,96	100

Источник: Составлено автором по материалам Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. URL: <https://fedstat.ru/indicator/58999>.

На сегодняшний день на рынке наблюдается сильная диверсификация. В декоративно-строительных красках представлена продукция массового производства, в промышленных – все материалы обычно эксклюзивны и разрабатываются в соответствии с требованиями потребителей, под технологии их нанесения.

Спрос на лакокрасочные материалы постоянно растет. В то же время подавляющее большинство сегодняшних потребителей не имеют четкого представления о различиях отечественных или зарубежных производителей лакокрасочных материалов, что свидетельствует об огромном потенциале российских производителей.

По мере роста спроса растет и производство красок и лаков. По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, в 2019 году производство по всей России увеличилось до 1502,8 тыс. тонн, на 13 % по сравнению с 2018 годом и на 9 % по сравнению с 2017 годом.

Несмотря на высокие барьеры для входа и высокий уровень начальных инвестиций, существует определенный риск выхода новых игроков на рынок лакокрасочных материалов.

Поставщики не имеют большого влияния на Завод «Краски КВИЛ».

Анализ показал, что существует большая опасность потерять существующих клиентов. Следовательно, необходимо разработать стратегию удержания клиентов. Предлагается сегментировать клиентскую базу и разработать специальную программу удержания для каждого сегмента. Например, клиентам, которые хотят покупать товары по низким ценам, могут быть предложены экономические программы, предлагающие специальные товары по низким ценам или со скидками.

Поскольку рынок лакокрасочных материалов является высококонкурентным, Завод «Краски КВИЛ» должен принять ряд мер для сохранения лидирующих позиций. Такие меры включают в себя: мониторинг предложения конкурентов, создание продуктов с уникальными характеристиками, повышение осведомленности клиентов и сравнительный анализ.

Чтобы минимизировать риски со стороны более дешевых товаров-заменителей, необходимо развивать производство новых продуктов, применять механизм ценовой конкуренции для потребителей, а когда на рынке все-таки появляются товары-заменители, которые могут обеспечить такое же качество по аналогичным или более низким ценам,

необходимо увеличить объем вложения денежных средств в улучшение маркетинговой или рекламной кампании для дополнительного продвижения товаров, работ и услуг.

В условиях ценовой конкуренции и желания создать полезность для потребителя мы не должны забывать о качестве создаваемого продукта [Гарнов, Киреева, 2017].

При выборе стратегии также важно учитывать сильные региональные различия в спросе и предложении.

Завод «Краски КВИЛ» расположен в Центральном федеральном округе. Здесь расположены основные производственные мощности по выпуску лакокрасочных материалов, которые составляют почти половину (по данным Федеральной службы статистики Российской Федерации, 48 % в 2019 году) производства по всей России. Спрос на эту продукцию также сконцентрирован в Центральном федеральном округе. При этом около 18 % российских лакокрасочных материалов производится в Северо-Западном федеральном округе, 16 % – в Южном федеральном округе и 10% – в Приволжском федеральном округе. В Северо-Кавказском федеральном округе и Дальневосточном федеральном округе производство лакокрасочных материалов минимально.

Поэтому главная задача менеджера состоит в определении основных факторов внешней среды, которые оказывают наибольшее влияние на организацию.

Дж. Белл по данному отметил тот факт, что внешняя среда организации состоит из внешних элементов, таких как потребители, конкуренты, государственные (муниципальные) учреждения, поставщики, финансовые учреждения, а также резервы рабочей силы, связанные с ее деятельностью [Мескон, Альберт, Хедоури, 2012].

В то же время стратегическое планирование является важным требованием для достижения конкурентного преимущества [Котлер, Армстронг, Сондерс, Вонг, 2014].

Одной из основных проблем в управлении на Заводе «Краски КВИЛ» является делегирование полномочий. При этом делегирование относится к разделению задач и передаче полномочий сотруднику, который взял на себя ответственность за их выполнение [Рубин, 2010].

Делегирование полномочий решает более сложные задачи, чтобы обеспечить развитие организации, повысить эффективность и мотивацию сотрудников, повысить доверие к коллективу и минимизировать риски, связанные с выходом на пенсию отдельных сотрудников.

Ещё одной проблемой является высокая норма управляемости, т. е. допустимое число исполнителей, подчиненных одному руководителю. По решению менеджера высшего звена каждый сотрудник может отчитываться о проделанной работе непосредственно ему, тем самым нарушив существующую цепь инстанций или отказавшись от формирования новой цепи инстанций. На Заводе «Краски КВИЛ» принято именно такое управление, что приводит к ряду проблем.

Во-первых, из-за необходимости контролировать большое количество подчиненных, генеральный директор тратит значительное количество времени на небольшие задачи локального характера, ему не хватает времени на стратегическое планирование, эффективный контроль действий, мотивацию, развитие организации и т. д.

Во-вторых, высокая управляемость приводит к тому, что руководитель не может эффективно контролировать работу каждого подчиненного, что может привести к выходу ситуации из-под контроля.

Различные теоретики управления (К. Дэвис, Л. Урвик и др.) считают, что уровень управления должен быть выше 7–8 [Мескон, Альберт, Хедоури, 2012]. При этом такие факторы, как уровень управления, характер задач, личные характеристики подчиненных и лидерские качества играют ключевую роль в определении того, сколько людей менеджер может эффективно контролировать.

Тем не менее на Заводе «Краски КВИЛЛ» генеральный директор пытается самостоятельно контролировать все отделы и решение многих внутренних задач отделов берет

на себя. Например, многие конструкторские разработки на предприятии осуществляются непосредственно им. При этом на такие задачи тратится большая часть рабочего времени генерального директора, которому в конечном счете не хватает времени и ресурсов для дальнейшего стратегического планирования.

По мнению У. Ньюмана [Newman, 1967], есть много причин, по которым менеджеры не могут делегировать полномочия: утверждение «Я сделаю это лучше», отсутствие навыков управления другими людьми, недоверие к подчиненным, нежелание идти на риск, отсутствие избирательного контроля предупреждений о возможных трудностях. Многие из этих препятствий проистекают из характеристик человеческой психики, таких как поиск безопасности, избегание рискованных ситуаций, уверенность в себе и т. д.

Чтобы создать систему эффективного делегирования полномочий, руководитель должен создать механизмы контроля и коммуникации, а также избегать громкой, особенно прилюдной, критики подчиненных и вводить положительные стимулы.

Следует также отметить, что для достижения устойчивого конкурентного преимущества менеджеры должны формировать и грамотно использовать ключевые бизнес-компетенции [Игнатова, 2013].

Более того, одним из наиболее важных факторов эффективного делегирования полномочий на сегодняшний день является принцип уважения. Данный принцип подразумевает, что руководство должно обеспечить сотрудника достаточными полномочиями для выполнения всех поставленных задач, за которые подчиненный в данный момент несет ответственность. Суть в том, что если руководитель поставил задачу по увеличению продаж фургонов, сотрудник, которому поручено выполнить данное распоряжение, должен иметь право проводить рекламную кампанию, а также проводить мероприятия в части мотивации своих подчиненных.

Анализ также показал, что соответствующая система стимулирования не увеличивает ответственность. Следовательно, сотрудники менее мотивированы на хорошую работу, если думают, что дают организации больше, чем получают. Как следствие, отсутствие положительных стимулов для расширения сферы ответственности часто блокирует попытки разделить зону компетенции. При этом мотивация может принимать различные формы: премия, повышение по карьерной лестнице, всеобщая похвала, особый статус, лучшие условия труда. Суть в том, что подчиненный видит четкую связь между распространением ответственности и удовлетворением личных потребностей [Игнатова, 2017].

В рамках проведенного исследования отметим следующие проблемные стороны регионального холдинга в современной конкурентной среде:

- отсутствие эффективного стратегического развития, ориентированного на узкий сегмент;
- не в полном объеме проводится эффективная работа отдела продаж; прослеживается низкий уровень рентабельности продаж;
- низкая доля рынка.

Также следует отметить положительные стороны в развитии регионального холдинга «Краски КВИЛ»:

- эффективная политика диверсификации, широкий и глубокий диапазон ассортимента выпускаемой продукции;
- использование современных технологий в производстве;
- построение эффективной системы мотивации;
- тенденция роста рентабельности производственной деятельности.

Дополнением выступают следующие положительные моменты в деятельности регионального холдинга в конкурентной среде:

- стаж производственной деятельности;
- разветвленная торговая сеть;
- эффективное планирование, управление и контроль над запасами;

- высокий уровень качества продукции;
- высококвалифицированный персонал;
- наличие документации и сертификатов.

Проведенное исследование показало необходимость разработки комплекса программных мероприятий по повышению эффективности управления регионального холдинга по таким направлениям, как:

- повышение соотношения полученных экономических результатов экономической эффективности завода;
- разработка меры по увеличению доли собственных средств, в том числе оборотных;
- доработка стратегии развития с учетом вектора ресурсной ориентации;
- совершенствование направления по социальному развитию.

Завод «Краски КВИЛ» уже предпринимает шаги по повышению экономической эффективности компании. В январе 2019 г. компания стала участником Национального проекта «Повышение производительности труда».

Грамотно спланированная и правильно реализуемая программа повышения эффективности управления холдинга «Краски КВИЛ» должна повысить экономическую эффективность исследуемого завода, повысить потенциал его конкурентоспособности, создать условия для улучшения рыночных позиций и инвестиционной привлекательности. Программа повышения эффективности регионального холдинга в конкурентной среде – главный способ перехода предприятия на более высокий старт в технико-экономическом уровне производства.

Список литературы

1. Абаева Н.П., Старостина Т.Г. 2015. Конкурентоспособность организации. Ульяновск: УлГТУ, 108.
2. Виханский О.С. 2015. Стратегическое управление. М.: Экономистъ, 450.
3. Гарнов А.П. 2019. Роль инноваций в экономическом развитии России. Москва: РУСАЙНС, 112.
4. Гарнов А.П., Киреева Н.С. 2017. Финансовые, материальные и информационные потоки: точка взаимодействия в логистике. РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 2: 48–51.
5. Игнатова Л.Н. 2017. Возможности ресурсного подхода в управлении конкурентными преимуществами предприятия. РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 2: 232–234.
6. Игнатова Л.Н. 2013. О сущности и принципах реализации ресурсной концепции стратегического управления. Менеджмент и бизнес-администрирование, 1: 122–127.
7. Котлер Филип, Армстронг Гари, Сондерс Джон, Вонг Вероника. 2014. Основы маркетинга: М.: СПб., К.: Издат. Дом «Вильямс», 1043.
8. Мескон, Майкл Х., Альберт, Майкл, Хедоури, Франклин 2012. Основы менеджмента, М.: «И.Д. Вильямс», 672.
9. Портер М. 2011. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Паблишер, 708.
10. Рубин Ю.Б. 2010. Теория и практика предпринимательской конкуренции. М.: Маркет ДС, 604.
11. Скруг В.С. 2018. Трансформация промышленности в цифровой экономике: проблемы и перспективы. Креативная экономика, 7: 943–952.
12. Смит А. 2017. Исследование о природе и причинах богатства народов. М.: Эксмо, 1056.
13. Федеральный закон от 26 июля 2006 г. N 135-ФЗ «О защите конкуренции» (с изменениями и дополнениями), <http://base.garant.ru/12148517/#ixzz5o5uLAWuv> (дата обращения: август 2020)
14. Фляйшер К., Бенсуссан Б. 2005. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 541.
15. Хайек Ф. 2008. Цены и производство. Челябинск.: Социум, 216.
16. Хамел Г., Прахалад К. 2014. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня. М.: Олимп-Бизнес, 288.
17. Шумпетер Йозеф. 2008. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: Эксмо, 864.



18. Newman, William H. 1967. Management of human resources: concepts for developing nations. Reading, Mass. Addison-Wesley: 165–170.

References

1. Abaeva N.P. Starostina T. G. 2015. Competitiveness of an organization. Ulyanovsk: UISTU, 108.
2. Vikhansky O.S. 2015. Strategic Management: M.: Economist, 450.
3. Garnov A.P. 2019. The role of innovation in the economic development of Russia. Moscow: RUSAINS, 112.
4. Garnov A.P. Kireeva N.S. 2017. Financial, material and information flows: the point of interaction in logistics. RISK: Resources, Information, Procurement, Competition, 2: 48–51.
5. Ignatova L.N. 2017. Opportunities for the resource approach in managing the competitive advantages of an enterprise. RISK: Resources, Information, Procurement, Competition, 2: 232–234.
6. Ignatova L.N. 2013. On the essence and principles of implementation of the resource concept of strategic management. Management and business administration, 1: 122–127.
7. Kotler Philip, Armstrong Gary, Saunders John, Wong Veronica. 2014. Basics of marketing. M.: SPb., K.: Publ. Williams House, 1043.
8. Meskon, Michael H., Albert, Michael, Hedouri, Franklin. 2012. Basics of Management. M.: "I.D. Williams, 672.
9. Porter M. 2011. Competitive strategy: Methodology for analyzing markets and competitors. M.: Alpina Publisher, 708.
10. Rubin Yu.B. 2010. Theory and practice of entrepreneurial competition. Moscow: Market DS, 604.
11. Skrug V.S. 2018. Transformation of the industry in the digital economy: problems and prospects. Creative Economy, 7: 943–952.
12. Smith A. 2017. Study on the nature and causes of the wealth of nations. Moscow: Eksmo, 1056.
13. Federal Law of July 26, 2006 N 135-ФЗ "On Protection of Competition" (with amendments and additions). <http://base.garant.ru/12148517/#ixzz5o5uLAWuv> (accessed August 2020).
14. Fleischer K., Bensussan B. 2005. Strategic and competitive analysis. Methods and means of competitive analysis in business. M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 541.
15. Hayek F. 2008. Prices and production. Chelyabinsk.: Socium, 216.
16. Hamel G., Prahalad K. 2014. Competing for the future. Creating markets of tomorrow. M.: Olimp-Business, 288.
17. Schumpeter Joseph. Theory of Economic Development. Capitalism, socialism and democracy. Moscow: Eksmo, 864.
18. Newman, William H. 1967. Management of human resources: concepts for developing nations. Reading, Mass.: Addison-Wesley: 165–170.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Скруг Валерий Степанович, кандидат экономических наук, член комитета по бюджету и налогам, депутат Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации седьмого созыва, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Valery S. Skrug, Candidate of Economic Sciences, Member of the Committee on budget and taxes, Deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation of the seventh convocation, Moscow, Russia

УДК 338.45.01

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-771-782

Трансформация рыночной среды промышленных предприятий как результат проявления эффектов импортозамещения

Старикова М.С., Дубровина Т.А.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46
E-mail: s_ms@bk.ru, t.kos92@mail.ru

Аннотация

В статье представлены результаты реализации политики импортозамещения в Российской Федерации. Проанализированы дефиниции, где отразилась суть понятия импортозамещения, а также предложен авторский подход к определению импортозамещения и выделены ключевые концепции импортозамещения. В результате анализа товарной структуры импорта Российской Федерации сделан вывод о наибольшей эффективности мер политики импортозамещения в продовольственном секторе, что подтверждается данными о приросте внутреннего производства в большинстве его подотраслей. На основе оценки кейса мясной промышленности, как демонстрирующей наибольший вклад в эффект импортозамещения в продовольственном секторе, выделены тенденции изменения структуры спроса, насыщения рынка и укрупнения бизнеса, что препятствует формированию национальной экономики предпринимательского типа, движимой малым бизнесом, в том числе в промышленности.

Ключевые слова: политика импортозамещения, эффекты импортозамещения, современная рыночная среда, маркетинг импортозамещения.

Благодарности: статья подготовлена по НИР в рамках мероприятий Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова до 2021 года «Маркетинг управления конкурентоспособностью предприятий в условиях цифровой экономики» № А-27/20 от 15 января 2020 года.

Для цитирования: Старикова М.С., Дубровина Т.А. 2020. Трансформация рыночной среды промышленных предприятий как результат проявления эффектов импортозамещения. Экономика. Информатика. 47 (4): 771–782. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-771-782.

Transformation of the market environment of industrial enterprises as a result of import substitution effects

Starikova M.S., Dubrovina T.A.

BSTU after V.G. Shukhov., 46 Kostyukova St, Belgorod, 308012, Russia
E-mail: s_ms@bk.ru, t.kos92@mail.ru

Abstract

The article presents the results of the implementation of the import substitution policy in the Russian Federation. As a result of the analysis of definitions, the authors formulated the essence of the concept of import substitution and the author's approach to the definition of import substitution, highlighting the key concepts of import substitution. The analysis of the commodity structure of imports of the Russian Federation showed the greatest efficiency of import substitution policy measures in the food sector, which is confirmed by data on the growth of domestic production in most of its subsectors. The article assesses the case of the meat industry as demonstrating the greatest contribution to the effect of import substitution in the food sector. The tendencies of changes in the structure of demand, market saturation and business consolidation are highlighted, which prevents the formation of a national entrepreneurial economy driven by small businesses, including in industry.

Keywords: import substitution policy, import substitution effect, modern market environment, marketing of import substitution.

Acknowledgements: the article was prepared on the basis of research and development in the framework of the activities of the Development Program of the flagship university on the basis of BSTU named after V.G. Shukhov until 2021 "Marketing of enterprise competitiveness management in the digital economy" No. A-27/20 dated January 15, 2020.

For citation: Starikova M.S., Dubrovina T.A. 2020. Transformation of the market environment of industrial enterprises as a result of import substitution effects. 47 (4): 771–782 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-771-782.

Введение

В статье предлагается проанализировать изменение рыночных условий функционирования промышленных предприятий, обусловленное реализацией политики импортозамещения. Значимость учета тенденций развития рынка обусловлена тем, что трансформация мезосреды предприятия влечет за собой качественное изменение инструментов маркетинга в части свойств продукта, способов его распространения, цены, программы продвижения, то есть всего набора компонентов конкурентоспособности. Иными словами, аудит преобразований рыночной среды является исходным этапом реализации маркетинга импортозамещения, понимаемого нами как управление рыночной деятельностью, с учетом изменений структуры рынка и конкурентной составляющей в процессе реализации политики импортозамещения. Целью данного исследования является изучение влияния реализации политики импортозамещения в приоритетных секторах экономики на рыночную ситуацию в стране, а также определение качественных конъюнктурных изменений, стоящих за количественными эффектами.

Объекты и методы исследования

Исследование базируется на структурно-динамическом измерении различных секторов народного хозяйства до и после реализации политики импортозамещения (РПИ) с различной степенью детализации анализа, обусловленной тенденциями развития секторов промышленности. В статье для периода «до» берутся данные за 2015 г., так как программа импортозамещения РФ введена в 2015 году, и «после» – данные за 2020 г. как результат РПИ.

Результаты и их обсуждение

Исходя из поставленных целей нами была изучена рыночная среда предприятия при реализации государственной политики импортозамещения, которая трансформируется, поскольку создаются дополнительные возможности увеличения рыночной доли на внутреннем рынке и укрепления экспортного потенциала при ориентации на внешние рынки. В России особое внимание проблемам импортозамещения стали уделять с 2014 года, когда изменились приоритеты международного сотрудничества. Спецификой проводимой политики является ее реактивный, а не упреждающий характер. В этом случае причинами реализации мер по замене импорта послужило введение санкций, а также необходимость поддержки обеспечения безопасности национальной экономики, недоброкачественная импортная продукция [Fanzo J., 2015, Schetinina E.D., 2018, Smyth S, 2015]. Условием же, сводящим к нулю результативность импортозамещения, является общая деградация промышленного производства. В этом смысле эффекты импортозамещения не всегда однозначны. Например, опыт реализации политики импортозамещения в странах Латинской Америки демонстрирует наличие отрицательных эффектов, а именно:

- 1) снижение выпуска продукции и замедление роста производства;
- 2) появление риска деградации производства;
- 3) спад экономики на мировом уровне.

Но не только эти страны имеют опыт реализации политики импортозамещения, Белоруссия, Тайвань, США, Япония, Китай, Бразилия и др. также имеют опыт в РПИ.

В результате анализа представленных в таблице 1 определений, а также позиций некоторых других авторов [Ван дер Вее, 1994, Волкодавов, 2009, Гулин, 2015, Зайцев, 2002, Исмагилова, 2004, Лукьянчук, 2011, Макаров, 2011, Назарчук, 2007] можно выделить такие ключевые концепции импортозамещения, как:

1. Импортозамещение как политика повышения качества и конкурентоспособности отечественной продукции.

2. Импортозамещение как путь к достижению экономической независимости за счет замены импортной продукции отечественной.

3. Импортозамещение как способ выйти на мировой уровень и настроить мирохозяйственные связи.

4. Импортозамещение как фактор экономического развития региона или отдельных предприятий (в том числе на основе индустриализации, внедрения технологичных производств).

5. Импортозамещение как двуединый процесс развития внутреннего и внешнего рынка на основе укрепления позиций отечественной продукции на них.

Таблица 1

Table 1

Трактовка понятия «импортозамещение» в трудах современных ученых
Interpretation of the concept of «import substitution» in the works of modern scientists

№ п/п	Автор	Определение
1	Х. Ченери и Н. Картер [Ченери Х., 1972]	Стимул развития национальной экономики, такой способ включения государства в мировое хозяйство, при котором рост экономики обусловлен развитием внутреннего рынка промышленных товаров
2	Е.Г. Анимица, П.Е. Анимица, А.А. Глумов [Анимица Е.Г., 2015]	Сокращение ввоза из-за рубежа в страну или регион конкретного товара с дальнейшим его производством собственными силами
3	А.Н. Матанцев [Матанцев А.Н., 2003]	Процесс замены на рынке импортных товаров отечественными
4	Е.Е. Румянцева [Румянцева Е.Г., 2005]	Сокращение импорта определенной группы товаров с одновременным развитием внутриориентированного производства таких же или аналогичных товаров
5	Е. Лукьянчук [Лукьянчук, Е., 2011.]	Ограничение поставки в страну определенных импортных товаров, сопровождаемое замещением их на внутреннем рынке товарами собственного производства, соответствующими требованиям потребителя
6	О.П. Зайцева [Зайцева О.П., 2018.]	Важный экономический инструмент реализации стратегии развития государства, характеризующийся модернизацией ряда отраслей национальной экономики, с учетом их конкурентных и географических характеристик.
7	В.А. Семькин, В.В. Сафронов, В.П. Терехов. [Семькин В.А., 2014]	Повышающий независимость экономики от внешних рисков процесс оптимизации структуры народного хозяйства страны, обеспечиваемый созданием дополнительных замещающих импорт производств и видов экономической деятельности.
8	П.А. Ершов [Ершов П.А., 2017]	Сценарий развития национальной экономики, результатом которого является способность выпускать внутри страны товары с более значимыми конкурентными преимуществами, чем ранее импортируемые аналоги

Обобщая приведенные тезисы, отметим, что, на наш взгляд, политика импортозамещения – это ряд принятых государством взаимосвязанных мер, направленных на поддержку приоритетных секторов экономики с целью повышения конкурентоспособности выпускаемого в них продукта, стабилизации развития внутреннего рынка и экспортной деятельности и, в конечном счете, обеспечения экономической безопасности страны.

Как отмечают Зус В.А. и Лягин Л.М., правильный вектор реализации политики импортозамещения должен соответствовать приоритетным направлениям национальной экономической стратегии [Zus, 2018]. Следует отметить, что в России статистика показателей, характеризующих импортозамещение, ведется по следующим направлениям:

- производство основных видов импортозамещающих продуктов питания;
- сельское хозяйство;
- торговля, включая товарную структуру импорта по группам продовольственных и сельскохозяйственных товаров, минеральных продуктов, продукции химической, кожевенной, деревообрабатывающей, текстильной, металлургической промышленности, машин, оборудования и транспортных средств.

Все экономические направления политики импортозамещения взаимосвязаны между собой. Так, например, для производства импортозамещающих продуктов питания необходимо сырье, которое также должно производиться в условиях экономической безопасности. Считается, что в условиях импортозамещения продукт, поступающий на прилавок магазина, производится на 90 % из отечественного сырья и на отечественном оборудовании [Poulsen, 2015]. Немаловажным является развитие сектора машиностроения, обеспечивающего предприятия пищевой промышленности оборудованием, обеспечивающим возможность выпуска конкурентоспособной продукции, не уступающей по набору потребительских свойств зарубежным аналогам. В рамках РПИ важным и необходимым является развитие каждого вида экономической деятельности, определенного правительством для участия в программе импортозамещения.

Анализ импорта РФ (табл. 2) демонстрирует относительную стабильность его товарной структуры и количественный рост объемов импортируемой продукции по средне- и высокотехнологичным направлениям производств.

Таблица 2
Table 2

Товарная структура импорта РФ
Commodity structure of Russian imports

Наименование	2015		2019	
	млн долл. США	%	млн долл. США	%
Импорт – всего	162436	100,0	218779	100,0
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье для их производства	21704	13,4	26221	12,0
Минеральные продукты	2844	1,8	4473	2,0
Продукция химической промышленности, каучук	30355	18,7	43400	19,8
Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	718	0,4	1147	0,5
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	3050	1,9	3316	1,5
Текстиль, текстильные изделия и обувь	9831	6,1	13579	6,2
Металлы, драгоценные камни и изделия из них	10543	6,5	16982	7,8
Машины, оборудование и транспортные средства	77087	47,5	101027	46,2
Прочие товары	6299	3,9	8632	3,9

Источник: Данные Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/11188/>)

Как мы видим, из товарной структуры импорта Российской Федерации объем импорта не значительно уменьшился, а в некоторых случаях даже и увеличился, хотя РПИ должна приводить к сокращению импорта продукции с целью производства отечественного аналога товара с последующим ориентиром его на экспорт с выходом на новый мировой рынок.

Данные тенденции не согласуются с идеями увеличения технологичности ВВП в рамках вектора формирования и реализации инновационной экономики. Вместе с тем по группе товаров, обеспечивающих продовольственную безопасность страны (а они согласно пирамиде А. Маслоу удовлетворяют базовые потребности населения), отмечается положительный структурный сдвиг, выражаемый, соответственно, и в сокращении доли импорта товаров в их товарных ресурсах (рис.1).

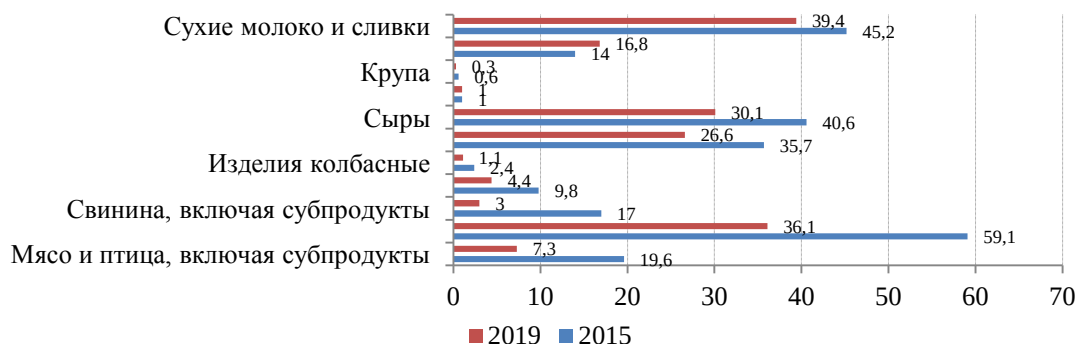


Рис. 1. Доля импорта отдельных товаров в их товарных ресурсах до и после РПИ в РФ, данные приведены за 2015 и 2019 гг.

Fig 1. The share of imports of individual goods in their commodity resources before and after the implementation of the import substitution policy of Russian, data is provided for 2015 and 2019.
(Источник: Данные Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/11188/>)))

Таким образом, проведя анализ импорта РФ (см. табл. 2) и анализ отдельных товаров (см. рис. 1), можно сделать вывод о снижении объема импорта в РФ, особенно в продовольственном секторе.

Поскольку в продовольственном секторе отмечается наиболее существенный эффект реализации политики импортозамещения, далее целесообразно провести более глубокий анализ касающихся его изменений.

Измерение средних темпов роста внутреннего производства по каждой группе продуктов питания до и после РПИ (табл. 3) позволяет сделать вывод об интенсификации производства и продаж предприятий продовольственного сектора, что совместно с выявленным ранее фактом о снижении доли импорта в товарных ресурсах продовольствия свидетельствует об эффективности деятельности предприятий сектора и в части удовлетворения освободившихся рыночных сегментов.

Снижение темпов роста объемов внутреннего производства продуктов питания наблюдается в малой доле подотраслей. В случае выпуска колбасных изделий действует фактор потребительских предпочтений, переориентирующий российских потребителей на приобретение натурального мяса. В случае некоторых рыбных продуктов и сыра действует фактор существования импорта из дружественных стран.

Более глубокое изучение рыночных процессов предлагается осуществить на примере мясной промышленности, поскольку в ней наблюдается однозначно положительная динамика эффекта импортозамещения. Среди наиболее устойчивых трендов импортозамещения в данном секторе, которые можно транслировать на другие промышленные экономические системы, можно отметить следующие:

1.Изменение структуры спроса, обусловленное трансформацией демонстрируемых потребительских предпочтений, выражаемых, в частности, в видовой структуре приобретаемого продукта (рис. 2, рис. 3).

Таблица 3
Table 3

Оценка темпов роста внутреннего производства продуктов питания до и после начала реализации политики импортозамещения (РПИ) в РФ
Assessment of the growth rate of domestic food production before and after the implementation of the import substitution policy of Russian

№ п/п	Виды продуктов питания, тыс. т	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Т _{ср} за период (до РПИ), %	Т _{ср} за период (после РПИ), %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Мясо крупного рогатого скота парное, остывшее, охлажденное	219	190	177	198	185	203	194	205	227	96,2	105,4
2	Мясо крупного рогатого скота подмороженное, замороженное, глубокой заморозки и размороженное	43	38	36	41	43	51	49	56	70	100,6	113,6
3	Свинина парная, остывшая, охлажденная	754	815	941	1231	1438	1655	1947	2171	2414	117,8	113,9
4	Свинина подмороженная, замороженная, глубокой заморозки и размороженная	57	61	58	67	97	108	94	233	253	115,3	138,4
5	Мясо и субпродукты пищевые домашней птицы	2773	3027	3404	3610	3978	4339	4464	4839	4877	109,5	105,3
6	Изделия колбасные	2438	2486	2533	2501	2475	2445	2436	2259	2282	100,4	98,0
7	Рыба живая, свежая или охлажденная	1151	1395	1398	1460	1167	1175	1341	111	154	101,5	90,3
8	Ракообразные немороженные; устрицы; водные беспозвоночные прочие, живые, свежие или охлажденные	39	42	44	52	55	67	63	45	52	108,8	100,7

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	Филе рыбное, мясо рыбы прочее, печень, икра и молоки рыбы свежие или охлажденные	16	16	16	18	21	18	20	17	17	106,4	95,8
10	Рыба (кроме сельди) мороженая, печень, икра и молоки рыбы мороженые	2292	2355	2337	2433	2347	2501	2606	3057	3057	100,6	107,0
11	Филе рыбное мороженое	71	86	94	108	109	123	141	146	155	111,5	109,1
14	Рыба (кроме сельди) копченая	57	59	61	63	61	57	53	58	65	101,8	102,0
15	Фруктоовощная продукция замороженная	24	38	40	45	45	55	71	62	55	118,8	106,7
16	Фрукты, ягоды и орехи сушеные	3	3	4	10	12	12	11	15	16	145,5	110,0
17	Молоко жидкое обработанное	4943	4926	5267	5385	5349	5448	5569	5390	5466	102,0	100,6
18	Сливки	80	83	95	103	114	120	125	133	150	109,3	107,0
19	Творог	376	382	396	371	387	415	410	486	501	100,8	106,9
20	Масло сливочное	210	217	214	224	250	256	250	270	267	104,6	101,7
21	Сыры и продукты сырные	437	432	450	434	499	588	605	464	467	103,6	99,5
22	Продукты молочные сгущенные, млн усл. банок	883	854	872	860	832	827	854	837	806	98,6	99,2
23	Продукты кисломолочные, кроме сметаны и творога	2388	2318	2429	2520	2519	2444	2491	2896	2820	101,4	103,1

T_{cp} – средний темп роста.

(Источник: Данные Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/11188/>))

Продовольственное эмбарго на ввоз импортной свинины создало возможности для роста внутреннего производства аналогичной продукции. Но снижение доли потребляемой свинины в структуре потребления мяса обусловлено недостаточностью предложения либо в части количества продукта и его цены, либо в части качественных параметров товара. В этом смысле существуют маркетинговые возможности открытия новых рыночных окон, а также встает вопрос о целесообразности проведения рекламных кампаний, уточняющих конкурентные преимущества производителей.

2. Насыщение рынков. Текущая емкость рынка мяса и мясопродуктов оценивается по объему производства, импорта и экспорта (рис. 3).

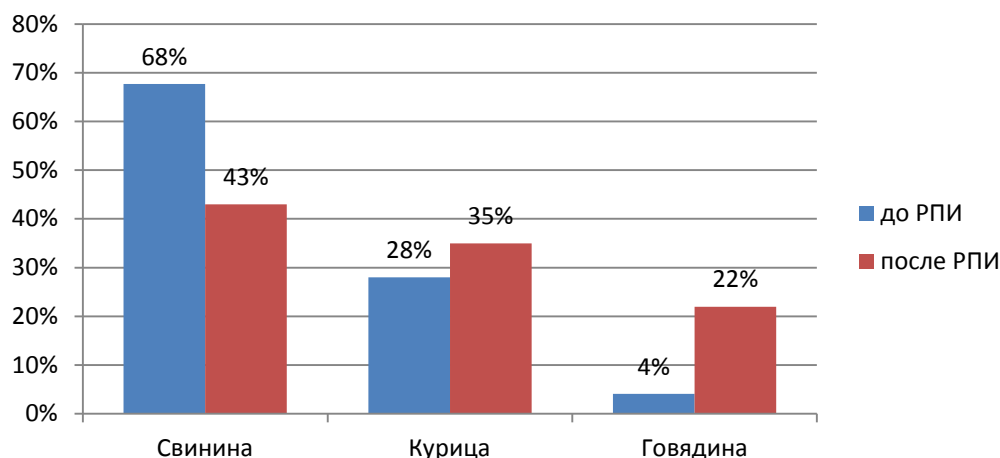


Рис. 2. Структура рынка мяса РФ до и после введения РПИ, данные приведены за 2015 и 2019 гг.

Fig 2. The structure of the meat market of Russian, data is provided for 2015 and 2019.
(Источник: Данные Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/11188/>))

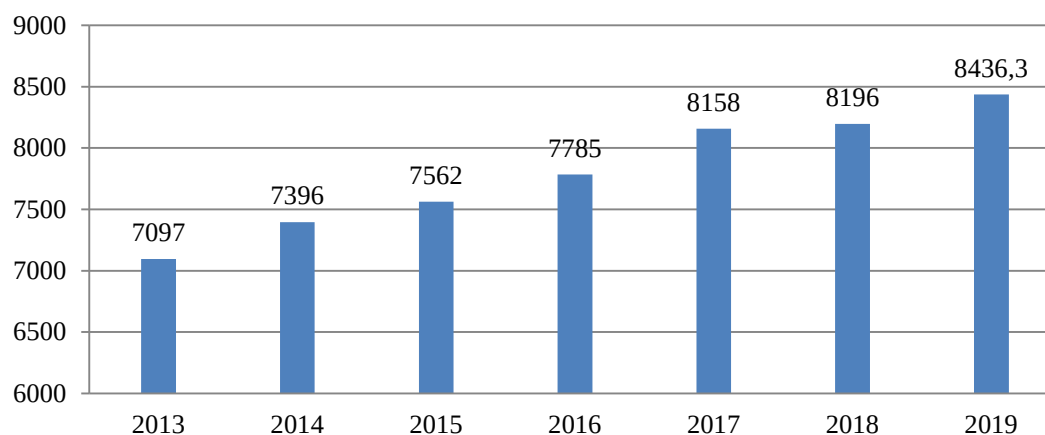


Рис. 3. Динамика емкости рынка мяса в РФ, тыс. т

Fig 3. The Dynamics of market capacity of Russian of meat t
(Источник: Данные Росстата (<https://rosstat.gov.ru/folder/11188/>))

В России в 2018 году объем потребления мяса вырос на 0,4 %, а в 2019 году – на 3 %, что ниже существовавших до 2016 года темпов прироста [Zus, 2018]. Торможение темпов развития рынка свидетельствует о его насыщении и необходимости использования приемов маркетинговой дифференциации и выявления возможностей увеличения спроса, в том числе с учетом экспорта.

3. Увеличение концентрации игроков на рынке. Для полной оценки трансформации рыночной среды в результате РПИ представим конкурентную структуру рынка мяса до и после РПИ.

Расчет индекса Херфиндаля – Хиршмана определяет рост концентрации, не приводящий, однако, к коренному изменению структуры рынка (значение 231 до РПИ против 301 после РПИ). Данная тенденция свидетельствует о том, что возможности по производству товаров для временно неудовлетворенного спроса были использованы средним и крупным бизнесом, а существующие в секторе барьеры трудно преодолевать малым предприятиям.

Ресурсы крупных компаний достаточны для повышения конкурентоспособности продукции, что является необходимой мерой для развития спроса.

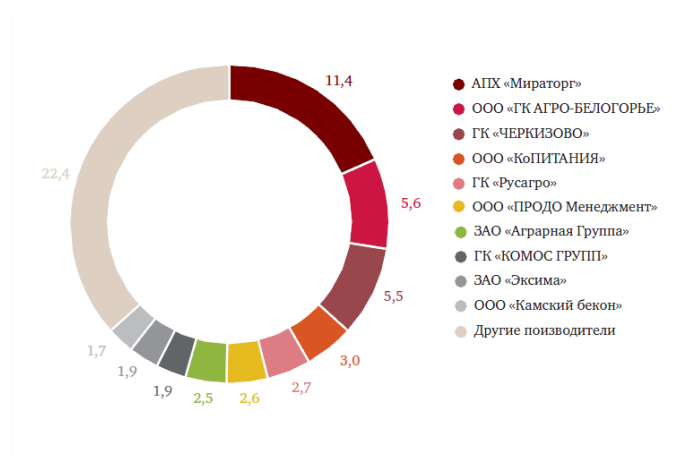


Рис. 4. Доли рынка российских компаний на рынке мяса и мясных продуктов после РПИ, данные приведены за 2019 г.

Fig. 4. Market shares of Russian companies in the meat and meat products market after the IIS, data is provided for 2019

(Источник: Данные журнала АгроИнвестор (<https://www.agroinvestor.ru/markets/>))

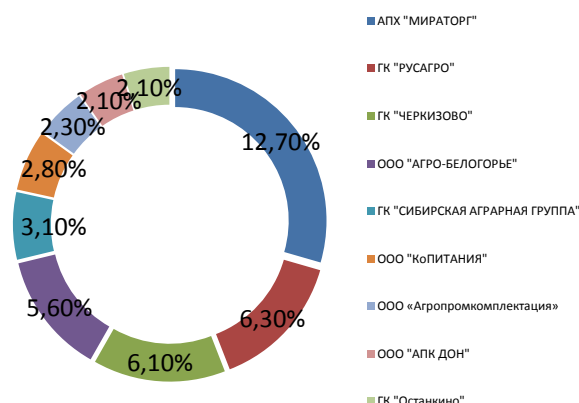


Рис. 5. Доли рынка российских компаний на рынке мяса и мясных продуктов до РПИ, данные приведены за 2015 г.

Fig 5. Market shares of Russian companies in the meat and meat products market before the IIS, data is provided for 2015

(Источник: Данные журнала АгроИнвестор (<https://www.agroinvestor.ru/markets/>))

Заключение

Проведя анализ эффектов реализации политики импортозамещения в контексте трансформации рыночной среды, можем сделать следующие выводы:

1. Реализация политики импортозамещения имеет несколько направлений, которые в случае неудачных стечений обстоятельств могут привести к спаду национальной экономики и безопасности. Сам процесс РПИ требует значительных финансовых вложений как со стороны государства, так и со стороны самого предприятия, что может оказать негативное влияние на его конкурентоспособность. Положительный результат РПИ может дать высокий экономический эффект, выражающийся не только в возможности российских производителей укрепить свои позиции на внутреннем рынке, но и в расширении сфер влияния на глобальных рынках. Иными словами, у игроков рынка появляется две альтернативные рыночные

стратегии: краткосрочный успех на внутреннем рынке в результате появления значительного объема неудовлетворенного спроса и долгосрочный успех с возможностью перспективного успешного выхода на экспортные рынки на основе формирования устойчивой конкурентоспособности продукции. На наш взгляд, существование нейтральных и негативных количественных эффектов импортозамещения вызвано эксплуатацией промышленными предприятиями первой стратегии.

2. Текущие позитивные эффекты импортозамещения в российской экономике проявляются, главным образом, в обеспечении продовольственной безопасности. Существенного снижения доли импорта в продукции машиностроения и других технологичных видах экономической деятельности не наблюдается. Анализ российского рынка по производству основных продуктов питания показал, что темпы роста производства в целом выросли после введения РПИ, что, однако, не является единственным проявлением протекционистской политики.

3. Более глубокое изучение эффектов импортозамещения на примере рынка мяса (как сегмента продовольственного рынка, демонстрирующего наибольший отклик на нейтрализацию санкционной политики) свидетельствует о существовании тренда на изменение структуры спроса (данный тренд продолжается и в период пандемии коронавируса, что обусловлено снижением покупательной способности населения и изменением форматов продаж), на насыщение рынка и улучшение позиций крупных и средних предприятий. Вместе с тем, развитие национальной экономики связывается с укреплением статуса малого бизнеса. Однако, как показал анализ, условия наибольшего благоприятствования для развития в условиях реализации политики импортозамещения не предоставляют больше шансов для стабилизации и роста малого предпринимательства в промышленности и требуют введения дополнительных мер его поддержки.

Список литературы

1. Азоев Г.Л., Поршнева А.Г. и др. 2000. Маркетинг. Словарь. М.: Экономика, 362.
2. Анимича Е.Г., Анимича П.Е., Глухов А.А. 2015. Импортозамещение в промышленном производстве региона: концептуально-теоретические и прикладные аспекты. Экономика региона, 3: 163–164.
3. Ван дер Вее Г. История мировой экономики. 1945–1990., 1994.: пер. с фр. М.: Наука, 413 с.
4. Волкова Е.В. 2009. Реализация стратегии импортозамещения продукции на российских промышленных предприятиях. Экономические науки, 12: 281–286.
5. Гулин К.А., Мазилев Е.А., Ермолов А.П. 2015. Импортозамещение как инструмент активизации социально-экономического развития территорий. Проблемы развития территории, 3 (77): 7–25.
6. Ершов П.А. 2017. Импортозамещение и политика импортозамещения: теоретический подход к определению понятий. Вестник Института экономики Российской академии наук, 2: 147–157.
7. Зайцев Д.Н. 2002. Организация производства импортозамещающей продукции как направление экономического развития региона: дисс. ... канд. экон. наук. Оренбург, 175.
8. Зайцева О.П. 2018. Совершенствование государственной поддержки сельского хозяйства в условиях импортозамещения, дисс. ... к-та экон. наук: 08.00.05 Зайцева Ольга Петровна. Омск, 162.
9. Исмаилова Л.Р. 2004. Развитие экспортоориентированных и импортозамещающих производств как фактор интеграции региона в систему мирохозяйственных связей: дисс. ... канд. экон. наук. Казань, 202.
10. Лукьянчук Е. 2011. Импортозамещение: зарубежный опыт. Еженедельник АПТЕКА, 786 (15): 19–20.
11. Макаров А.Н. 2011. Импортозамещение как инструмент индустриализации экономики региона. Инновационный аспект. На примере Нижегородской области. Инновации, 5: 90–93.
12. Матанцев А.Н. 2003. 600 способов продвижения торговой марки. М.: Дело и сервис, 352.
13. Назарчук Е.Н. 2007. Теоретические и методические основы эффективного импортозамещения на российских промышленных предприятиях: дисс. ... канд. экон. наук. Самара, 137.
14. Румянцев Е.Г. 2005. Новая экономическая энциклопедия. М.: Инфра-М, 724.

15. Семыкин В.А., Сафронов В.В., Терехов В.П. 2014. Импортозамещение как эффективный инструмент оптимального развития рыночной экономики. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 7: 2–7.
16. Ченери Х., Картер Н. 1972. Внутренние и внешние аспекты планов и процесса экономического развития. Конференция по долгосрочному планированию и прогнозированию. Москва, 5: 77–110.
17. Fanzo J. 2015. Ethical Issues for Human Nutrition in the Context of Global Food Security and Sustainable Development. *Global Food Security*, (7): 15–23.
18. Poulsen M., McNab P., Clayton M., Neff R.A. 2015. Systematic Review of Urban Agriculture and Food Security Impacts in Low-Income Countries, *Food Policy*. (55): 131–146.
19. Schetinina E.D., Kochina S.K. 2018. Economic diagnostics in environment of staticized relationship marketing. В сборнике: *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS* Edited by: Ardashkin I.B., Martyshev N.V., Klyagin S.V., Barkova E.V., Massalimova A.R. & Syrov V.N.: 1152–1162.
20. Smyth S., Phillips P., Kerr W. 2015. Food Security and the Evaluation of Risk. *Global Food Security*, 4: 16–23.
21. Zus V.A., Lyagin L.M., Tsitsikiev M.M. 2018 Import substitution in the agrarian sphere of the Russian Federation. *Контентус*, 5 (70): 19–27.

References

1. Azoev G.L., Porshnev A.G. et al. 2000. *Marketing. Dictionary*. Moscow: Economics, 362.
2. Animitsa E.G., Animitsa P.E., Glumov A.A. 2015. Import substitution in industrial production of the region: conceptual-theoretical and applied aspects. *Regional Economics*, 3: 163–164.
3. Van der Vee G. *History of the world economy. 1945–1990., 1994. : trans. with fr.* Moscow: Nauka, 413 p.
4. Volkodavova E.V. 2009. Implementation of the strategy of import substitution of products at Russian industrial enterprises. *Economic Sciences*, 12: 281–286.
5. Gulin K.A., Mazilov E.A., Ermolov A.P. 2015. Import substitution as a tool for enhancing the socio-economic development of territories. *Territory Development Problems*, 3 (77): 7–25.
6. Ershov P.A. 2017. Import substitution and import substitution policy: a theoretical approach to the definition of concepts. *Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 2: 147–157.
7. Zaitsev D.N. 2002. Organization of production of import-substituting products as a direction of economic development of the region: diss. ... Cand. econ. sciences. Orenburg, 175.
8. Zaitseva O.P. 2018. Improving state support for agriculture in the context of import substitution dis. ... to that econ. Sciences: 08.00.05 Zaitseva Olga Petrovna. Omsk, 162.
9. Ismagilova L.R. 2004. Development of export-oriented and import-substituting industries as a factor of integration of the region into the system of world economic relations: diss. ... Cand. econ. sciences. Kazan, 202.
10. Lukyanchuk E. 2011. Import substitution: foreign experience. *Pharmacy weekly*, 786 (15): 19–20.
11. Makarov A.N. 2011. Import substitution as a tool for the industrialization of the region's economy. An innovative aspect. On the example of the Nizhny Novgorod region. *Innovation*, 5: 90–93.
12. Matantsev A.N. 2003. 600 ways to promote a brand. Moscow: Business and Service, 352.
13. Nazarchuk E.N. 2007. Theoretical and methodological foundations of effective import substitution at Russian industrial enterprises: diss. ... Cand. econ. sciences. Samara, 137.
14. Rumyantseva E.G. 2005. *New economic encyclopedia*. M.: Infra-M, 724.
15. Semykin V.A., Safronov V.V., Terekhov V.P. 2014. Import substitution as an effective tool for the optimal development of a market economy. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 7: 2–7.
16. Chenery X., Carter N. 1972. Internal and external aspects of plans and the process of economic development. Conference on long-term planning and forecasting. Moscow, 5: 77–110.
17. Fanzo J. 2015. Ethical Issues for Human Nutrition in the Context of Global Food Security and Sustainable Development. *Global Food Security*, (7): 15–23.
18. Poulsen M., McNab P., Clayton M., Neff R. A. 2015. Systematic Review of Urban Agriculture and Food Security Impacts in Low-Income Countries, *Food Policy*. (55): 131–146.
19. Schetinina E.D., Kochina S.K. 2018. Economic diagnostics in environment of staticized relationship marketing. In the collection: *The European Proceedings of Social & Behavioral Sciences EpSBS*



Edited by: Ardashkin I.B., Martyushev N.V., Klyagin S.V., Barkova E.V., Massalimova A.R. & Syrov V.N. : 1152–1162.

20. Smyth S., Phillips R., Kerr W. 2015. Food Security and the Evaluation of Risk. *Global Food Security*, 4: 16–23.

21. Zus V.A., Lyagin L.M., Tsitsikiev M.M. 2018 Import substitution in the agrarian sphere of the russian federation. *Contentus*, 5 (70): 19–27.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Старикова Мария Сергеевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры маркетинга БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Дубровина Татьяна Александровна, старший преподаватель кафедры маркетинга БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maria S. Starikova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Marketing BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

Tatiana A. Dubrovina, Art. Lecturer at the Department of Marketing BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

УДК 332.1:339.186

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-783-791

Роль рынка государственных и муниципальных закупок в региональной экономике

Аничин В.Л., Вашейкин И.В.

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
Россия, 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Аннотация

Закупочная деятельность для государственных и муниципальных нужд практикуется во всех странах. В ряде публикаций указывается, что в развитых странах общая сумма заключаемых контрактов составляет значительную долю от ВВП. Такое сопоставление следует признать некорректным, поскольку сопоставляемые величины различаются по своей структуре. Более обосновано использовать в качестве базы сравнения совокупный оборот организаций. В исследовании определены параметры статистической связи между оборотом организаций и доходной частью региональных бюджетов ЦФО, между среднедушевыми бюджетными доходами и суммой размещенных контрактов в расчете на одного жителя. Оценена динамика соотношения общей суммы размещенных контрактов и оборота организаций. С учетом того, что размещение контрактов по итогам конкурсных процедур среди организаций нерезидентов региона влечет недополучение бюджетных доходов в размере 3,3 руб. на 100 руб. суммы контракта, имеются основания для установления дифференцированных цен в зависимости от того, является ли подрядчик резидентом или нет.

Ключевые слова: региональная экономика, оборот организаций, бюджетные доходы, закупки, цена контракта.

Для цитирования: Аничин В.Л., Вашейкин И.В. 2020. Роль рынка государственных и муниципальных закупок в региональной экономике. Экономика. Информатика. 47 (4): 783–791. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-783-791.

The role of the state and municipal procurement market in the regional economy

Anichin V.L., Vashcheikin I.V.

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin
1 Vavilova St, Mayskiy, Belgorod region, 308503, Russia
E-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Abstract

Procurement for state and municipal needs is practiced in all countries. A number of publications indicate that in developed countries, the total amount of contracts awarded is a significant share of GDP. This comparison should be considered incorrect, since the compared values differ in their structure. Unlike GDP, the amounts of the contracts include more and material costs. It is more reasonable to use the total turnover of organizations as a comparison base. On this methodological basis, a study of the role of state and municipal procurement in the regions of the Central Federal district of Russia was carried out. We used data from Rosstat and the Unified information system in the field of procurement. The parameters of the statistical relationship between the



turnover of organizations and the revenue part of regional budgets, between the average per capita budget revenues and the amount of contracts placed per resident are determined. The dynamics of the ratio of the total amount of placed contracts and turnover of organizations is estimated. Taking into account that the placement of contracts based on the results of competitive procedures among non-resident organizations in the region entails a loss of budget revenues in the amount of 3.3 rubles per 100 rubles of the contract amount, there are grounds for establishing differentiated prices depending on whether the contractor is a resident or not.

Keywords: regional economy, turnover of organizations, budget revenues, procurement, contract price.

For citation: Anichin V.L., Vashcheikin I.V. 2020. The role of the state and municipal procurement market in the regional economy. Economics. Information technologies. 47 (4): 783–791 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-783-791.

Введение

Институт государственных и муниципальных закупок представляет собой важный структурный элемент экономики страны на всех ее уровнях: от муниципального до федерального. Он позволяет удовлетворять потребности заказчиков, использующих бюджетные средства, в товарах и услугах, необходимых для решения таких задач, как жизнеобеспечение, оборона и безопасность страны, а также для выполнения государственных программ. Согласно сводному аналитическому отчету Министерства финансов РФ, в 2019 г. заказчиками было заключено и размещено в реестре контрактов 3,6 млн контрактов на общую сумму 8,21 трлн руб. [Сводный аналитический отчет, 2020].

Российский рынок государственных закупок представляет собой комплекс региональных локальных рынков. Объемы этих рынков прямо зависят от размеров региональных и муниципальных бюджетов [Бородовский, 2011]. Государственные закупки позволяют перейти к более эффективной модели развития региональной экономики, учитывающей такие факторы, как наличие и распределение природных, производственных, трудовых и других ресурсов [Попова, 2014].

Закупки для государственных и муниципальных нужд служат действенным методом для достижения экономических и экологических целей, являются ключевым инструментом политики построения зеленой экономики [Kaye Nijaki, 2012], а также используются для стимулирования технологических инноваций. В свою очередь преодоление существующих барьеров, имеющих место в режиме регулирования государственных закупок, представляет собой важную организационную инновацию, что подтверждается результатами исследования, выполненного на примере Южной Африки [Bolton, 2016]. Государственные и муниципальные закупки способны стать эффективным инструментом консолидации ресурсов в сферах материального производства, труда и науки с целью реализации инновационных, научно-технологических, социальных и экономических национальных программ, а также решения иных многочисленных задач [Кольцова, 2017]. Через систему заказов для государственных и муниципальных нужд происходит размещение, производство, закупка и поставка продукции, работ и услуг огромной номенклатуры. Органы государственной власти и местного самоуправления тем самым инвестируют и финансируют многочисленные предприятия, обеспечивая устойчивость их функционирования. Контрактная система является важным инструментом регулирования социально-экономического развития регионов путем распределения бюджетных средств на рыночных принципах [Андреев, 2018].

Исследования ряда авторов свидетельствуют, что при общей федеральной законодательной базе и универсальных принципах, заложенных в основание института закупок для государственных и муниципальных нужд, имеют место региональные особенности функционирования контрактной системы [Алейникова, 2019; Белогурова, 2020; Жаркова, 2020; Колосов, 2019; Пиньковецкая, 2020; Санникова, 2019; Сергеева, 2019]. При этом отмечаются и общие недостатки, свойственные современному состоянию института закупок, в частности –

проблемы совершенствования нормирования затрат, свойств закупаемых для государственных и муниципальных нужд товаров, работ, услуг [Волкова, 2020]. Подобные недостатки имеют место и в других странах, в частности в Швеции [Lundberg, 2015].

Несмотря на присущие системе закупок недостатки, она позволяет объединять оперативную деятельность с достижениями стратегических целей государственной политики, что способствует устойчивому развитию регионов [Publio, 2020]. Закупочная деятельность развивается и совершенствуется во всех странах. В 2017 г. вступило в силу экономическое и торговое соглашение между Канадой и Европейским союзом, которое является первым международным торговым соглашением, предоставляющим доступ к рынкам государственных закупок в муниципалитетах Канады [Lysenko, 2020].

Объект и методы исследования

Объектом исследования послужили регионы Центрального федерального округа России. Использована также информация в целом по Российской Федерации. Эмпирическую базу составили данные Федеральной службы государственной статистики и сведения, размещенные на сайте Единой информационной системы в сфере закупок.

Целью исследования служит оценка роли государственных и муниципальных закупок в экономике регионов Центрального федерального округа. В отличие от распространенного подхода, при котором место государственных и муниципальных закупок в экономике оценивается отношением их суммы к величине ВВП или ВРП, мы использовали в качестве базы сравнения оборот организаций, что позволяет получить более объективные результаты ввиду однородности соизмеряемых показателей.

Изучались взаимосвязи между оборотом организаций и доходной частью региональных бюджетов Центрального федерального округа, между среднедушевыми бюджетными доходами и суммой размещенных контрактов в расчете на одного жителя региона. Применялся метод корреляционно-регрессионного анализа с использованием программы Statistica 10. Для обеспечения сопоставимости сравниваемых показателей и выявления закономерных взаимосвязей оборот организаций, бюджетные доходы и общие суммы размещенных заказов исчислены в расчете на одного жителя региона.

Результаты и их обсуждение

Наблюдается устойчивый рост суммы размещенных контрактов как в целом по Российской Федерации, так и в разрезе отдельных регионов (табл. 1).

Линейный тренд, вычисленный способом наименьших квадратов, характеризует среднее ежегодное изменение суммы размещенных контрактов. В ЦФО лидером по сумме размещенных контрактов и динамике этого показателя является г. Москва, что объясняется значительным бюджетом, многократно превышающим бюджеты других регионов. В свою очередь доходная часть бюджета определяется экономической активностью хозяйствующих субъектов. Оборот организаций, зарегистрированных в г. Москве, также значительно превосходит аналогичный показатель по другим регионам.

При сравнении регионов важно обеспечить сопоставимость показателей, в особенности, если регионы существенно различаются по своим размерам и располагаемым ресурсам. Для этого аналитические показатели были исчислены нами в расчете на одного жителя региона.

С помощью корреляционно-регрессионного анализа по итогам 2018 г. установлено, что чем интенсивнее оборот организаций, тем больше поступлений в региональный бюджет в расчете на одного жителя ($r=0,991$; $b=0,033$; $p=0,000$). Чем больше среднедушевые доходы бюджета, тем больше сумма размещенных заказов в расчете на одного жителя ($r=0,912$; $b=1,066$; $p=0,000$). Обращает на себя внимание прямая зависимость между доходами бюджета и суммой размещенных заказов: каждый дополнительный бюджетный рубль выделяется для размещения заказов.



Место государственных и муниципальных закупок в экономике характеризует отношение суммы размещенных контрактов к общему обороту организаций (рис. 1).

Таблица 1

Table 1

Динамика общей суммы размещенных контрактов согласно 44-ФЗ, млрд руб.

(по данным Единой информационной системы в сфере закупок)

Dynamics of the total amount of contracts placed in accordance, RUB billion

(according to the Unified information system in the field of procurement)

	2015	2016	2017	2018	2019	Линейный тренд
Россия	5509	5402	6357	6949	8242	701,3
ЦФО	2348	2439	2716	3015	3569	301,7
г. Москва	1754	1822	1869	2059	2373	147,5
Белгородская область	28,44	32,46	46,47	43,36	75,64	10,5
Брянская область	12,89	17,8	16,79	25,03	34,13	5,0
Владимирская область	27,21	24,79	29,87	33,84	36,09	2,7
Воронежская область	44,53	42,9	56,33	65,83	69,24	7,2
Ивановская область	16,25	15,77	18,37	20,89	26,74	2,6
Калужская область	44,2	35,78	42,84	54,92	66,63	6,4
Костромская область	11,96	12,32	15,58	18,36	20,19	2,3
Курская область	18,65	18,42	22,31	25,18	32,31	3,4
Липецкая область	19,88	22,13	28,93	25,59	41,43	4,7
Московская область	210,76	219,97	371,88	390,57	482,46	71,4
Орловская область	23,43	17,59	23,75	43,85	35,24	5,0
Рязанская область	16,43	21,05	25,08	28,15	37,42	4,9
Смоленская область	19,58	22,6	20,65	21,17	27,29	1,4
Тамбовская область	25,11	34,69	31,64	57,47	77,56	12,8
Тверская область	22,46	23,4	33,94	33,03	45,98	5,7
Тульская область	28,44	31,39	37,46	36,24	49,87	4,8
Ярославская область	23,86	24,04	25,06	32,7	37,42	3,6

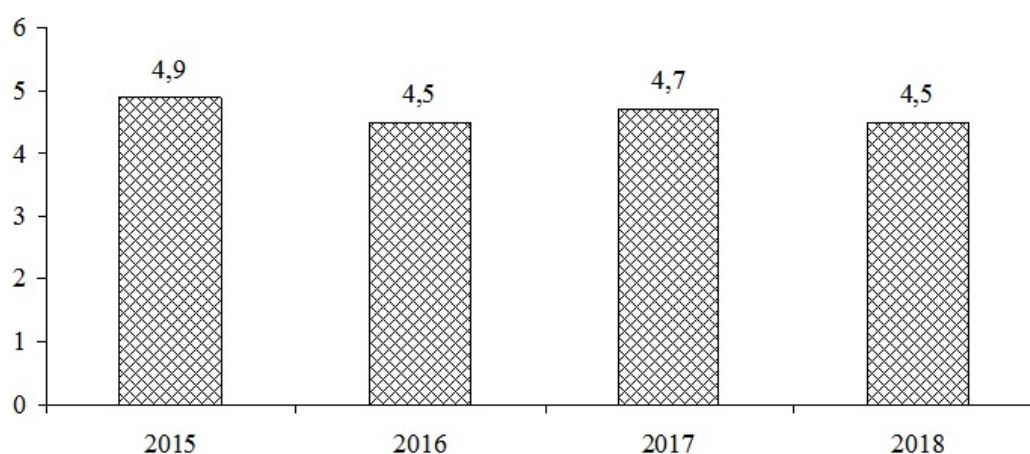


Рис. 1. Отношение суммы размещенных контрактов к общему обороту организаций в России, %

Fig. 1. The ratio of the amount of contracts placed to the total turnover of organizations in Russia, %

Это отношение в целом по России довольно стабильно и находится на уровне 4,5–4,9 %. Оно варьирует, главным образом, в связи с тем, что в одни годы более быстрыми темпами растет оборот организаций (2016, 2018), а в другие годы – сумма размещенных контрактов.

Более разнообразна динамика показателя в разрезе регионов (табл. 2). Данные табл. 2 представлены в порядке возрастания значения линейного тренда, что позволяет выделить в составе ЦФО три группы регионов. В состав группы с опережающим ростом оборота организаций по сравнению с ростом закупок для государственных и муниципальных нужд входят 4 региона: Калужская область, г. Москва, Смоленская и Ярославская области. Группа с равными темпами роста указанных показателей включает 3 региона: Курскую, Липецкую и Тульскую области. Остальные 11 регионов образуют группу с опережающим ростом госзакупок.

Таблица 2

Table 2

Динамика отношения суммы размещенных контрактов к обороту организаций региона, %

Dynamics of the ratio of the amount of placed contracts to the turnover of organizations
in the region, %

	2015	2016	2017	2018	Линейный тренд
Калужская область	6,2	4,4	4,1	4,4	-0,6
г. Москва	5,1	4,8	4,4	4,2	-0,3
Смоленская область	6,2	7,0	6,0	5,6	-0,3
Ярославская область	4,8	4,3	3,9	4,7	-0,1
Курская область	4,7	4,2	4,5	4,6	0,0
Липецкая область	2,8	3,0	3,5	2,5	0,0
Тульская область	3,6	3,9	4,2	3,7	0,0
Владимирская область	5,1	4,3	4,9	5,2	0,1
Белгородская область	2,5	2,7	3,6	3,1	0,3
Тверская область	7,2	6,9	8,7	7,4	0,3
Московская область	2,8	2,6	3,9	3,7	0,4
Ивановская область	11,6	10,7	11,4	13,0	0,5
Рязанская область	4,1	5,0	5,5	5,6	0,5
Воронежская область	4,9	4,6	5,8	6,4	0,6
Брянская область	4,4	5,7	5,1	6,9	0,7
Костромская область	7,5	8,3	9,6	10,4	1,0
Тамбовская область	8,3	11,7	10,7	16,8	2,4
Орловская область	10,9	7,7	10,7	18,7	2,6

Значительный рост соотношения «госзакупки / оборот организаций» в Орловской области объясняется невысокими темпами роста оборота организаций. В целом за 2015–2018 гг. он составил 109,6 %, что является самым низким показателем среди регионов ЦФО. Анализ показывает, что наиболее динамично развивающиеся региональные экономики (г. Москва, Московская область, Калужская область) имеют соотношение «госзакупки / оборот организаций» на уровне 3,7–4,4 % при незначительном темпе роста (снижения) этого показателя в динамике.

Притом, что по итогам 2018 г. средняя доля закупок для государственных и муниципальных нужд в обороте организаций составляла 4,5 % в среднем по России и 4,3 % – по регионам ЦФО, они выполняют важную комплексную роль в региональной экономике.

Во-первых, они формируют стабильный спрос на определенный ассортимент товаров, услуг и работ. Во-вторых, служат катализатором развития новых производств и видов деятельности. В-третьих, выступают в качестве функционального звена, связующего институты региональной экономики.

Функциональную роль государственных и муниципальных закупок в региональной экономике характеризует схема, представленная на рис. 2.

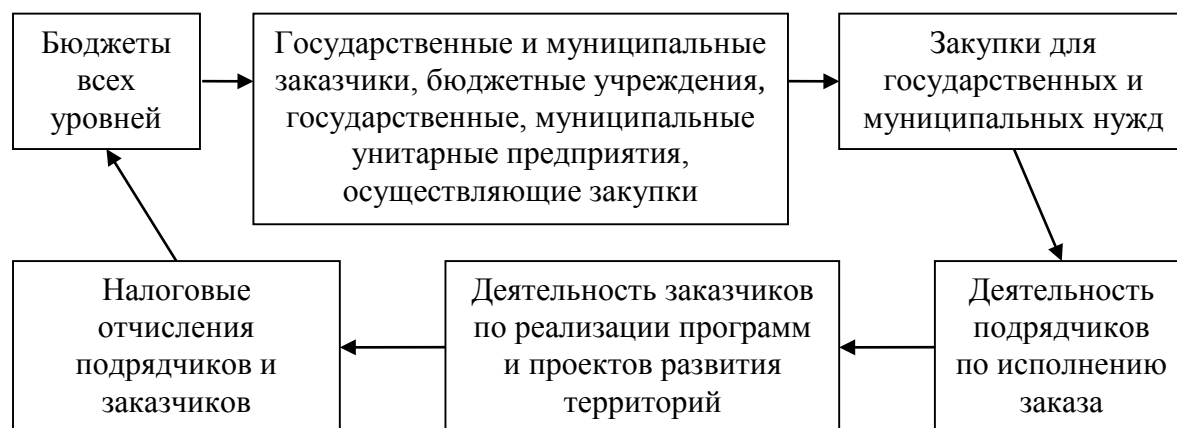


Рис. 2. Функциональная роль государственных и муниципальных закупок в региональной экономике
Fig. 2. Functional role of state and municipal procurement in the regional economy

Бюджетное благополучие региона во многом зависит от объемов и эффективности деятельности коммерческих организаций, зарегистрированных на его территории. В соответствии с действующим налоговым законодательством преобладающая часть отчислений от налога на прибыль и налога на доходы физических лиц поступает в региональные бюджеты. В свою очередь, используя институт закупок для государственных и муниципальных нужд, органы власти региона способны сформировать и поддерживать адекватную предпринимательской активности социальную и рыночную инфраструктуру.

Заключение

Наиболее динамично развивающиеся региональные экономики ЦФО по итогам 2018 г. характеризуются соотношением «госзакупки / оборот организаций» на уровне 3,7–4,4 % при незначительном темпе роста (снижения) этого показателя в динамике. Превышение уровня в 5 % свидетельствует о наличии значительных проблем в деятельности коммерческих организаций на территории их присутствия, связанных в том числе с недостаточной емкостью рынка сбыта их продукции небюджетным организациям.

Выполненное исследование позволяет сделать предположение о том, что при прочих равных условиях (в том числе по уровню закупочной цены), более выгодным, исходя из регионального интереса, является заключение контрактов с организациями, зарегистрированными и функционирующими в том же регионе, что и заказчик. В этом случае часть потраченных средств вернется в региональный бюджет в виде налоговых платежей. С учетом того, что размещение контрактов по итогам конкурсных процедур среди организаций нерезидентов региона влечет недополучение бюджетных доходов в размере 3,3 руб. на 100 руб. суммы контракта, имеются основания для установления дифференцированных цен в зависимости от того, является ли подрядчик резидентом или нет.

Список литературы

1. Алейникова Ю.О. 2019. Оценка эффективности системы государственных закупок на примере Саратовской области. Вестник современных исследований. 1.5 (28): 9–11.
2. Андреев Н.Ю., Бижоев Б.М., Обаляева Ю.И., Рыжова Н.Б., Склярова Ю.А. 2018. Госзакупки. Новый вектор развития. Москва: МФЭИ, 66.
3. Белогурова Е.Б. 2020. Обзор лучших региональных практик по контролю в сфере закупок. Госзаказ: управление, размещение, обеспечение. 59: 28–35.
4. Бородавский М.Б. 2011. Взаимодействие субъектов локального рынка государственных закупок в региональной экономике. Социально-экономические явления и процессы. 1–2: 73–76.
5. Волкова А.А., Никитин Ю.А., Плотников В.А., Серба В.Я. 2020. Совершенствование системы закупок для государственных и муниципальных нужд: вопросы нормирования. Экономика и управление. 5 (175): 511–519.
6. Единая информационная система в сфере закупок. Статистика. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html#statAnchor> (дата обращения: 10 августа 2020).
7. Жаркова Ю.С., Карпова Е.Н., Бричка Е.И. 2020. Организация и функционирование системы государственных закупок в экономике Ростовской области. Омский научный вестник. Серия Общество. История. Современность. 2: 137–144.
8. Колосов А.И., Колосова М.А. 2019. Анализ результатов реализации контрактной системы в сфере закупок в Орловской области. Экономические исследования. 2: 32–42.
9. Кольцова А.С., Плотников В.А., Черных С.Н. 2017. Механизм государственного заказа: проблемы и направления совершенствования. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2 (23): 60–69.
10. Пиньковецкая Ю.С. 2020. Оценка региональных особенностей государственных и муниципальных закупок. Вопросы региональной экономики. 2 (43): 122–128.
11. Попова О.А. 2014. Государственные закупки как эффективный инструмент регулирования развития экономики региона. Известия СПбГЭУ. 6 (90): 61–63.
12. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Статистический сборник. Росстат. 2019. Москва: Росстат, 1204.
13. Санникова Е.О., Ончукова Г.Е. 2019. Развитие контрактной системы в сфере закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд (на примере Удмуртской Республики). Социально-экономическое управление: теория и практика. 3 (38): 30–32.
14. Сводный аналитический отчет по результатам осуществления мониторинга закупок, товаров, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» по итогам 2019 года / Министерство финансов РФ URL: https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2020/06/main/Svodnyy_analiticheskiy_otchet_2019.pdf (дата обращения: 10 августа 2020).
15. Сергеева Н.В., Храмцова В.Е. 2019. Оценка эффективности контрактной системы государственных и муниципальных закупок Рязанской области. Вестник Димитровградского инженерно-технологического института. 3 (20): 94–100.
16. Bolton P. 2016. Public Procurement as a Tool to Drive Innovation in South Africa. PER/PELJ. 19 (1): 1–35.
17. Kaye Nijaki, L. and Worrel, G. 2012. Procurement for sustainable local economic development. International Journal of Public Sector Management. 25 (2).
18. Lundberg, Sofia & Marklund, Per-Olov & Strömbäck, Elon & Sundström, David. (2015). Using public procurement to implement environmental policy: an empirical analysis. Environmental Economics and Policy Studies. 17: 487–520.
19. Lysenko D., Schwartz E., Schwartz S. 2020. Short-Term Effects of the Comprehensive Economic and Trade Agreement on Municipal Procurement in Canada. Canadian Public Policy. 46 (2): 264–278.
20. Publio M.C.M., dos Santos S.M., de Aquino Cabral A.C., Machado M.V.V., Fernandes C.C.C. (2020) Municipal Public Procurement, Strategy and Sustainable Development. In: Farazmand A. (eds) Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_3948-1



References

1. Aleynikova Yu. O. 2019. Evaluation of the effectiveness of the public procurement system on the example of the Saratov region. *Bulletin of modern research*. 1.5 (28): 9–11. (in Russian)
2. Andreev N. Yu., Bizhoyev B. M., Obalyaeva Yu. I., Ryzhova N. B., Sklyarova Yu. A. 2018. Public procurement. A new vector of development. Moscow: IFEI, 66. (in Russian)
3. Belogurova E. B. 2020. Review of the best regional practices for control in the field of procurement. *State order: management, placement, provision*. 59: 28–35. (in Russian)
4. Borodovsky M. B. 2011. Interaction of subjects of the local public procurement market in the regional economy. *Socio-economic phenomena and processes*. 1–2: 73–76. (in Russian)
5. Volkova A. A., Nikitin Yu. A., Plotnikov V. A., Serba V. Ya. 2020. Improving the procurement system for state and municipal needs: issues of rationing. *Economics and management*. 5 (175): 511–519. (in Russian)
6. Unified information system in the field of procurement. Statistics. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html#statAnchor> (date accessed: August 10, 2020). (in Russian)
7. Zharkova Yu.S., Karpova E.N., Brichka E.I. 2020. Organization and functioning of the public procurement system in the economy of the Rostov region. *Omsk Scientific Bulletin. Society series. History. Modernity*. 2: 137–144. (in Russian)
8. Kolosov A.I., Kolosova M.A. 2019. Analysis of the results of the implementation of the contract system in the field of procurement in the Oryol region. *Economic research*. 2: 32–42.
9. Koltsova A.S., Plotnikov V.A., Chernykh S.N. 2017. The Mechanism of State Order: Problems and Directions for Improvement. *Bulletin of the South-West State University. Series: Economics. Sociology. Management*. 2 (23): 60–69. (in Russian)
10. Pinkovetskaya Yu.S. 2020. Assessment of regional features of state and municipal procurement. *Regional economic issues*. 2 (43): 122–128. (in Russian)
11. Popova O.A. 2014. Public procurement as an effective tool for regulating the development of the regional economy. *Izvestiya SPbGEU*. 6 (90): 61–63. (in Russian)
12. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: Statistical collection. Rosstat. 2019. Moscow: Rosstat, 1204.
13. Sannikova E.O., Onchukova G.E. 2019. Development of the contract system in the field of procurement to meet state and municipal needs (on the example of the Udmurt Republic). *Socio-economic management: theory and practice*. 3 (38): 30–32. (in Russian)
14. Consolidated analytical report on the results of monitoring procurement, goods, services to meet state and municipal needs in accordance with Federal Law "On the contract system in the field of procurement of goods, works, services to meet state and municipal needs" at the end of 2019 / Ministry of Finance of the Russian Federation URL: https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2020/06/main/Svodnyy_analiticheskiy_otchet_2019.pdf (date accessed: August 10, 2020). (in Russian)
15. Sergeeva N.V., Khramtsova V.E. 2019. Evaluation of the effectiveness of the contract system of state and municipal procurement of the Ryazan region. *Bulletin of the Dimitrovgrad Engineering Technological Institute*. 3 (20): 94–100. (in Russian)
16. Bolton P. 2016. Public Procurement as a Tool to Drive Innovation in South Africa. *PER/PELJ*. 19 (1): 1–35.
17. Kaye Nijaki, L. and Worrel, G. 2012. Procurement for sustainable local economic development. *International Journal of Public Sector Management*. 25 (2).
18. Lundberg, Sofia & Marklund, Per-Olov & Strömbäck, Elon & Sundström, David. (2015). Using public procurement to implement environmental policy: an empirical analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*. 17: 487–520.
19. Lysenko D., Schwartz E., Schwartz S. 2020. Short-Term Effects of the Comprehensive Economic and Trade Agreement on Municipal Procurement in Canada. *Canadian Public Policy*. 46 (2): 264–278.
20. Publio M.C.M., dos Santos S.M., de Aquino Cabral A.C., Machado M.V.V., Fernandes C.C.C. (2020) Municipal Public Procurement, Strategy and Sustainable Development. In: Farazmand A. (eds) *Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance*. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_3948-1



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, Белгородская обл., п. Майский, Россия

Вашейкин Игорь Викторович, аспирант кафедры экономики Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, Белгородская обл., п. Майский, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladislav L. Anichin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin,

Igor V. Vashcheykin, Postgraduate student of the Department of Economics Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin,

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

COMPUTER SIMULATION HISTORY

УДК 004.04

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-792-802

Аналитика, инструменты и интеллектуальный анализ больших разнородных и разномасштабных данных

Багутдинов Р.А., Саргсян Н.А., Краснопахтыч М.А.

Профессиональная образовательная организация частное учреждение

«Автомобильно-дорожный колледж»,

Россия, 354051, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, д. 26а/1

E-mail: rav379@mail.ru

Аннотация

В данной работе представлен аналитический анализ и инструменты обработки больших данных, рассмотрены некоторые аспекты интеллектуального анализа различных данных с высокой интенсивностью, форматов и происхождения, неоднозначности, избыточной или недостаточной полноты значений. Авторами рассматриваются актуальные аспекты соответствующего системного и аналитического анализа, рассматривается потенциал слияния разнородных данных. Предоставлены инструменты и традиционные методы интеллектуального анализа данных. Обозначены проблемы разрыва данных, обнаружение выбросов, выявление аномалий данных, непрерывный аудит, стратегии вычислительных кластеров, их аспекты и описание. Выявлено, что проблемы больших данных включают не только разномасштабность данных, но и неоднородность, отсутствие структурной интеграции, качество данных, конфиденциальность, безопасность. Результаты данной работы могут быть полезны в научных изысканиях исследователей, которые сталкиваются с проблемами обработки больших разнородных и разномасштабных данных в различной сфере научных знаний и областей практического применения.

Ключевые слова: обработка больших данных, разнородные данные, разномасштабные данные, интеллектуальный анализ, аналитика данных, экспертные системы, системы обработки данных.

Для цитирования: Багутдинов Р.А., Саргсян Н.А., Краснопахтыч М.А. 2020. Аналитика, инструменты и интеллектуальный анализ больших разнородных и разномасштабных данных. Экономика. Информатика. 47 (4): 792–802. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-792-802.

Analytics, tools and intellectual analysis of large different and differential data

Bagutdinov R.A., Sargsan N.A., Krasnoplakhtych M.A.

Professional educational organization private institution

"Automobile and road college", 26a/1 Yan Fabricius, St, Sochi, 354051, Russia

E-mail: rav379@mail.ru

Abstract

This paper presents analytical analysis and tools for processing big data, considers some aspects of mining various data with high intensity, formats and origin, ambiguity, excessive or insufficient completeness of values. The authors consider the relevant aspects of the relevant system and analytical analysis, and consider the potential for fusion of heterogeneous data. Tools and traditional data mining techniques are provided. The problems of data disruption, outlier detection, data anomaly detection, continuous audit, computational cluster strategies, their aspects and description are identified. It was revealed that the problems of big data include not only different scales of data, but also heterogeneity, lack of structural integration, data quality, confidentiality, security, etc. The results of this

work can be useful in scientific research of researchers who are faced with the problems of processing large heterogeneous and multi-scale data in various fields of scientific knowledge and areas of practical application.

Keywords: big data processing, heterogeneous data, multi-scale data, data mining, data analytics, expert systems, data processing systems.

For citation: Bagutdinov R.A., Sargsan N.A., Krasnoplakhtych M.A. 2020. Analytics, tools and intellectual analysis of large different and differential data. Economics. Information technologies. 47 (4): 792–802 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-792-802.

Введение

Существуют разрывы между большими данными и текущими возможностями анализа данных в системах непрерывного аудита. В частности: огромный объем, высокая скорость и огромное разнообразие вводят пробелы (разрывы) в согласованности данных, идентификации данных и агрегировании данных для связи баз данных в системе непрерывного аудита. Каждый из пробелов создает соответствующие проблемы, указанные в таблице 1. Идентификация данных относится к записям, которые связывают два или более отдельно записанных фрагмента информации об одном и том же человеке или объекте [Багутдинов, 2014, Багутдинов, 2019]. Когда данные структурированы, идентификация проста. Однако идентификация становится затруднительной при аудите больших данных, где большая часть данных может быть неструктурированной. Отсутствие целостности данных обычно связано с недостоверными данными и неполными данными [Багутдинов, 2018, Багутдинов, 2019]. Согласованность данных является наиболее важной проблемой для систем непрерывного аудита больших данных и связана с взаимозависимыми данными между приложениями и всей организацией. Конфиденциальность данных означает, что определенные данные или связи между точками данных являются конфиденциальными и не могут быть переданы другим [Островский, 2018, Островский 2019]. В эпоху больших данных данные могут быть легко связаны с другими данными. После утечки некоторых конфиденциальных данных они могут распространяться с высокой скоростью и связываться с большим количеством связанных данных [Островский, 2020]. Таким образом, конфиденциальность больших данных становится еще более актуальной и важной для сохранения имиджа организации (использующей данные) и обеспечения конкурентного преимущества. Агрегация данных необходима для нормальной работы непрерывного аудита с использованием больших данных для значительного суммирования и упрощения больших данных, которые, поступают из разных источников [Kabacoff, 2015].

Таблица 1
Table 1

Аналитика больших данных Big data analytics

Особенности больших данных	Проблемы в непрерывном аудите	Большой разрыв данных
• объем • разнообразие • скорость • достоверность	• конфликтующие данные, • неполные данные, • данные с различными идентификаторами, • данные в разных форматах, • недостоверные данные, • асинхронные данные, • поиск зашифрованных данных, • аудит зашифрованных данных, • аудит агрегированных данных	• идентификация, • целостность, • согласованность, • конфиденциальность, • агрегирование данных

Неоднородность является одной из важных характеристик больших данных. Данные из разных и различных источников по своей природе обладают множеством различных типов и форм представления, и они могут быть взаимосвязаны, невзаимосвязаны, и представлены непоследовательно. Под обработкой неоднородных больших данных здесь будем также понимать обработку структурированных, полуструктурированных и даже полностью неструктурированных данных одновременно [Zhang, Yang, Appelbaum, 2015]. Большие данные связывают большие объемы и сложные наборы данных с несколькими независимыми источниками. Анализ больших данных может быть проблематичным, поскольку он часто включает сбор и хранение смешанных данных, основанных на различных закономерностях или правилах. Здесь большую роль имеет контекст данных, их описание. Например, существующие данные в производстве не имеют никакого отношения к контексту об истории, расписании, привычках, задачах и местоположении пользователей и т. д. В контексте больших данных контекстуализация может быть привлекательной парадигмой для объединения разнородных потоков данных для улучшения качества процесса добычи или классификации. Кроме того, контекстное описание данных, безусловно, сокращает время обработки и потребление ресурсов путем концентрации процессов генерации больших данных (например, мониторинга реальных ситуаций с помощью различных систем) только на источниках, которые, как ожидается, будут наиболее перспективными (взаимосвязанными) в зависимости от конкретного контекста. Тут стоит выделить три парадокса больших данных [Tak, Gumaste, Kahate, 2015]:

1. Парадокс идентичности – мы стремимся большие данные идентифицировать, выставить метки для простоты их дальнейшей обработки, но это также угрожает их идентичности, может вызвать дополнительные ошибки и неточности в конечном принятии решений. Это парадокс идентичности. Выделение одних данных в отдельную группу может привести к преувеличению групповых (кластерных) различий данных, применение различных методов и специфик обработки этих групп согласно их идентификации, но это же приводит к тому, что незначительные изменения внутри этих групп могут повлиять на конечное решение задачи и привести к множеству различных решений, возрастанию объема данных и усложнению самого процесса обработки разнородных данных.

2. Парадокс прозрачности – аналитика больших данных зависит от небольших данных. Небольшие входные данные агрегируются для получения больших наборов данных. Этот сбор данных происходит незаметно. Большие данные используют эти данные, чтобы сделать обработку более прозрачной, понятной; но в основном все процессы происходят по принципу «черного ящика»; и некоторые процессы, инструменты и методы «непрозрачны», скрыты слоями физической, юридической и технической конфиденциальности.

3. Парадокс власти – датчики больших данных и большие пулы данных находятся преимущественно в руках влиятельных посреднических учреждений, а не обычных людей. Конфиденциальность, автономность, прозрачность и защита личности с самого начала не встроены в большие данные.

Вообще говоря, значения, скрытые в больших данных, зависят от «свежести» данных. Следовательно, должен быть разработан принцип важности, связанный с аналитической ценностью, чтобы решить, какие данные следует отбрасывать, а какие хранить. Для решения проблемы анализа больших данных необходимо выполнить следующее:

1. Загрузка данных – должно быть разработано программное обеспечение для загрузки данных из нескольких и различных источников данных. Система должна иметь дело с распределенной природой данных с одной стороны и нераспределенной природой источника данных. Система должна иметь дело с поврежденными записями и должна предоставлять услуги непрерывного мониторинга.

2. Анализ данных – большинство источников данных предоставляют данные в определенном формате, который необходимо проанализировать. Некоторые форматы, такие как JSON, сложно анализировать, поскольку запись может содержать много строк текста, а не только одну строку на запись.

3. Аналитика данных – решение для анализа больших данных должно поддерживать быстрые итерации для правильного анализа данных.

Типы аналитических методов больших данных включают: описательную аналитику (включающую описание и обобщение моделей знаний); прогнозируемую аналитику (т. е. прогнозирование и статистическое моделирование для определения будущих возможностей и дальнейшей обработки); предписывающую аналитику (т. е. некий программный модуль, который позволит помочь аналитикам в принятии решений на основе данных путем определения действий и оценки их воздействия).

Для обработки больших данных используются распределенные системы, базы данных с массивной параллельной обработкой, нереляционные базы данных или базы данных в памяти. Базы данных параллельной обработки обеспечивают высокую производительность запросов и масштабируемость платформы. Нереляционные базы данных, такие как Not Only SQL, используются для хранения и управления неструктурированными или нереляционными данными и предназначены для масштабирования, гибкости модели данных и упрощенной разработки и развертывания приложений. Базы данных в памяти управляют данными в памяти сервера, обеспечивая возможность ответов в режиме реального времени из базы данных. Кроме того, базы данных в памяти используются для расширенной аналитики больших данных, особенно для ускорения доступа и анализа аналитических моделей [Schotma, Mitwalli, 2013; Jaseena, David, 2014; Kreuter and al., 2015]. Помимо прочего, есть несколько инструментов для работы с большими данными, таких как Hive, Splunk, Tableau, Talend, RapidMiner и MarkLogic. Hive упрощает управление и запрос больших массивов данных, находящихся в распределенном хранилище. Splunk фокусируется на использовании машинных данных, созданных из различных источников, таких как датчики и веб-сайты. Tableau – это инструмент визуализации данных, который позволяет пользователям создавать точечные диаграммы, графики и карты. Talend – это инструмент с открытым исходным кодом для разработки, тестирования и развертывания продуктов для управления данными и интеграции приложений. RapidMiner предоставляет предприятиям централизованное решение с мощным и надежным графическим пользовательским интерфейсом, который позволяет пользователям создавать, поддерживать и предоставлять прогнозную аналитику. MarkLogic может использоваться для обработки больших объемов данных и предоставления пользователям доступа к ним через обновления и оповещения в режиме реального времени [Chen, Mao, Liu, 2017].

Когда скорость становится очень высокой, инструменты с большими данными, вероятно, будут единственным вариантом. Инструменты больших данных способны очень быстро извлекать и анализировать данные из огромных наборов данных, что особенно полезно для быстро меняющихся данных, которые можно анализировать с помощью обработки в памяти. Инструменты больших данных способны распределять сложные задания обработки по большому количеству узлов, уменьшая сложность вычислений [Elgendy, Elragal, 2014]. Oozie и Elastic MapReduce (EMR) с Flume и Zookeeper используются для обработки объема и достоверности данных, которые являются стандартными инструментами управления большими данными [Yusuf, 2017]. MapReduce работает с числовыми и номинальными значениями, однако, алгоритмы должны быть переписаны, и требуется понимание системного проектирования. С помощью YARN Hadoop теперь поддерживаются различные модели программирования, а также почти в реальном времени и в пакетном режиме. Существует множество качественных программных инструментов, позволяющих воспользоваться преимуществами больших данных. Например, Kitenga Analytics Suite от Dell – ведущая в отрасли платформа для поиска и анализа больших данных, которая была разработана для интеграции информации всех типов в легко развертываемые визуализации. Этот инструмент позволяет интегрировать разнородные источники данных и экономически эффективно хранить растущие объемы данных. Kitenga может напрямую анализировать результаты обработки данных, используя инструменты визуализации информации, которые напрямую связаны с файлами, а также индексировать созданные данные и

метаданные в форму с возможностью поиска со встроенными возможностями визуализации [Schotman, 2013]. Часто при обработке больших данных используется одна из следующих трех стратегий [Jaseena, David, 2014]:

1. Внутренний вычислительный кластер. Для долговременного хранения уникальных или конфиденциальных данных часто имеет смысл создавать и поддерживать кластер Apache Hadoop, используя серию сетевых серверов во внутренней сети организации.

2. Внешний вычислительный кластер. В отрасли информационных технологий наблюдается тенденция к передаче элементов инфраструктуры сторонним поставщикам услуг. Некоторые организации упрощают для системных администраторов аренду готовых кластеров Apache и систем хранения данных.

3. Гибридный вычислительный кластер. Распространенным гибридным вариантом является предоставление ресурсов внешнего вычислительного кластера с использованием сервисов для задач анализа больших данных по требованию и создание внутреннего компьютерного кластера для долгосрочного хранения данных.

Анализ больших данных включает в себя несколько отдельных этапов и сопутствующих проблем, некоторые из которых показаны в таблице 2, некоторые проблемы выходят за рамки настоящей работы. Помимо общих технических проблем больших данных, существуют дополнительные проблемы: сделать данные более доступными путем структурирования и добавления метаданных с учетом интеграции отдельных хранилищ данных; решение нормативных вопросов, касающихся владения данными и конфиденциальности данных, в том числе, если мы имеем виду обработку закрытых данных, например, в военной отрасли.

Проблемы больших данных включают не только разномасштабность данных, но и неоднородность, отсутствие структурной интеграции, качество данных, конфиденциальность, безопасность и т. д. Для достижения качественных результатов необходимо использовать целостный, комплексный, системный подход к управлению данными, их анализу и информации.

Таблица 2
Table 2

Аспекты и описание аналитики больших данных
Big data analytics aspects and description

Аспекты	Описание
• основные шаги в анализе больших данных	• получение, запись, очистка, извлечение, интеграция, агрегация, представление, анализ, моделирование, интерпретация
• проблемы во время выполнения шагов обработки	• неоднородность, различие во времени (или несостыковка временных интервалов при получении данных), масштаб, конфиденциальность

Даже если корреляция может оказаться надежной в течение определенного периода времени, аналитика больших данных сама по себе не может дать представление о том, что может привести к нарушению корреляции, или о том, какая модель может появиться на ее месте. Критика аналитики больших данных заключается в том, что существование массивных наборов данных не устраняет традиционные статистические ошибки выборки и смещения выборки. Развитие и повсеместность сенсорных сетей и других источников больших данных вносит свои коррективы в существующие традиционные методы и способы обработки данных. Всё это оказывает влияние на следующее поколение технологий больших данных:

- Глобальный рост сети Интернет, большой объем хаотичных неструктурированных разнородных данных. По мере того, как все больше пользователей подключаются к сети, технологии больших данных должны будут обрабатывать большие объемы данных.

- Обработка в режиме реального времени. В последние годы стали доступны системы потоковой обработки, такие как Apache Storm, которые обеспечивают новые возможности приложений. Здесь стоит остановиться подробнее на актуальных проблемах. Требуется принятие быстрых решений в определенные моменты времени получения непрерывных потоков данных. Такая обработка накладывает специфические требования к методам обработки. Трудность заключается в выявлении конкретных точек отчета (периодов), которые должны иметь максимальное количество информации для получения соответствующего решения, при этом необходимо избегать избыточности данных. Также не совсем понятно какой минимальный и максимальный набор выборки данных нужно получить, чтобы выявить ту или иную закономерность в данных, аномалию или решить требуемую задачу.

- Обработка сложных типов данных. Сложность и суть данных никоим образом не должны влиять на скорость работы алгоритмов и методов больших данных. Вновь создаваемые методы должны легко обрабатывать такие данные, в том числе графические данные и возможные другие типы более сложных структур данных. Это актуально, например, в области астрономии и медицины, где отсрочка получения результатов моделирования на основании обработки данных должна быть строго в определенные сроки. Задержки в получении результата неприемлемы, так как теряют всякий смысл (расчеты моделирования приближающегося астероида, расчеты моделирования процессов сердечной мышцы при вводе импланта и другие).

- Эффективное индексирование. Индексирование является основополагающим для онлайн-поиска данных и поэтому важно для управления большими коллекциями документов и связанных с ними метаданных.

- Динамическая оркестровка сервисов в многосерверном и облачном контекстах. Большинство современных платформ не подходят для облачных вычислений, и обеспечение согласованности данных между различными хранилищами данных является сложной задачей.

- Параллельная обработка данных. Возможность одновременной обработки больших объемов данных очень полезна для одновременной работы с большими объемами пользователей.

Интеллектуальный анализ данных, машинное и глубокое обучение

Обнаружение выбросов (выявление аномалий данных) – одна из задач интеллектуального анализа данных. Это опознавание во время интеллектуального анализа данных редких данных, событий или наблюдений, которые вызывают подозрения ввиду существенного отличия от большей части данных. Компьютерные методы обнаружения выбросов можно разделить на четыре подхода: статистический подход, подход локального выброса на основе плотности, подход на основе расстояния и подход на основе отклонения. Коэффициент локальных выбросов – это алгоритм для определения локальных выбросов на основе плотности. Локальная плотность точки сравнивается с плотностью ее соседей через коэффициент локальных выбросов. Если первое значительно ниже последнего (при значении коэффициента больше единицы), точка находится в более узкой области, чем ее соседи, что говорит о том, что она является выбросом. Недостатком коэффициента локальных выбросов является то, что он работает только с числовыми данными. Еще один способ обнаружения выбросов – кластеризация. Методы кластеризации могут использоваться для идентификации кластеров одной или нескольких записей, которые удалены от других (см. таблицу 3). После группировки данных в кластеры, те данные, которые не назначены каким-либо кластерам, считаются выбросами.

Нечисловые переменные представляют некоторые проблемы, отличные от проблем числовых переменных. Некоторые инструменты, такие как деревья решений, могут обрабатывать такие значения. Другой инструмент, такой как нейронные сети, может обрабатывать только числовое представление значения. Из-за разнообразия типов баз данных некоторые базы данных могут содержать сложные объекты данных, включая временные данные, пространственные данные, данные транзакций, гипертекстовые или мультимедийные данные. Нереально ожидать, что одна система будет обрабатывать все виды данных. Следовательно, для этого существуют разные системы интеллектуального анализа данных для разных видов данных. Существует также

направление исследований, называемое сохранением конфиденциальности, которое направлено на устранение противоречий между большими данными и конфиденциальностью [Kreuter, Berg, Biemer, Decker, Lampe, Lane, O'Neil, Usher, 2015].

Из-за беспрецедентного объема данных или сложности данных часто требуется высокопроизводительный анализ данных. Высокая производительность интеллектуального анализа данных означает использование преимуществ параллельных систем управления базами данных и дополнительных процессоров для повышения производительности. Основной целью параллелизма является улучшение производительности. Есть два основных показателя улучшения производительности. Первый – это пропускная способность – количество задач, которые можно выполнить за заданный интервал времени. Второе – это время ответа – количество времени, которое требуется для выполнения одной задачи с момента ее выполнения. Две меры, как правило, количественно оцениваются по следующим показателям: увеличение и ускорение. Возникает необходимость разработки архитектуры больших данных и аналитики, которая обеспечивает: подход к управлению информацией, объединяющий все формы данных, включая структурированные, полуструктурированные и неструктурированные данные; способна обрабатывать потоки данных в пакетном режиме и в режиме реального времени; проводить высокопроизводительную аналитику в базе данных.

Таблица 3
Table 3

Алгоритмы интеллектуального анализа машинного обучения
Machine learning mining algorithms

Алгоритмы интеллектуального анализа машинного обучения	Преимущества	Недостатки	Примеры здравоохранения
1	2	3	4
Кластеризация на основе плотности	• обрабатывает нестатические и сложные данные, • обнаруживает выбросы и произвольные формы	• медленный, • сложный выбор параметров, • ошибки при обработке больших данных	• биомедицинская кластеризация изображений, • поиск бикликов в сети
Разделение на кластеры	• простой, быстрый, полезный в обработке больших наборов данных	• высокая чувствительность к инициализации, • шум и выбросы	• кластеризация депрессии, риск, • прогноз реадмиссии
Иерархическая кластеризация	• возможность визуализации	• медленный, • с низкой точностью, плохая визуализация для больших данных, • использует огромное количество памяти	• кластеризация микрочипов, • группировка по продолжительности пребывания в больнице
Машина опорных векторов для классификации	• высокая точность	• медленное обучение, вычислительно дорогой	• здоровье детей, • МРТ на основе классификации
Дерево решений для классификации	• просто, легко реализовать	• ограничение, переоснащение	• МРТ, классификация мозга, медицинское прогнозирование

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Нейронная сеть для классификации	• обрабатывает шумные данные, • обнаруживает нелинейные отношения	• медленный, • с низкой точностью, модель черного ящика, вычислительно дорогой	• рак, уровень глюкозы в крови, • прогнозирование, распознавание variability сердечного ритма
Ансамбль для классификации	• позволяет провести прогноз, обобщение, • высокая производительность	• трудно анализировать, вычислительно дорогой	• прогноз смертности, • классификация, медикаментозное лечение • прогноз смертности
Глубокое обучение для классификации	• глубокое обучение для классификации, • обобщение, обучение, • полуконтролируемое обучение, • мультизадачность, • большой набор данных	• трудно интерпретировать, • вычислительно дорогой	• диагностика болезни Альцгеймера, • регистрация МРТ головного мозга, здравоохранение, • принятие решения

Алгоритмы глубокого обучения используют огромное количество неконтролируемых данных для автоматического извлечения сложного представления. Архитектура глубокого обучения способна обобщать нелокальные и глобальные способы. Глубокое обучение позволяет извлекать представления непосредственно из неконтролируемых данных без вмешательства человека. Основным преимуществом глубокого обучения является анализ и изучение огромных объемов неконтролируемых данных, что делает его ценным инструментом для анализа больших данных, где необработанные данные в основном не имеют маркировки и не классифицируются [Zhao, 2012]. Глубокое обучение, высокопроизводительная работа с большими данными, гетерогенные вычисления повышают интеллектуальность вычислений и позволяют решить множество задач. Вопрос состоит в том, какой объем входных данных необходим для обучения и представления данных с помощью алгоритмов глубокого обучения. В таблице 3 представлены преимущества и недостатки глубокого обучения и традиционных алгоритмов интеллектуального анализа данных и машинного обучения на примере области здравоохранения. При обработке больших разнородных и разномасштабных данных традиционными методами интеллектуального анализа данных и машинного обучения существуют проблемы при обработке данных большого размера или недостаточностью данных, а также данных, не классифицированных и не контролируемых, неструктурированных, и т. д. Поэтому они имеют ограничения в аналитике больших данных.

Заключение

Для повышения качества данных важно разработать эффективные подходы к очистке больших данных, необходимо использовать целостный, комплексный, системный подход к управлению данными, их анализу и информации. Метод главных компонент или факторный анализ часто используются для уменьшения размера данных. Неоднородность больших данных также означает одновременную работу со структурированными, полуструктурированными и неструктурированными данными. На каждом этапе анализа больших данных возникают проблемы. К ним относятся обработка в реальном времени, обработка сложных типов данных, одновременная обработка данных и т. д. Традиционные методы

интеллектуального анализа данных и машинного обучения имеют ограничения в аналитике больших данных. Глубокое обучение способно к анализу и изучению огромных объемов неконтролируемых данных; следовательно, он имеет потенциал в аналитике больших данных, где необработанные данные в основном не имеют маркировки и не классифицированы. Конфликты между аналитикой больших данных, гетерогенными вычислениями, высокопроизводительными вычислениями и глубоким обучением являются актуальной задачей обработки разнородных больших данных.

Список литературы

1. Багутдинов Р.А. Исследование новейших информационно-коммуникативных технологий в среднем профессиональном образовании. В сборнике: Научный поиск в XXI веке. Материалы I международной научной конференции по евразийскому научному сотрудничеству. Под редакцией В.А. Должикова. 2014. С. 39–42.
2. Багутдинов Р.А. Проектирование модульной мультисенсорной системы для задач мониторинга окружающей среды на базе Arduino. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2019. 46 (1): 173–180.
3. Багутдинов Р.А. Подход к обработке, классификации и обнаружению новых классов и аномалий в разнородных и разномасштабных потоках данных. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018. 45 (3): 85–93.
4. Багутдинов Р.А. Разработка мультисенсорной системы для задач мониторинга и интерпретации разнородных данных. Системный администратор. 2019. 3 (196): 82–85.
5. Островский О.А. Алгоритм мероприятий по анализу ситуации при подозрении в совершении преступлений в сфере компьютерной информации с учетом специфики источников данных этой информации. Право и политика. 2018. 10: 32–37.
6. Островский О.А. Аспекты современных проблем расследования преступлений, связанных с изъятием цифровых следов и предоставлением соответствующих доказательств. Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. 3: 146–151.
7. Островский О.А., Шевелева И.А. Проблематика формирования и правового регулирования больших данных в исследовании информационных цифровых следов. В сборнике: Уголовное производство: процессуальная теория и криминалистическая практика. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Отв. редакторы М.А. Михайлов, Т.В. Омельченко. 2020. С. 57–59.
8. Kabacoff R. R. Data analysis and graphics with. Manning Publications Co.; 2015 Mar 3.
9. Zhang J, Yang X, Appelbaum D. Toward effective Big Data analysis in continuous auditing. Accounting Horizons. 2015 Jun; 29 (2): 469–76.
10. Tak PA, Gumaste SV, Kahate SA. The Challenging View of Big Data Mining. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 5 (5), May 2015, 1178–1181.
11. Chen M, Mao S, Liu Y. Big data: A survey. Mobile Networks and Applications. 2017 Apr 1; 19 (2): 171–209.
12. Elgendy N., Elragal A. Big Data Analytics: A Literature Review Paper. P. Perner (Ed.): ICDM 2014, LNAI 8557. Springer International Publishing Switzerland, 2014, 214–227.
13. Yusuf Perwej. An Experiential Study of the Big Data. International Transaction of Electrical and Computer Engineers System, 2017, 4 (1): 14–25 (28).
14. Schotman R, Mitwalli A. Big Data for Marketing: When is Big Data the right choice? Canopy – The Open Cloud Company, 2013, p8.
15. Jaseena KU, David JM. Issues, challenges, and solutions: big data mining. NeTCoM, CSIT, GRAPH-HOC, SPTM–2014. 2014: 131–40.
16. Kreuter F, Berg M, Biemer P, Decker P, Lampe C, Lane J, O'Neil C, Usher A. AAPOR Report on Big Data. Mathematica Policy Research; 2015 Feb 12.
17. Zhao Y. R. Data mining: Examples and case studies. Academic Press; 2012 Dec31.

References

1. Bagutdinov R.A. Research of the latest information and communication technologies in secondary vocational education. In the collection: Scientific search in the XXI century. Materials of the I International

Scientific Conference on Eurasian Scientific Cooperation. Edited by V.A. Dolzhikova. 2014. S. 39–42. (in Russian)

2. Bagutdinov R.A. Designing a modular multisensor system for environmental monitoring tasks based on Arduino. Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Economics. Informatics. 2019. 46 (1): 173–180. (in Russian)

3. Bagutdinov R.A. An approach to processing, classification and detection of new classes and anomalies in heterogeneous and multi-scale data streams. Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science. 2018. 45 (3): 85–93. (in Russian)

4. Bagutdinov R.A. Development of a multisensor system for monitoring and interpretation of heterogeneous data. System administrator. 2019. 3 (196): 82–85. (in Russian)

5. Ostrovsky O.A. Algorithm of measures to analyze the situation in case of suspicion of committing crimes in the field of computer information, taking into account the specifics of the data sources of this information. Law and Politics. 2018. 10: 32–37. (in Russian)

6. Ostrovsky O.A. Aspects of modern problems of investigating crimes related to the removal of digital traces and the provision of relevant evidence. Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2019. 3: 146–151. (in Russian)

7. Ostrovsky O.A., Sheveleva I.A. Problems of the formation and legal regulation of big data in the study of digital information traces. In the collection: Criminal proceedings: procedural theory and forensic practice. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Resp. editors M.A. Mikhailov, T.V. Omelchenko. 2020. S. 57–59. (in Russian)

8. Kabacoff R. R. Data analysis and graphics with. Manning Publications Co.; 2015 Mar 3.

9. Zhang J, Yang X, Appelbaum D. Toward effective Big Data analysis in continuous auditing. Accounting Horizons. 2015 Jun; 29(2): 469–76.

10. Tak PA, Gumaste SV, Kahate SA. The Challenging View of Big Data Mining. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 5(5), May 2015, 1178–1181.

11. Chen M, Mao S, Liu Y. Big data: A survey. Mobile Networks and Applications. 2017 Apr 1; 19 (2): 171–209.

12. Elgendy N., Elragal A. Big Data Analytics: A Literature Review Paper. P. Perner (Ed.): ICDM 2014, LNAI 8557. Springer International Publishing Switzerland, 2014, 214–227.

13. Yusuf Perwej. An Experiential Study of the Big Data. International Transaction of Electrical and Computer Engineers System, 2017, 4 (1): 14–25 (28).

14. Schotman R, Mitwalli A. Big Data for Marketing: When is Big Data the right choice? Canopy – The Open Cloud Company, 2013, p8.

15. Jaseena KU, David JM. Issues, challenges, and solutions: big data mining. NeTCoM, CSIT, GRAPH-HOC, SPTM–2014. 2014: 131–40.

16. Kreuter F, Berg M, Biemer P, Decker P, Lampe C, Lane J, O'Neil C, Usher A. AAPOR Report on Big Data. Mathematica Policy Research; 2015 Feb 12.

17. Zhao Y. R. Data mining: Examples and case studies. Academic Press; 2012 Dec31.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Багутдинов Равиль Анатольевич, преподаватель электротехники и электроники, информатики и информационных технологий в профессиональной деятельности, научный руководитель, соискатель ученой степени кандидат технических наук, «Исследователь, Преподаватель-исследователь» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», магистр по направлению 223200 «Техническая физика». Профессиональная образовательная организация частное учреждение «Автомобильно-дорожный колледж», Сочи, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ravil A. Bagutdinov, Teacher of electrical engineering and electronics, computer science and information technology in professional activities, scientific advisor, candidate for a Ph.D. degree in science, "Researcher, Teacher-researcher" in the direction 09.06.01 "Informatics and computer technology", specialty 05.13.01 " System analysis, management and information processing ", master in the direction 223200 " Technical physics". Professional educational organization Private institution "Automobile and road college". Sochi, Russia



Саргсян Нарек Арутюнович, студент 2 курса, по специальности 08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов». Профессиональная образовательная организация частное учреждение «Автомобильно-дорожный колледж», Сочи, Россия

Краснопахтыч Максим Александрович, студент 2 курса по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта». Профессиональная образовательная организация частное учреждение «Автомобильно-дорожный колледж», Сочи, Россия

Narek A. Sargsan, 2nd year student, specialty 08.02.05 "Construction and operation of highways and airfields". Professional educational organization Private institution "Automobile and road college". Sochi, Russia

Maxim A. Krasnoplakhtych, 2nd year student, specialty 23.02.03 "Maintenance and repair of motor vehicles". Professional educational organization Private institution "Automobile and road college". Sochi, Russia

УДК 004.9

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-803-815

Метод сегментации перекрывающихся форменных элементов крови на микроскопических медицинских изображениях

Батищев Д.С., Михелев В.М., Утянский А.А.

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

Аннотация

В статье рассматривается решение задачи эритроцитометрии с использованием методов компьютерного зрения. Для проведения эритроцитометрии необходимо выделить эритроциты на микроскопическом изображении крови и затем вычислить такие их параметры как диаметр, объём и толщину. Основная проблема при подсчете площадей эритроцитов заключается в том, что они могут перекрываться друг другом, а также изменять свою форму в некотором диапазоне. Предлагаемый подход на первом этапе предусматривает предобработку микроскопических изображений клеток крови. Затем выполняется разделение контура группы перекрывающихся объектов на множество сегментов, разделенных специальными точками, так называемыми вогнутыми точками. Предложен комбинированный подход для извлечения контурных доказательств, который основан на обнаружении вогнутых точек с помощью анализа кривизны, использовании проверки на вогнутость и эффективной процедуры поиска. Затем предлагается использовать метод группировки сегментов, чтобы найти группу сегментов контура, которые вместе образуют объект эллиптической формы. Группировка сегментов подразумевает перебор предварительно отобранных сегментов контура с целью возможности их объединить в единый замкнутый объект. Приведенное тестирование алгоритма сегментации перекрывающихся друг друга эритроцитов на микроскопических изображениях, выполненное на 24 реальных микроскопических медицинских изображениях крови, показало эффективность разработанного метода.

Ключевые слова: эритроцитометрия, компьютерное зрение, микроскопическое изображение крови, перекрывающиеся объекты, вогнутые точки, анализ кривизны, объект эллиптической формы.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 19-07-00133 А.

Для цитирования: Батищев Д.С., Михелев В.М., Утянский А.А. 2020. Метод сегментации перекрывающихся форменных элементов крови на микроскопических медицинских изображениях. Экономика. Информатика. 47 (4): 803–815. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-803-815.

Method of segmentation of overlapping blood cells on microscopic medical images

Batishchev D.S., Mihelev V.M., Utyanskij A.A.

Belgorod National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: batishchev@bsu.edu.ru

Abstract

The article discusses the solution to the problem of erythrocytometry using computer vision methods. To carry out erythrocytometry, it is necessary to isolate erythrocytes on a microscopic image of blood and then calculate their parameters such as diameter, volume and thickness. The main problem when calculating the areas of red blood cells is that they can overlap each other, and also change their shape in a certain range. At the first stage, the proposed approach provides for the preprocessing of microscopic images of blood cells. Then, the outline of a group of overlapping objects is divided into many segments, separated by special points, the so-called

concave points. A combined approach is proposed for extracting contour evidence, which is based on the detection of concave points using curvature analysis, the use of concavity testing and an efficient search procedure. It is then suggested to use the segment grouping method to find a group of path segments that together form an elliptical object. Segment grouping means iterating over preselected contour segments in order to be able to combine them into a single closed object. The testing of the segmentation algorithm for overlapping erythrocytes in microscopic images on 24 real microscopic medical images of blood showed the effectiveness of the developed method.

Keywords: erythrocytometry, computer vision, blood microscopic image, overlapping objects, concave points, curvature analysis, elliptical object.

Acknowledgements: this work was carried out with the financial support of the RFBR grant 19-07-00133 A.

For citation: Batishchev D.S., Mihelev V.M., Utyanskij A.A. 2020. Method of segmentation of overlapping blood cells on microscopic medical images. Economics. Information technologies. 47 (4): 803–815 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-803-815.

Введение

В задачах анализа изображений клеток крови, полученных с помощью микроскопа, в рамках цитологических исследований часто возникает необходимость подсчета количества клеток определенного типа. При исследовании препаратов крови важной задачей является подсчет количества эритроцитов, исходя из этого показателя можно диагностировать нарушения в кроветворении или повреждения эритроцитов вследствие различных факторов. Одним из важных диагностических исследований для установления правильного и точного диагноза является измерение диаметра эритроцитов – эритроцитометрия [Камышников, 2015]. Графическое изображение соотношения содержания в крови эритроцитов с различными диаметрами называют эритроцитометрической кривой Прайс-Джонса, которая у практически здоровых людей носит характер нормального распределения. При этом ключевым этапом диагностики любого вида анемии является оценка морфологии эритроцитов. Основная проблема при подсчете площадей эритроцитов [Батищев и др., 2108] заключается в том, что они могут перекрываться друг другом [Park et al., 2013], а также изменять свою форму в некотором диапазоне. Наличие различных шумов и посторонних объектов в поле зрения микроскопа дополнительно усложняет анализ изображения.

Таким образом, очевидно, что разработка методов сегментации перекрывающихся форменных элементов крови на микроскопических медицинских изображениях и их программно-алгоритмическая реализация на основе компьютерного зрения является актуальной задачей для решения перечисленных выше проблем.

Теоретические основы

Для проведения эритроцитометрии необходимо выделить эритроциты на изображении крови и затем вычислить такие их параметры, как диаметр, объем и толщину. Основной проблемой при сегментации эритроцитов, часто возникающей на практике, является то, что на микроскопическом изображении крови некоторые эритроциты могут перекрывать друг друга [Липунова, Скоркина, 2004].

Предполагается, что цвет эритроцитов четко отличается от фона изображения, а их контуры имеют приблизительно эллиптические формы. Предлагается для сегментации частично перекрывающихся объектов предварительно решить задачу извлечения контурных данных, а затем выполнить оценку контуров.

Для извлечения контурных данных необходимо выполнить два этапа: первый – сегментация контура, второй – группировка сегмента. На первом этапе контуры объекта

делятся на отдельные сегменты. На втором этапе выполняется проверка доказательства наличия контура путем объединения найденных ранее сегментов контура, которые принадлежат одному и тому же объекту. Как только доказательство наличия контура получено, то выполняется оценка контура в результате чего наблюдаемые объекты моделируются в форме объектов эллиптической формы. Предлагается новый комбинированный подход для извлечения контурных доказательств, который основан на обнаружении вогнутых точек с помощью анализа кривизны, использовании проверки на вогнутость и эффективной процедуры поиска.

Сегментация перекрывающихся объектов. Предлагаемый подход на первом этапе предусматривает предобработку микроскопических изображений клеток крови. Для этого при создании силуэта изображения используется бинаризация изображения путем подавления фона на основе метода Оцу [Otsu, 1979] и морфологическая обработка для сглаживания границ объекта [Сойникова и др., 2018]. Карта границ исследуемых объектов строится с использованием детектора краев Канни [Canny, 1986; Сойникова и др., 2016].

На этапе получения доказательства наличия контура граничные точки, которые принадлежали каждому объекту, группируются с использованием вогнутых точек [Кудрявцев, 1981] и свойств подогнанных эллипсов [Zhang, 2012]. Когда доказательство наличия контура будет получено, тогда выполняется оценка этого контура и осуществляется дорисовка недостающих частей перекрывающихся объектов.

Извлечение контурных доказательств. Вначале происходит извлечение данных контура, содержащего видимые части границ объектов, которые затем можно использовать для вывода перекрытых (невидимых) частей перекрывающихся объектов. Извлечение данных о наличии контура включает две отдельные задачи: сегментация контура и группирование сегмента.

Контурная сегментация. Частичное перекрытие между двумя или более объектами эллиптической формы приводит к вогнутой форме с вогнутыми краевыми точками, которые соответствуют пересечениям границ объекта. Именно эти вогнутые точки используются для сегментирования контура перекрывающихся объектов.

Предлагается, что после нахождения края изображения детектором краев Канни [Canny, 1986], вогнутые точки определяются путем обнаружения угловых точек с последующей проверкой их на вогнутость. Угловые точки обнаруживаются с использованием метода модифицированного пространства кривизны, основанного на анализе кривизны [He, Yung, 2004]. Данный метод позволяет определить точки с максимальной кривизной, лежащие как в вогнутой, так и в выпуклой областях контуров объекта. Так как нас интересуют только вогнутые точки, соединяющие контуры перекрывающихся объектов, обнаруженные угловые точки проверяются на то, находятся ли они на вогнутых областях [Zafari, 2015a; Zafari, 2017].

Обозначим обнаруженную угловую точку через p_i , а две смежные точки контура через p_{i-k} и p_{i+k} . Угловая точка p_i квалифицируется как вогнутая, если линия, соединяющая точки p_{i-k} и p_{i+k} , не находится внутри объекта. Полученные вогнутые точки затем будут использоваться для разбиения контуров объекта на сегменты контура. На рисунке 1 показан пример извлечения вогнутой точки и сегментации контура.

Группировка сегментов. Из-за существующих перекрытий между объектами один объект может создавать несколько сегментов контура. Группировка сегментов необходима для объединения всех контурных сегментов, принадлежащих одному объекту. Основная идея предлагаемого метода группировки сегментов состоит в том, чтобы найти группу сегментов контура, которые вместе образуют объект эллиптической формы. Группировка сегментов подразумевает перебор предварительно отобранных сегментов контура с целью возможности их объединения в единый замкнутый объект. Для оптимизации процесса группировки предлагается использовать ограниченное пространство поиска. Сегмент контура в процессе группировки рассматривается только находящийся рядом с соседними сегментами. Два

сегмента считаются соседними, если евклидово расстояние между их центральными точками меньше заданного порогового значения.

Группировка сегментов контура осуществляется в процессе подбора эллипса [Zafari, 2015a]. При наличии пары контурных сегментов, s_i и s_j , и функции, измеряющей качество подгонки эллипса, сегмент s_i группируется с сегментом s_j , если вычисленное качество эллипса, подогнанного к сегментам соединения, выше, чем качество эллипса, установленного на каждый отдельный сегмент контура в отдельности.

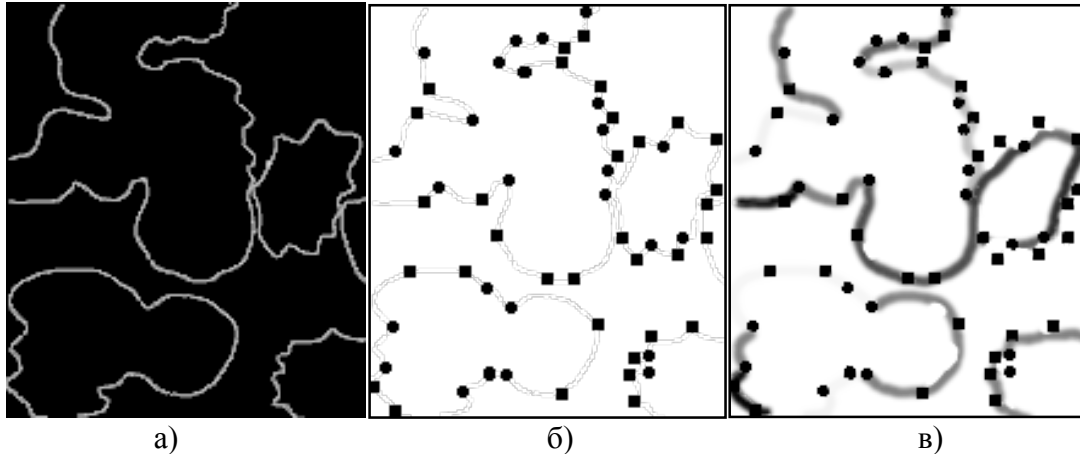


Рис. 1. Сегментация контура: (а) карта объектов; (б) испытание на вогнутость для извлечения вогнутых углов и удаленных выпуклых углов; (в) сегментация контура по вогнутым точкам
Fig. 1. Segmentation of the contour: (a) map of objects; (b) a concavity test to extract concave corners and distant convex corners; (c) segmentation of the contour by concave points

Достоверность соответствия описывается как среднее отклонение расстояния (ADD), которое измеряет расхождение между подобранной кривой и точками-кандидатами на контуре [Zhang et al., 2012]. Более низкое значение ADD указывает на более высокую степень соответствия, и поэтому объединенное правило для выполнения группировки сегментов в терминах ADD определяется как

$$\begin{aligned} ADD_{s_i U s_j} &\leq ADD_{s_i} \\ ADD_{s_i U s_j} &\leq ADD_{s_j}, \end{aligned} \quad (1)$$

где значение ADD определяется следующим образом для заданного отрезка контура s_i , состоящего из n точек,

$$s_i = \{p_k(x_k, y_k)\}_{k=1}^n,$$

и соответствующие подогнанные точки эллипса

$$s_{f,i} = \{p_{f,k}(x_{f,k}, y_{f,k})\}_{k=1}^n, ADD_{s_i}$$

определяется как

$$ADD_{s_i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \sqrt{(x_k - x_{f,k})^2 + (y_k - y_{f,k})^2}. \quad (2)$$

В преобразованной системе координат

$$\begin{bmatrix} x'_k \\ y'_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k & x_{eo} \\ y_k & y_{eo} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Уравнение (1) может быть упрощено до

$$ADD_{si} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \sqrt{(x_k - x_{j,k})^2 + (y_k - y_{j,k})^2}, \quad (4)$$

где D_k определяется как

$$D_k^2 = \frac{x_k'^2}{a^2} + \frac{y_k'^2}{b^2}, \quad (5)$$

где a , b , (x_{eo}, y_{eo}) и θ являются параметрами эллипса, это – длина большой полуоси, длина малой полуоси, координаты центра эллипса и угол ориентации эллипса относительно оси x . Однако использование критерия ADD (4) для группировки сегментов может привести к нежелательным результатам, если точки контура не соответствуют модели эллипса. Для решения этой проблемы необходимы дополнительные правила.

В том случае, если обрабатываются два сегмента контура с целью их группировки, то сегмент с большей длиной должен обеспечивать больший вклад в рассматриваемый критерий, чем сегмент с более короткой длиной. Исходя из этого предположения, параметр, представляющий длину сегментов контура, добавляется к критерию группировки. Предполагая, что контурный сегмент s_i длиннее контурного сегмента s_j , уравнение (1) заменяется следующим соотношением

$$ADD_{s_i u s_j} \leq w_i ADD_{s_i} \quad (6)$$

$$ADD_{s_i u s_j} \leq w_i ADD_{s_j},$$

где

$$w_i = \frac{l_i}{l_i + l_j},$$

l_i и l_j – длины отрезков контура s_i и s_j соответственно.

Надо отметить, что отдельные сегменты контура, находящиеся в непосредственной близости друг к другу, с меньшей вероятностью представляют один объект, и поэтому они не должны объединяться. Однако, два сегмента контура, модели эллипса которых находятся на очень большом расстоянии друг от друга, также не должны группироваться.

Поэтому, следуя этим соглашениям [Bai et al., 2009] и будучи заинтересованным в группировании сегментов близкого контура, предлагается применить два дополнительных правила.

Обозначим центры эллипса для отрезков контура s_i , s_j и s_{ij} через e_i , e_j и e_{ij} соответственно. Тогда сегменты контура s_i и s_j не должны группироваться как один сегмент, при условии, что, во-первых, расстояние от центра эллипса комбинированных сегментов контура e_{ij} до центра его элементов e_i и e_j больше заданного порога t_1 :

$$d(e_i, e_{ij}) > t_1 \quad (7)$$

$$d(e_j, e_{ij}) > t_1$$

и во-вторых, расстояние между их соответствующими центрами эллипса больше, чем предопределенный порог t_2

$$d(e_i, e_j) > t_2 \quad (8)$$

где $d(p_1, p_2)$ – евклидово расстояние между точками p_1 и p_2 .

Значение t_1 может быть определено с использованием свойств объекта и обычно близко к длине малой оси подогнанных эллипсов. Значение t_2 должно быть установлено таким образом, чтобы не допустить группирования контура сегмента, принадлежащего разным объектам, это обычно достигается при t_2 в 2,5–4 раза выше, чем порог t_1 .

Оценка контура. Последним этапом предлагаемого метода является оценка контура [Fitzgibbon et al., 1999], когда на основе визуальной информации, полученной на предыдущем этапе, оцениваются недостающие части контуров объекта. Подгонка эллипса является очень распространенным подходом в сегментации перекрывающихся объектов. Наиболее эффективные современные методы подбора эллипса, основанные на граничных точках формы, обычно решаются с помощью классической задачи наименьших квадратов. Поэтому оценка контура выполняется с помощью метода прямой подгонки по методу наименьших квадратов, где частично наблюдаемые объекты моделируются в форме объектов эллиптической формы. На рисунке 2 показан пример оценки контура, примененной к доказательствам контура.

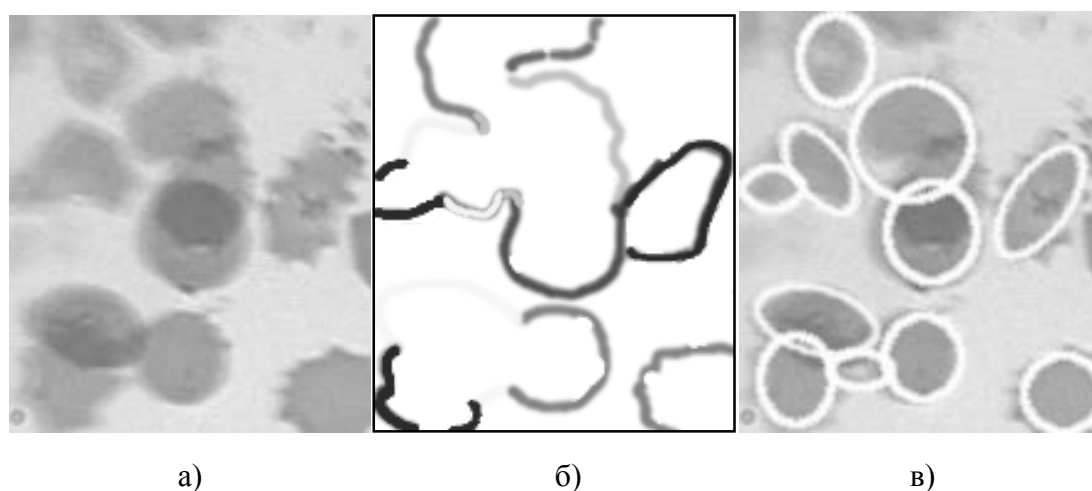


Рис. 2. Оценка контура: (а) исходное изображение; б) извлечение контурных доказательств; в) оценка контура

Fig. 2. Evaluation of the contour: (a) original image; b) extracting contour evidence; (c) contour estimate

Разработка метода сегментации

Блок-схема сегментации перекрывающихся объектов на изображении представлена на рисунке 3. Идея метода решения поставленной задачи заключается в разделении контура группы перекрывающихся объектов на множество сегментов, разделенных специальными точками, так называемыми вогнутыми точками. Далее приведено описание основных этапов рассматриваемого метода.

Разделение изображения на отдельные области. На этом этапе производится поиск контуров на бинарном изображении. Для нахождения контуров предлагается использовать алгоритм Сатоши Сузуки [Suzuki, Abe, 1985], который позволяет определить иерархические отношения между контурами. Таким образом, можно определить, когда контур одного объекта вложен в другой. Данная ситуация при исследовании клеток крови обычно возникает при наличии на изображении двояковогнутых эритроцитов. В таком случае вогнутость эритроцита при засветке может не фиксироваться камерой, из-за чего получается объект с отверстием. Алгоритм Сузуки примет их за два объекта и поэтому необходимо удалить такие вложенные контуры из области интереса.

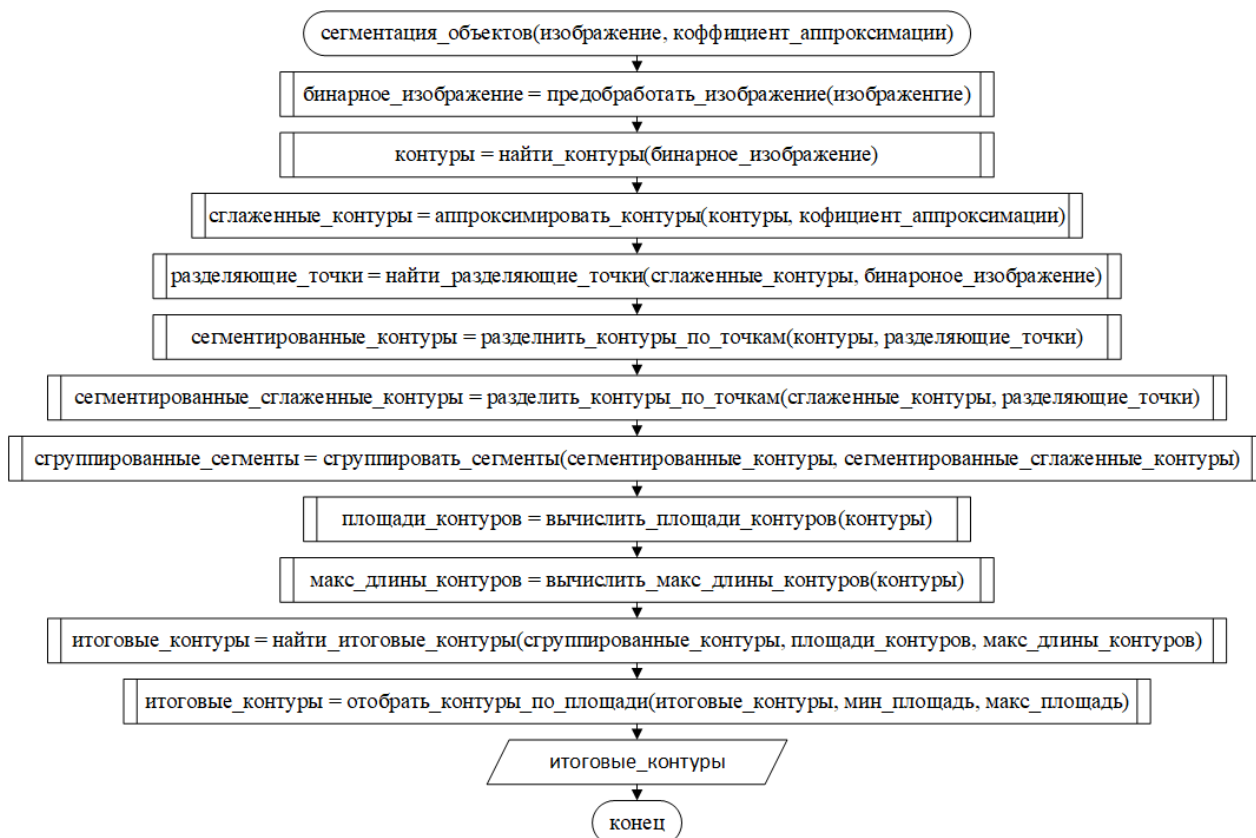


Рис. 3. Блок-схема сегментации перекрывающихся объектов на изображении
Fig. 3. Block diagram of segmentation of overlapping objects in the image

Предварительная обработка изображения. В начале проводится перевод изображения в цветовое пространство HSL (Hue, Saturation, Lightness). Перевод изображения производится по следующим формулам (9).

$$L = \frac{\text{Max}(R, G, B) + \text{Min}(R, G, B)}{2}$$

$$S = \begin{cases} \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B) + \text{Min}(R, G, B)}, & \text{if } L < 0.5 \\ \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{2} - (\text{Max}(R, G, B) + \text{Min}(R, G, B)), & \text{if } L \geq 0.5 \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 60 \cdot (G - B) / S, & \text{if } R = \text{Max}(R, G, B) \\ 120 + 60 \cdot (B - R) / S, & \text{if } G = \text{Max}(R, G, B) \\ 240 + 60 \cdot (R - G) / S, & \text{if } B = \text{Max}(R, G, B) \end{cases} \quad (9)$$

где R, G, B – значения цвета в цветовой модели RGB, значения в диапазоне $[0:1]$, S – насыщенность $[0:1]$, H – тон $[0: 360]$, L – светлота $[0:1]$.

Затем из полученного изображения выделяем один канал. В данном случае будем использовать L-канал.

Удаление фона изображения. Удаление фона изображения выполняется, чтобы сгладить перепады между группами соседних пикселей, которые могут возникнуть на

изображениях в случае неравномерного освещения. Сглаживание изображения выполняем с помощью размытия по Гауссу [Гонсалес, Вудс, 2005].

На следующем повышаем контрастность изображения для того, чтобы после удаления фона изображения оставить основные объекты. Для этого используем адаптивную эквализацию гистограммы с ограничением CLAHE [Stephen et al., 1987].

После повышения контрастности между фоном и объектами можно удалить фон изображения по следующему правилу (10):

$$x_i = \begin{cases} 255, & x_i \geq \text{mean}(X) \times 0.9 \\ x_i, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (10)$$

где x_i – светимость i – го пикселя, X – множество всех пикселей

Бинаризация. Для того, чтобы отнести пиксель на полутоновом изображении к какому-либо значению, используется порог (11):

$$x_i = \begin{cases} 0, & x_i \leq \text{threshold} \\ 1, & x_i > \text{threshold} \end{cases} \quad (11)$$

где x_i – значение i – го пикселя, threshold – порог бинаризации

Выбор порога сегментации предлагается определять по методу Оцу.

Аппроксимация контуров. Аппроксимацию контуров необходимо выполнять для их сглаживания. Данная операция позволяет избавиться от неровностей контуров объектов, которые часто присутствуют в исследуемой предметной области. Для аппроксимации контуров используется алгоритм Рамера – Дугласа – Пекара [Ramer, 1972; Douglas, Thomas, 1973]. Данный алгоритм позволяет с использованием метода наименьших квадратов по данной ломаной кривой построить аппроксимирующую ломаную с меньшим числом точек искривления. Алгоритм определяет расхождение, которое вычисляется по максимальному расстоянию между исходными и упрощёнными кривыми.

Группировка сегментов, которые являются частями одного элемента. На этом этапе выполняется группировка сегментов, которые принадлежат одному объекту. Алгоритм группировки сегментов выполняет итерации по каждой паре контурного сегмента, проверяя, могут ли они быть объединены в один эллипс. Надо отметить, что данный алгоритм перебора отнимает много времени для нахождения решения. В качестве показателя для группировки сегментов используется критерий среднего отклонения расстояния (ADD) [Zhang et al., 2012]. ADD основан на эвристике, согласно которой все искомые контуры имеют эллиптическую форму. Метод объединяет две группы сегментов, если значение ADD каждой группы выше, чем значение ADD объединенных групп. Для решения проблемы большого количества перестановок предлагается использовать две эвристики. Первый подход позволяет ограничить пространство поиска, согласно правилу, что расстояние между центрами сегментов меньше предварительно определенного некоторого порогового значения. Второй подход основан на алгоритме оптимизации ветвей и границ. В этом случае сегменты каждого контура будут группироваться независимо друг от друга. При этом сегменты, принадлежащие одному контуру, не будут группироваться с сегментами другого контура. После завершения процесса группировки у каждого контура будет одна или более групп контуров. Несколько сегментов может быть получено в том случае, если сегменты: не пересекают других сегментов; не являются соседними; образуют выпуклую фигуру.

Оценка полного контура объекта с помощью подбора эллипса. Для реализации данного алгоритма необходимы следующие параметры: площадь контура и максимальная длина контура. Эти данные необходимы для сравнения с подобранными контурами, и, если параметры подобранных контуров будут превышать найденные, то такие контуры исключаются. В качестве способа оценки контура используется метод подбора эллипса. Этот

метод основан на том, предполагается, что перекрывающиеся объекты имеют форму близкую к эллиптической. Подбор параметров эллипса основан на минимизации суммы расстояний между точками контуров и эллипсом.

Предлагается оценку контуров к группам сегментов осуществлять тремя способами. Во-первых, если сегмент в контуре один, тогда итоговым контуром будет являться данный сегмент. Во-вторых, если в группе найден только один контур и расстояние между начальной и конечной точкой невелико, то тогда для группы сегментов итоговым контуром будет являться именно этот сегмент. В-третьих, если в группе найдено несколько сегментов, то тогда к данной группе будет подобран эллипс по способу, предложенному Эндрю Фитцгibbonом [Fitzgibbon et al., 1999].

Исследование работоспособности метода сегментации

Тестирование алгоритма сегментации перекрывающихся друг друга эритроцитов на микроскопических изображениях проведено на 24 реальных медицинских изображениях клеток крови, при этом данные изображения были разделены на 4 группы. Для каждой группы были определены следующие параметры: четкость и контрастность изображения, количество перекрывающихся объектов на изображении, наличие шумов.

Предложено оценивать результаты сегментирования объектов на изображении по стобалльной шкале с использованием следующего выражения.

$$S = 100 \times \frac{N - K - F - E \times 0.5}{N}, \quad (12)$$

где K – количество нераспознанных объектов, N – эталонное количество объектов на изображении, E – количество объектов, чей контур заметно отличается от эталонного, F – количество ложных распознаваний.

Коэффициент аппроксимации (сглаживания) подбирался эмпирическим путём. На рисунке 4 представлен пример сегментации объектов на изображениях из 3-й группы.

Результаты тестирования алгоритма сегментации объектов представлены в таблице 1. Показано, что на изображениях для различных групп, алгоритм сегментации определяет 86,05 % объектов, что можно считать удовлетворительным результатом. При этом на качество сегментирования объектов влияет как качество самого изображения и наличие посторонних частиц, так и количество эритроцитов, их форма, а также насколько часто эритроциты накладываются друг на друга.

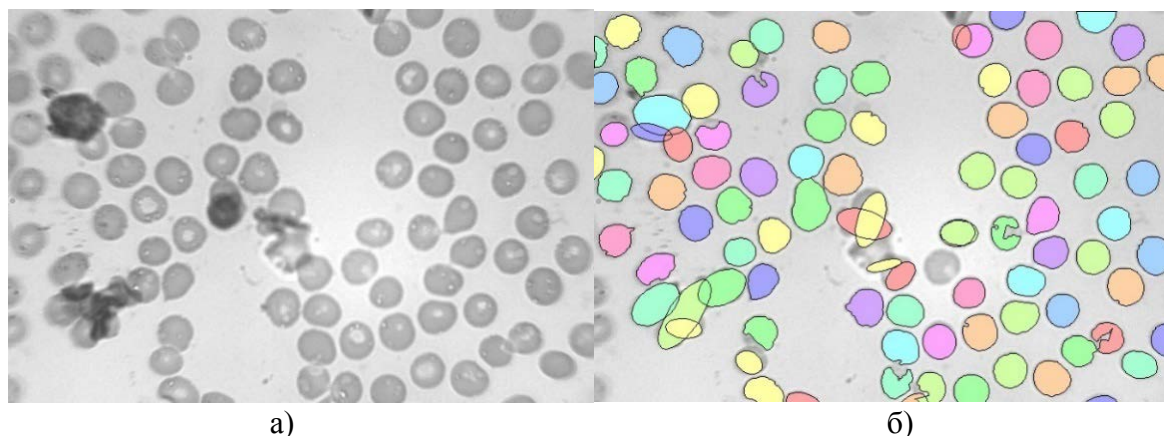


Рис. 4. Тестирование алгоритма сегментации на изображении из 3-й группы:

а) – исходное изображение; б) – коэффициент аппроксимации 3,7

Fig. 4. Testing the segmentation algorithm on the image from the 3rd group: a) – the original image; b) – coefficient of approximation 3.7

Таблица 1
Table 1

Результаты тестирования алгоритма сегментации
Segmentation algorithm test results

№	Коэффициент аппроксимации	Количество объектов	Количество найденных объектов	Количество пропущенных объектов	Количество ложных срабатываний	Количество неточно найденных объектов	Успешно распознанных объектов (max 100)
1	2	3	4	5	6	7	8
1-я группа изображений							
1	3	125	122	3	0	3	96.40
2	8	107	102	6	1	2	92.52
3	5	122	114	8	0	2	92.62
4	4	115	110	7	2	2	91.30
5	5	115	112	3	0	0	97.39
6	8	112	106	9	3	1	88.84
Среднее							93.18
2-я группа изображений							
1	8	106	98	9	1	1	90.09
2	4	140	129	13	3	5	86.79
3	4	141	129	15	3	1	86.88
4	3	125	113	12	0	7	87.60
5	5	138	130	12	4	3	87.32
6	4	144	138	6	0	4	94.44
Среднее							88.85
3-я группа изображений							
1	4	114	106	9	1	5	89.04
2	4	151	141	13	3	10	86.09
3	5	157	147	21	11	16	74.52
4	5	137	125	12	0	3	90.15
5	3	133	123	16	6	12	78.95
6	5	159	146	14	1	4	89.31
Среднее							84.68
4-я группа изображений							
1	3	184	179	9	4	9	90.49
2	3	175	169	11	5	13	87.14
3	3	163	106	58	1	8	61.35
4	5	158	135	25	2	18	77.22
5	3	159	149	14	4	8	86.16
6	3	119	92	33	6	11	62.61
Среднее							77.49
Общее среднее							86.05

Заключение

Представленный метод сегментации перекрывающихся форменных элементов крови на микроскопических медицинских изображениях позволяет более точно решать задачу эритроцитометрии. Данный метод позволяет вычислить правильные площади эритроцитов на основании более точного определения их перекрывающихся контуров. Благодаря этому при проведении диагностических исследований появляется возможность установления

достоверного и точного диагноза в области персональной медицины. Результаты выполненных вычислительных экспериментов продемонстрировали работоспособность и эффективность разработанных методов и алгоритмов компьютерного зрения для сегментации перекрывающихся друг друга эритроцитов на микроскопических медицинских изображениях клеток крови.

Список литературы

1. Батищев Д.С., Сойникова Е.С., Михелев В.М., Синюк В.Г. 2018. Использование алгоритмов компьютерного зрения для выполнения гематологического анализа на основе кривой Прайс-Джонса. Научные ведомости белгородского государственного университета. Серия: экономика. Информатика. 45 (3): 537–546.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. 2005. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 1072 с.
3. Камышников В. 2015. Методы клинических лабораторных исследований (6-е издание). ISBN: 978-5-00030-273-6. 8-е изд. перераб., 736 с.
4. Кудрявцев Л.Д. 1981. Гл. 1. Дифференциальное исчисление функций одного переменного. Математический анализ. Москва: «Высшая школа». Т. 1. С. 190–195.
5. Липунова Е.А., Скоркина М.Ю. 2004. Система красной крови: сравнительная физиология. БелГУ. Белгород: БелГУ, 215 с.: ил., табл.
6. Сойникова Е.С., Рябых М.С., Батищев Д.С., Синюк В.Г., Михелев В.М. 2016. Высокопроизводительный метод обнаружения границ на медицинских изображениях. Научный результат. Информационные технологии, 1 (3): 4–9.
7. Сойникова Е.С., Батищев Д.С., Михелев В.М. 2018. О распознавании форменных объектов крови на основе медицинских изображений. Научный результат. Информационные технологии. 3 (3): 54–65.
8. Bai, X., Sun, C., Zhou, F. 2009. Splitting touching cells based on concave points and ellipse fitting. Pattern Recognition 42: 2434–2446.
9. Canny, J. 1986. A computational approach to edge detection, IEEE Transactions on pattern analysis and Machine Intelligence, 8 (6): 679–698.
10. David Douglas, Thomas Peucker. 1973. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature», The Canadian Cartographer 10(2), 112–122.
11. Fitzgibbon, A., Pilu, M., Fisher, R.B. 1999. Direct least square fitting of ellipses. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 21: 476–480.
12. He, X., Yung, N.: Curvature scale space corner detector with adaptive threshold and dynamic region of support. In: Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition. ICPR 2004. (Volume 2.) 791–794.
13. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Trans. Sys., Man., Cyber.: journal. – 1979. – Vol. 9. – P. 62–66.
14. Park, C., Huang, J.Z., Ji, J.X., Ding, Y.: Segmentation, inference and classification of partially overlapping nanoparticles. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 35 (2013) 669–681.
15. Pizer Stephen M. et al. Adaptive histogram equalization and its variations. Computer vision, graphics, and image processing. 1987. V.39. No 3. P. 355–368.
16. Satoshi Suzuki, Keiichi Abe. New fusion operations for digitized binary images and their applications. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Volume: PAMI-7, Issue: 6, Nov. (1985) 638–651.
17. Urs Ramer. An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves. Computer Graphics and Image Processing, 1(3), 1912, 244–256.
18. Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. Segmentation of partially overlapping nanoparticles using concave points. In: Advances in Visual Computing, Springer, 2015, 187–197.
19. Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. H. Segmentation of overlapping elliptical objects in silhouette images. IEEE Transactions on Image Processing 24(12), 2015, 5942–5952.
20. Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. Comparison of concave point detection methods for overlapping convex objects segmentation. In: 20th Scandinavian Conference on Image Analysis. SCIA 2017, June 12–14, 2017, 245–256.

21. Zhang, W.H., Jiang, X., Liu, Y.M.: A method for recognizing overlapping elliptical bubbles in bubble image. *Pattern Recognition Letters* (2012) 33(12), 1543–1548.

References

1. Batishhev D.S., Sojnikova E.S., Mihelev V.M., Sinjuk V.G. 2018. Performing a hematological analysis Price-Jones Using a computer vision algorithms to perform hematological analysis based on the Price-Jones curve. *Nauchnye vedomosti belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: jekonomika. Informatika*. 45 (3): 537–546. (in Russian)
2. Gonsales R., Vuds R. *Digital image processing*. M.: Tehnosfera, 2005. 1072 s. (in Russian)
3. Kamyshnikov V. 2015. *Clinical laboratory research methods* (6th edition). ISBN: 978-5-00030-273-6. 8-e izd. pererab., 736 s. (in Russian)
4. Kudrjavcev L.D. 1981. Gl. 1. *Differential calculus of functions of one variable. Matematicheskij analiz*. – Moskva: «Vysshaja shkola», T. 1. S. 190–195. (in Russian)
5. Lipunova E.A., Skorkina M.Ju. 2004. *The red blood system: comparative physiology*.
6. . BelGU. – Belgorod: BelGU, 215 s.: il., tabl. (in Russian)
7. Sojnikova E.S., Rjabyh M.S., Batishhev D.S., Sinjuk V.G., Mihelev V.M., 2016. High-performance method for detecting a boundary of medical images. *Nauchnyje zultat. Informacionnye tehnologii*, 1(3): 4–9. (in Russian)
8. Sojnikova E.S., Batishhev D.S., Mihelev V.M. 2018. Recognition of shaped blood objects based on medical images. *Nauchnyj rezul'tat. Informacionnye tehnologii*. 3 (3): 54–65. (in Russian)
9. Bai, X., Sun, C., Zhou, F. 2009. Splitting touching cells based on concave points and ellipse fitting. *Pattern Recognition* 42: 2434–2446.
10. Canny, J. 1986. A computational approach to edge detection, *IEEE Transactions on pattern analysis and Machine Intelligence*, 8 (6): 679–698,
11. David Douglas, Thomas Peucker. 1973. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature», *The Canadian Cartographer* 10(2), 112–122.
12. Fitzgibbon, A., Pilu, M., Fisher, R.B. 1999. Direct least square fitting of ellipses. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21: 476–480.
13. He, X., Yung, N. 2004. Curvature scale space corner detector with adaptive threshold and dynamic region of support. In: *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition. ICPR. (Volume 2.)* 791–794.
14. Otsu N. 1979. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans. Sys., Man., Cyber.: journal*. Vol. 9. P. 62–66.
15. Park, C., Huang, J.Z., Ji, J.X., Ding, Y. 2013. Segmentation, inference and classification of partially overlapping nanoparticles. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 35: 669–681.
16. Pizer Stephen M. et al. 1987. Adaptive histogram equalization and its variations. *Computer vision, graphics, and image processing*. 39 (3): 355–368.
17. Satoshi Suzuki, Keiichi Abe. 1985. New fusion operations for digitized binary images and their applications. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Volume: PAMI-7, Issue: 6, Nov. 638–651.
18. Urs Ramer. 1912. An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves. *Computer Graphics and Image Processing*, 1 (3), 244–256.
19. Z Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. 2015. Segmentation of partially overlapping nanoparticles using concave points. In: *Advances in Visual Computing*, Springer, 187–197.
20. Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. H. 2015. Segmentation of overlapping elliptical objects in silhouette images. *IEEE Transactions on Image Processing*. 24 (12): 5942–5952.
21. Zafari S., Eerola T., Sampo J., Kalviainen H., Haario H. 2017. Comparison of concave point detection methods for overlapping convex objects segmentation. In: *20th Scandinavian Conference on Image Analysis. SCIA 2017*, June 12–14, 245–256.
22. Zhang, W.H., Jiang, X., Liu, Y.M.: 2012. A method for recognizing overlapping elliptical bubbles in bubble image. *Pattern Recognition Letters*. 33 (12): 1543–1548.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Батищев Денис Сергеевич, ассистент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Михелев Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Утянский Артем Анатольевич, магистрант кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Denis S. Batischev, Assistant of the Department of "Mathematical and Software of Information Systems" Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Vladimir M. Mikhelev, Candidate of technical sciences, Docent, Docent of the Department of "Mathematical and Software of Information Systems" Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Artem A. Utyansky, Undergraduate of the Department of "Mathematical and Software of Information Systems" Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

УДК 001.57;658.818;681.3

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-816-827

Компьютерная инструментальная поддержка ДВ-УФО моделирования

Тубольцев М.Ф., Маторин С.И., Тубольцева О.М.

ЗАО «СофтКоннект», Белгород

E-mail: tuboltsev.mixail@mail.yandex.ru, matorin@softconnect.ru, tuboltseva@bsu.edu.ru

Аннотация

Рассматриваются вопросы инструментальной поддержки ДВ-УФО моделирования. Очевидно, что переход к цифровой экономике предполагает постепенную замену современной управленческой парадигмы на новую парадигму, основанную на информационных технологиях, компьютерном инструментарии и методах искусственного интеллекта. Это означает, что современные методы моделирования должны использовать компьютер не как вспомогательное средство для рисования диаграмм или осуществления каких-то вычислений, а как цифровую инфраструктуру, в рамках которой воспроизводится весь жизненный цикл модели. Сам ДВ-УФО метод может рассматриваться как спецификация некоторой цифровой инфраструктуры, предназначенной для создания и анализа определённого класса моделей экономических процессов и систем. Реализация ДВ-УФО метода зависит от многих факторов: цели реализации (научно-исследовательские или производственные), цифровой платформы (компьютер, сеть, облако), языка и среды программирования. Далее рассматривается та часть спецификации, которая инвариантна относительно перечисленных факторов и определяет ядро ДВ-УФО метода, его базовую редакцию.

Ключевые слова: системно-объектный подход, системы финансирования, цифровые модели, графо-аналитические модели, имитационные модели.

Благодарности: Работа поддержана грантами РФФИ №№ 18-07-00310а, 18-07-00355а, 19-07-00290а, 19-07-00111а, 19-29-01047мк.

Для цитирования: Тубольцев М.Ф., Маторин С.И., Тубольцева О.М. 2020. Компьютерная инструментальная поддержка ДВ-УФО моделирования. Экономика. Информатика. 47 (4): 816–827. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-816-827.

Computer tool support for DV-UFO modeling

Tuboltsev M.F., Matorin S.I., Tuboltseva O.M.

“SoftConnect” Ltd., Belgorod, Russia

E-mail: tuboltsev.mixail@mail.yandex.ru, matorin@softconnect.ru, tuboltseva@bsu.edu.ru

Abstract

The questions of instrumental support of DV-UFO modeling are considered. It is obvious that the transition to the digital economy involves the gradual replacement of the modern management paradigm with a new paradigm based on information technologies, computer tools and artificial intelligence methods. This means that modern modeling methods should use the computer not as an auxiliary tool for drawing diagrams or performing some calculations, but as a digital infrastructure within which the entire life cycle of the model is reproduced. The DV-UFO method itself can be considered as a specification of some digital infrastructure intended for creating and analyzing a certain class of models of economic processes and systems. The implementation of the DV-UFO method depends on many factors: the implementation goals (research or production), the digital platform (computer, network, cloud), the programming language and environment.

Next, we consider the part of the specification that is invariant with respect to the listed factors and defines the core of the DV-UFO method, its basic version.

Keywords: system-object approach, financing systems, digital models, graph-analytical models, simulation models.

Acknowledgements: the reported study was funded by RFBR, project numbers 18-07-00310a, 18-07-00355a, 19-07-00290a, 19-07-00111a, 19-29-01047mk.

For citation: Tuboltsev M.F., Matorin S.I., Tuboltseva O.M. 2020. Computer tool support for DV-UFO modeling. Economics. Information technologies. 47 (4): 816–827 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-816-827.

Введение

В условиях цифровой экономики существенно изменяются подходы к анализу деятельности производственных экономических систем, планированию инвестиционных проектов, поддержке принятия управленческих решений [Деминг, 2009]. Традиционные для экономики модели (в основном вербальные с элементами математики и компьютерных вычислений) постепенно заменяются цифровыми моделями, теоретической основой для создания которых являются системный анализ, информационные технологии и методы искусственного интеллекта [Липунцов, 2003; Маклаков, 2008].

Меняются также цели, аспекты и приоритеты моделирования. Они становятся более ориентированными на бизнес [Маклаков, 2000; Репин, Елиферов, 2013]. Отражением этой тенденции является возрастающий интерес к поддержке принятия управленческих решений на стадии инстанцирования инвестиционных проектов, когда в ходе переговорного процесса и согласований определяются базовые параметры проекта и создаётся производственная система для его реализации [Маторин, Зимовец, 2011]. Рассматриваемый ДВ-УФО метод представляет собой инструмент создания минимальных системно-объектных моделей экономических систем [Тубольцева, Маторин, 2014], осуществляющих некоторый бизнес-проект, ориентированный на инвесторов и стадию инстанцирования проекта.

Являясь специализированной версией системно-объектного метода «Узел-Функция-Объект» (УФО метода) [Тубольцева, Маторин, 2018], предназначенного для представления и анализа сложных иерархических системных объектов, ДВ-УФО метод ориентирован на формализацию бизнес-проектов. Специализация осуществляется за счёт монетарного формата представления ресурсов и двойственного описания бизнес-процессов, когда фиксируются не события перемещения и трансформации ресурсов, а события оплаты ресурсов и работ. В результате специализации отпадает необходимость использования теории паттернов Гренандера, исчисления процессов Милнера и исчисления объектов Абади-Кардели [Abadi Martin and Luca Cardelli. 1996], что позволяет существенно упростить формализованное описание системного объекта.

В целом ДВ-УФО модель системного объекта можно отнести к простейшему типу дискретно-событийных моделей, а сам ДВ-УФО метод можно рассматривать как УФО метод, перенесённый из контекста общей теории систем в контекст цифровой экономики. Теоретическая проработка вопроса и эксперименты с моделями показали, что класс ДВ-УФО моделей весьма широк и может эффективно использоваться в задачах бизнес-планирования, анализа инвестиционной привлекательности проектов, повышения качества ресурсного обеспечения производственных процессов, поддержки принятия решений на стадии инстанцирования проекта.

Анализ требований

Прежде чем рассматривать инструменты компьютерной поддержки ДВ-УФО моделирования, необходимо отметить следующее обстоятельство. Оказалось удобным осуществлять специализацию УФО метода на конкретную предметную область

(промышленность, строительство и т. п.) в два этапа: сначала определить базовую редакцию ДВ-УФО метода как проекцию УФО метода в контекст цифровой экономики, а затем базовую редакцию ДВ-УФО метода адаптировать к задачам конкретной предметной области путём её расширения. Дальнейшее рассмотрение в основном связано с базовой редакцией ДВ-УФО метода.

Прототипирование УФО методом приводит к трёхкомпонентной архитектуре ДВ-УФО модели, содержащей структурную, аналитическую и имитационную субмодели [Тубольцев, Маторин, Тубольцева, 2018]. На рис. 1. представлена в общем виде архитектура компьютерного инструментария поддержки базовой редакции ДВ-УФО метода. При расширении базовой редакции с целью адаптации к условиям некоторой предметной области архитектура не изменяется, а её компоненты получают дополнительный функционал.

Структурная субмодель содержит перечисление узлов ДВ-УФО модели и связей между ними, обусловленных перемещением ресурсов. Эти декларативные знания о модели крайне важны, поскольку они определяют адекватность и качество всей модели. Эксперименты с интерфейсом инструментария компьютерной поддержки ДВ-УФО метода показали, что наиболее эффективно разделение этих декларативных знаний между графической диаграммой [Тубольцева, Маторин, 2018], в наиболее наглядной форме представляющей структуру узлов и потоков в модели, и каталогом элементов диаграммы, содержащим уточняющую информацию в текстовой форме. Графическая нотация, адекватно представляющая структуру системы на ДВ-УФО диаграмме, в базовой редакции имеет четыре терминальных элемента. Это репозитории – анализируемые элементы (узлы), и не анализируемые (граничные) элементы – спонсоры и абсорберы, а также стрелки – потоки траншей.

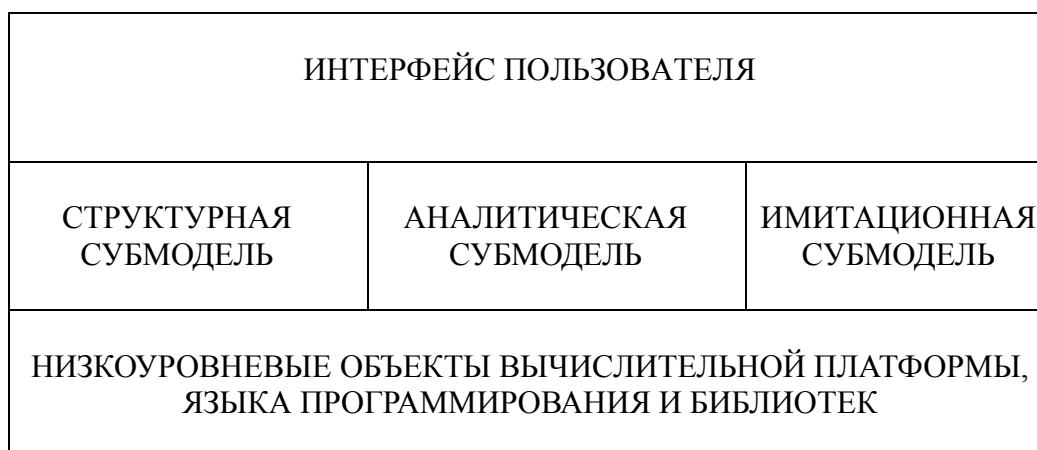


Рис. 1. Архитектура компьютерного инструментария ДВ-УФО моделирования
Fig. 1. Architecture of computer tools for DV-UFO modeling

Граничные элементы: спонсоры и абсорберы добавлены к репозиториям для того, чтобы соответствовать стандарту ИСО серии 9000 (ГОСТ Р ИСО 9001-2011). Семантически спонсоры это – граничные элементы, через которые денежные средства поступают в модель извне. Абсорберы – это граничные элементы, через которые денежные средства покидают модель. Граничные элементы не могут быть проанализированы из-за неполноты имеющейся о них информации.

Транши, имеющие одинаковую причину своей генерации, составляют поток. В структурной диаграмме они не показываются, поскольку весьма многочисленны и их включение в структурную субмодель затруднило бы чтение ДВ-УФО диаграммы и её понимание. Эксперименты показали, что пиктограммы не имеют преимущества перед буквенными обозначениями узлов с нумерацией.

Аналитическая субмодель содержит декларативные знания о начальных балансах узлов, полную информацию о траншах и процедурные знания о методах анализа. Из сказанного следует, что используемый в ДВ-УФО методе формат представления транша

должен содержать данные, достаточные для ответа на следующий кортеж вопросов: «**Кто?** **Кому?** **Когда?** **Сколько?** **Основание?**». Поэтому определим формат представления траншей в ДВ-УФО модели в виде кортежа $\langle s, r, w, m, f \rangle$, где:

- поле **s** (source, источник) содержит ответ на вопрос «**Кто?**» и должно быть ссылкой на узел ДВ-УФО диаграммы, генерирующий транш;
- поле **r** (receiver, приёмник) содержит ответ на вопрос «**Кому?**» и должно быть ссылкой на узел ДВ-УФО диаграммы, принимающий транш;
- поле **w** (when, когда) содержит ответ на вопрос «**Когда?**» и должно быть хронологической датой;
- поле **m** (money, деньги) содержит ответ на вопрос «**Сколько?**» и должно быть значением целого или дробного типа;
- поле **f** (flow, поток) содержит ответ на вопрос «**Основание?**» и должно быть ссылкой на финансовый поток ДВ-УФО диаграммы, который ассоциирован с траншем.

Значения начальных балансов узлов представляют собой значения того же типа, что и поле **m** траншей и содержатся как декларативные знания об узле. Декларативные знания о потоках и траншах можно хранить в формате коллекций объектов соответствующих классов. В классе потоков должно быть обязательное поле с описанием причины генерации траншей, а в классе траншей – обязательное поле с указателем или ссылкой на объект потока.

Понятие финансового потока, представляющего собой некоторое множество финансовых событий (траншей), является центральным в современной финансовой математике. Техника финансовых потоков и анализа их основных характеристик: чистого приведённого значения (Net Present Value, **NPV**) и уровня внутренней доходности (Internal Rate of Return, **IRR**) является основным современным средством анализа инвестиций [Beaves, 1993; Hajdasinsky, Mirosław M., 1997]. Процедурные знания о методиках **NPV** и **IRR** анализа инкапсулированы в классе ДВ-УФО модели [Hazen, 2003; Magni, 2011]. Значение **NPV** для репозитория p вычисляется по формуле:

$$NPV = \frac{n.b}{(1+r)^{d_{\min}-d}} + \sum_{t \in In(n)} \frac{t.m}{(1+r)^{t.w-d}} - \sum_{t \in Out(n)} \frac{t.m}{(1+r)^{t.w-d}},$$

где r – ставка сравнения, d – момент дисконтирования, $n.b$ – начальный баланс репозитория, $t.m$ и $t.w$ – поля транша, содержащие значения суммы и даты, $d_{\min}$ – дата генерации первого в системе транша. Множества $In(n)$ и $Out(n)$ – множества траншей, увеличивающих и уменьшающих баланс репозитория p . Формула 1 представляет собой условие балансировки потоков в репозитории:

$$\frac{n.b}{(1+r)^{d_{\min}-d}} + \sum_{t \in In(n)} \frac{t.m}{(1+r)^{t.w-d}} - \sum_{t \in Out(n)} \frac{t.m}{(1+r)^{t.w-d}} = 0. \quad (1)$$

Очевидно, что это соотношение позволяет вычислить доходность репозитория [Ryan, 2006; Shull, David, 1994].

Имитационная субмодель в базовой редакции ДВ-УФО метода содержит описание алгоритмов проведения экспериментов по валидации системы и минимизации начальных балансов. Первый эксперимент позволяет выяснить способность всех участников выполнять свои обязательства в рамках инвестиционного проекта, а второй – позволяет определить минимальные затраты участников. Эксперимент по валидации системы является главным: если он даёт отрицательный результат, то дальнейший анализ модели некорректен. Модель после каждого изменения должна проверяться на валидность. Проверять валидность системы можно как в основном потоке выполнения, так и в параллельном потоке. На рис. 2 показана блок-схема валидации модели.

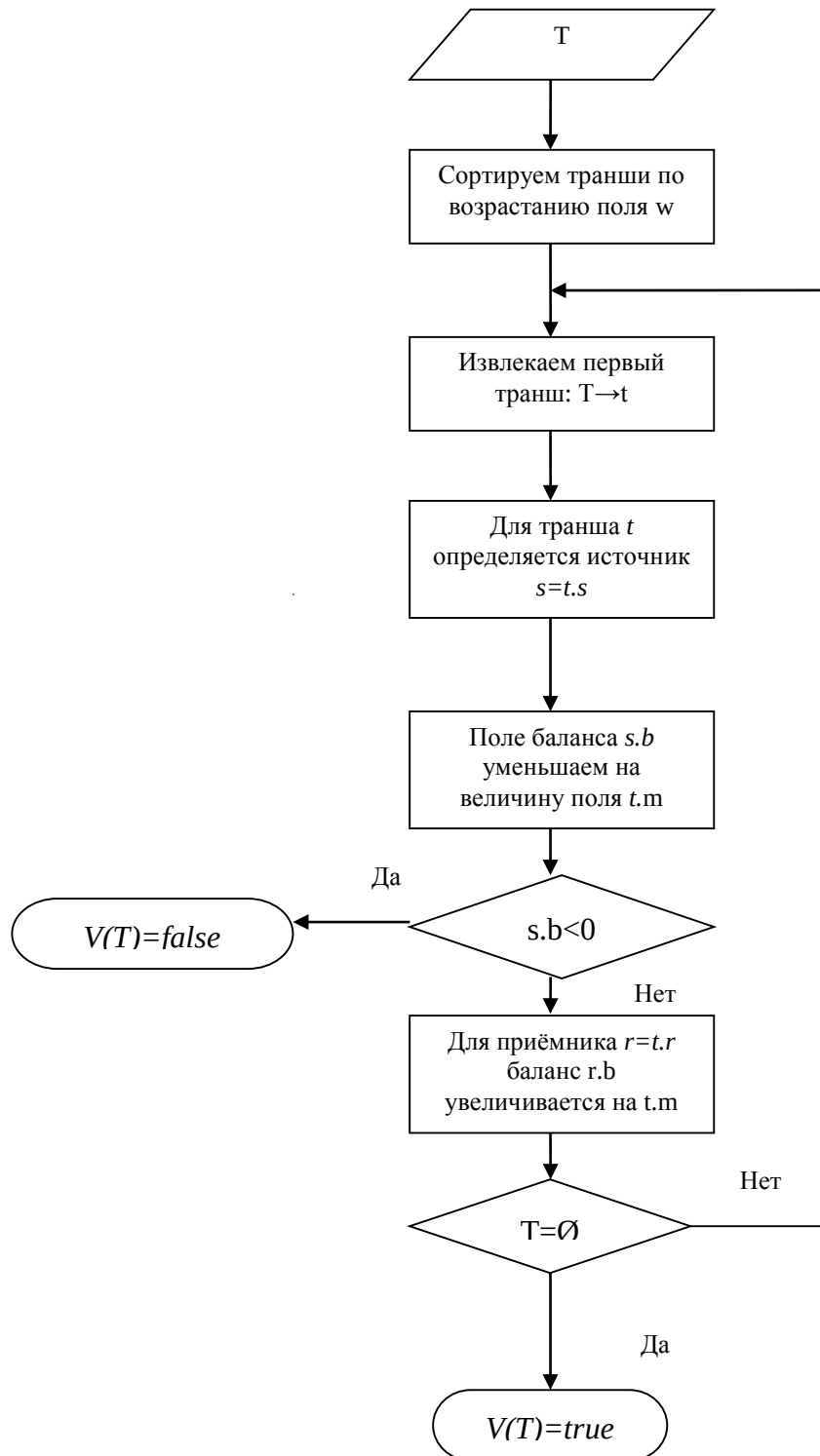


Рис. 2. Алгоритм валидации ДВ-УФО модели
Fig. 2. Algorithm for validation of the DV-UFO model

Для того чтобы реализовать валидацию модели, необходимо формализовать это понятие. На множестве всех траншей T из ДВ-УФО модели определим предикат $V(T)$ следующим образом: $V(T)$ равно истине (true), если модель валидна, и ложь (false) – в противном случае. Алгоритм валидации модели, т. е. вычисления предиката $V(T)$, состоит из последовательности следующих действий (шагов):

1. из множества T извлекается транш t с минимальным значением поля $t.w$;

2. для транша t определяется источник $s=t.s$;
3. поле баланса $s.b$ уменьшаем на величину поля $t.m$;
4. если $s.b < 0$, то – конец алгоритма, возвращаем $V(T)=false$;
5. для транша t определяется приёмник $r=t.r$;
6. поле баланса $r.b$ увеличиваем на величину поля $t.m$;
7. если множество T не пусто, то переход к шагу 1;
8. конец алгоритма, возвращаем $V(T)=true$.

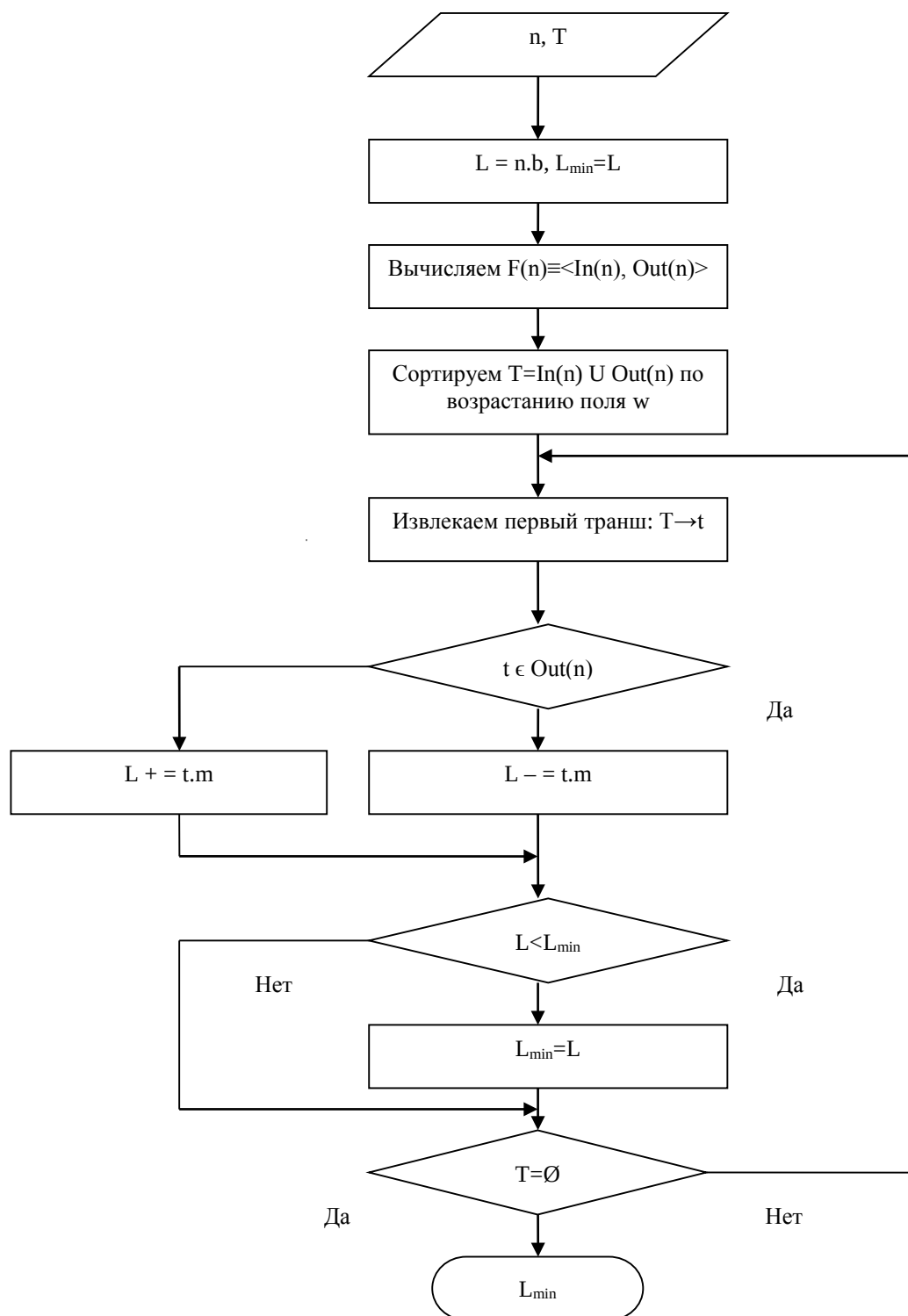


Рис. 3. Алгоритм минимизации начального баланса узла
Fig. 3. Algorithm for minimizing the initial balance of a node

Шаги алгоритма достаточно понятны; главным является шаг 4, который в случае, если $s.b < 0$, прерывает валидацию, поскольку обнаруживает участника проекта, не имеющего возможности выполнить свои обязательства в рамках представленной в ДВ-УФО модели проекта.

На рис. 3 показана блок-схема минимизации начального баланса узла ДВ-УФО модели.

Алгоритм минимизации начального баланса репозитория состоит из следующей последовательности действий (шагов):

1. вычисляется минимум функции $n.B(d)$ на сегменте $[d_{min}, d_{max}]$ и присваивается целой переменной L : $L = \min n.B(d), d \in [d_{min}, d_{max}]$;

2. начальный баланс репозитория $n.b$ уменьшается на L . Конец алгоритма.

Следует отметить, что значение предиката $V(T)$ определяется множеством траншей и начальными балансами репозитория. Это означает, что вычисление предиката $V(T)$ (валидация модели) должна осуществляться после любого изменения множества траншей. При этом модификация множества траншей может быть как явной (путём добавления или удаления траншей в потоке), так и косвенной (путём удаления узлов ДВ-УФО диаграммы и связанных с ними потоков).

Завершая рассмотрение основных требований к инструментарию компьютерной поддержки ДВ-УФО моделирования, отметим, что при расширении базовой редакции может потребоваться дополнительная типизация узлов. В базовой редакции используются узлы трёх типов: репозитории, спонсоры и абсорберы. При расширении новые типы узлов наследуются от типов базовой редакции, что автоматически обеспечивает расширения функционалом базовой редакции. Поэтому единственным требованием к низкоуровневым библиотекам является поддержка объектно-ориентированного программирования.

Пример реализации

Рассмотрим пример реализации инструментария компьютерной поддержки ДВ-УФО моделирования, реализованный с использованием языка программирования C++ и библиотеки Qt 5.14 [Головиц, 2018; Страуструп Бьярне, 2019]. На рис. 4 показано начальное окно исследовательской программы MoneyFlowPro – прототипа промышленного инструментария поддержки ДВ-УФО моделирования.

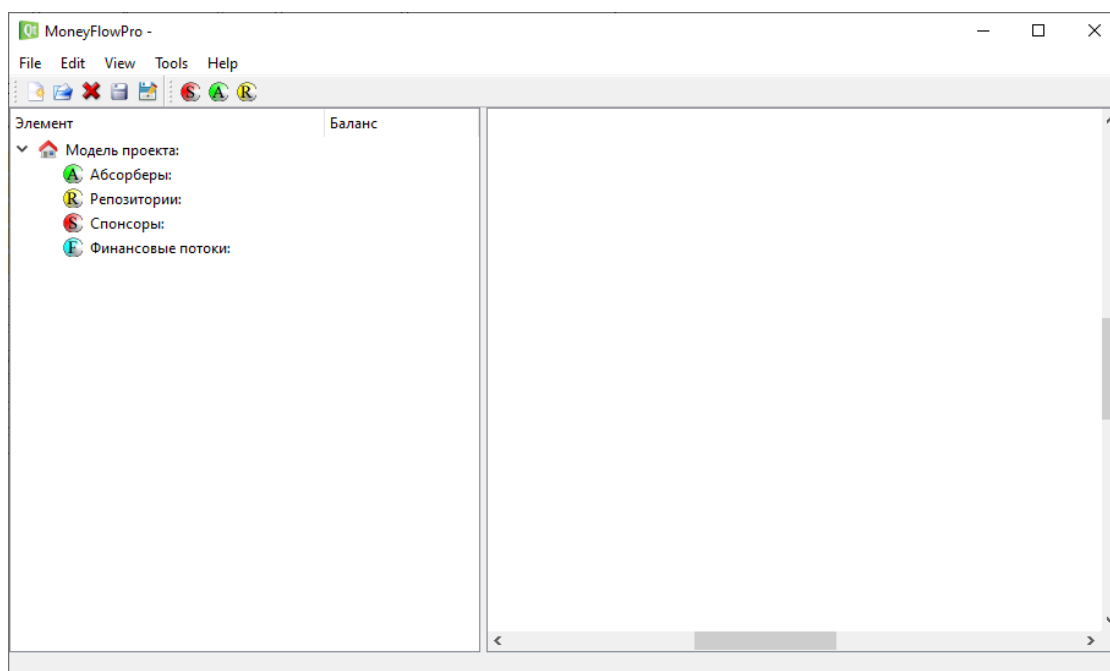


Рис. 4. Начальное окно программы-инструментария ДВ-УФО моделирования

Fig. 4. Initial window of the DV-UFO modeling tool program

Оно содержит (помимо обычных элементов интерфейса пользователя) два главных элемента: слева – каталог элементов (пока пустой) и (также пустую) ДВ-УФО диаграмму. Сама ДВ-УФО модель, представляющая объект класса DVModel, ещё не создана (содержащийся в главном окне указатель на объект модели равен нулевому указателю). В этот момент пользователь может либо создать новую модель, либо открыть ранее сохранённую в файле модель (файл с расширением .dvm), используя соответствующие пункты меню File.

На рис. 5 показано окно программы-инструментария ДВ-УФО моделирования после открытия сохранённой ранее модели. В заголовке главного окна, помимо имени программы, содержится также путь к файлу сохранённой в предыдущем сеансе работы ДВ-УФО модели. Если бы показанные на диаграмме элементы были бы созданы в новой модели, то путь к файлу модели отсутствовал бы, и модель нужно было бы сохранить в конце сеанса работы.

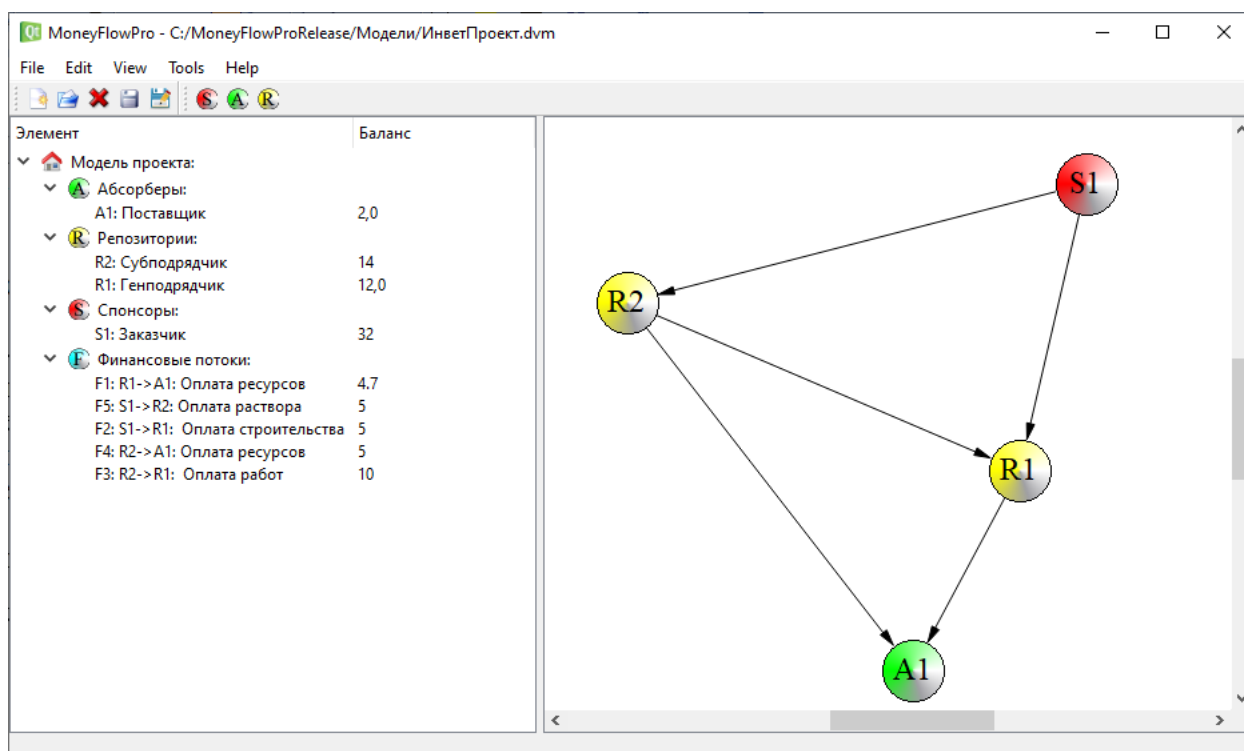


Рис. 5. Окно программы-инструментария после открытия ДВ-УФО модели
Fig. 5. Window of the tool program after opening the DV-UFO model

Отметим два наиболее существенных обстоятельства, связанные с построением структурной субмодели: построение потоков и синхронизация каталога и диаграммы. Как показали эксперименты с инструментарием, нет более простого и интуитивно ясного способа построения потоков, чем перетаскивание узлов. Во всех средах программирования присутствуют эффективные способы реализации этого механизма, сводящего к минимуму возможные ошибки при создании потоков в модели. Что касается синхронизации, то здесь наиболее рационально следовать принципу: «Захват ресурса есть инициализация», которому проще всего следовать, программируя на C++ [Шлее, 20].

Хотя структурная субмодель даёт полное представление об элементах модели и взаимосвязях между ними, для создания информационной базы необходимо также потоки наполнить конкретным содержанием – заполнить траншами. На рис. 6 показан диалог для создания траншей. Диалог предоставляет возможность для конкретного потока (в данном примере это – поток F3, идущий из репозитория R2 в репозиторий R1) редактировать множество траншей, составляющих поток. При необходимости, можно редактировать наименование потока.

Следует сразу сказать о том, что хотя приведённый диалог можно использовать сразу при создании потока в рамках структурной модели, это нельзя назвать рациональным решением. Транш является более низкоуровневым объектом в модели, чем поток. Заполнять информационную базу модели следует только после того, как полностью определены структурные элементы, иначе при удалении ошибочно введённого структурного элемента будут удалены и все связанные с ним транши. Особенно критично это при удалении узлов – при удалении узла удаляются все транши всех потоков, связанных с удаляемым узлом. Коротко это можно выразить так: информационная база аналитической субмодели заполняется декларативными знаниями о системе только после окончательного определения структуры системы. Смешение действий по одновременному созданию структурной субмодели и заполнению информационной базы аналитической субмодели чревато ошибками, которые впоследствии трудно обнаружить и устранить.

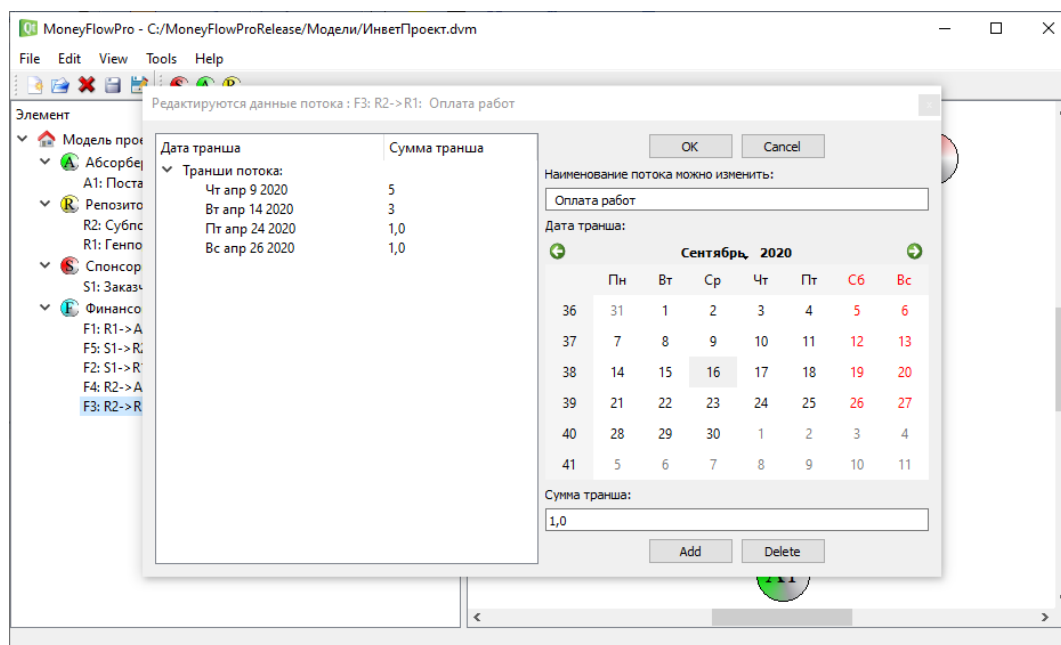


Рис. 6. Диалог для создания траншей потока
Fig. 6. Dialog for creating flow trenches

Следует отметить, что представленный диалог позволяет редактировать множество траншей для одного выбранного в каталоге потока. Дело в том, что на структурной диаграмме важнее показывать связи между узлами и их тип (однонаправленные, двунаправленные), а не сами потоки. В реальных ситуациях потоков много и их отдельная визуализация сильно загромождает ДВ-УФО диаграмму, затрудняя её чтение и понимание. Поэтому при визуализации потоков удобно осуществлять их наложение, визуализируя таким образом связи, а не потоки, и сразу указывая их направленность.

Выделение отдельных потоков при таком подходе становится проблематичным, поэтому это делается в каталоге объектов, где сложно ошибочно выбрать поток для заполнения траншами. Хотя реально транши лучше хранить не в потоках, а внутри объекта модели в одном множестве траншей, редактирование в диалоге сразу всего множества траншей приводит к многочисленным ошибкам, поскольку транши легко можно ассоциировать не с тем потоком, что нужно.

Завершая рассмотрение данной конкретной реализации инструментария ДВ-УФО моделирования, отметим простоту структуры данных ДВ-УФО модели, которая помимо нескольких строковых полей (наименование проекта, даты начала и окончания проекта, комментариев и т. п.) содержит ассоциативные массивы узлов, потоков и динамический массив траншей.

Заключение

Обсуждая реализации инструментария ДВ-УФО моделирования, нельзя не затронуть вопросы интеграции с методами искусственного интеллекта (ИИ). Можно выделить три уровня интеграции: поверхностная интеграция, глубокая интеграция и синтез.

При поверхностной интеграции методы ИИ применяются только для повышения «интеллектуального уровня» инструментария ДВ-УФО моделирования, не затрагивая саму ДВ-УФО модель. Например, весьма полезно было бы продублировать клавиатурный ввод данных вводом фонемного текста (голосовой ввод данных), как это делается в телевизионных пультах. Это намного облегчило бы использование ДВ-УФО моделирования в условиях переговорного процесса, позволяя работать в реальном масштабе времени, ускоряя ввод данных.

Другим полезным применением ИИ является контроль построения потоков траншей на ДВ-УФО диаграмме. В базовой редакции реализован слабый контроль построения потоков, основанный на прагматике графической нотации, применяемой для построения потоков траншей на ДВ-УФО диаграмме. Такой контроль не позволяет провести поток от одного граничного элемента к другому граничному элементу, но разрешает провести поток между любыми репозиториями, даже если это в реальности сделать нельзя. Это может стать источником трудно обнаруживаемых ошибок [Черемных, Семёнов, Ручкин, 2001]. Рациональнее в этом случае полагаться не на прагматику графической нотации, а на экспертную систему, инкапсулирующую нужные для проведения потоков декларативные знания о предметной области.

Глубокая интеграция ДВ-УФО и ИИ предполагает использование методов ИИ внутри ДВ-УФО модели. Это касается как декларативных знаний о системе, для представления которых может использоваться формализм нечётких множеств, так и процедурных знаний, для реализации которых могут использоваться генетические алгоритмы, нейросети и другие методы ИИ.

Для применения ДВ-УФО моделирования в контексте цифровой экономики указанных уровней интеграции ДВ-УФО и методов ИИ на первых порах может оказаться достаточно. Но перспективы связаны с синтезом методов ИИ с ДВ-УФО моделированием, когда весь процесс построения ДВ-УФО модели производственной системы или процесса, а также анализ и эксперименты осуществляются под контролем ИИ.

Сейчас трудно оценить сложность возникающих при таком синтезе проблем и характеристики инструментария поддержки «интеллектуального» ДВ-УФО моделирования, важно то, что базовая редакция ДВ-УФО метода предоставляет основу не только для специализации, но и для подобного синтеза.

Список литературы

1. Головиц Я., 2018. C++17 STL Стандартная библиотека шаблонов. СПб.: Питер, 2018. 432 с.: ил.
2. Деминг Э., 2009. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М., Альпина Бизнес Букс, 472.
3. Липунцов Ю.П., 2003. Управление процессами. Методы управления предприятием с использованием информационных технологий. М., ДМК Пресс; 224.
4. Маклаков С.В., 2000. BPWin и ERWin. CASE-средства разработки информационных систем. М., Диалог-МИФИ, 396.
5. Маклаков С.В. 2008. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler. М., Диалог-МИФИ, 372.
6. Маторин С.И., Зимовец О.А. 2011. Представление диаграмм в нотациях DFD, IDEF0 и BPMN с помощью системно-объектных моделей «Узел-Функция-Объект». Научные ведомости БелГУ. Информатика, 19(114): 86–95.
7. Репин В.В., Елиферов В.Г. 2013. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М., Манн, Иванов и Фербер, 683.

8. Страуструп Бьярне, 2019. Язык программирования C++. Краткий курс, 2-е изд.: Пер. с англ. СПб.: ООО «Диалектика», 2019. 320 с.: ил.
9. Тубольцева О.М., Маторин С.И. 2014. Моделирование деловых процессов на основе специализированного UFO-метода. Научные ведомости БелГУ. Экономика, Информатика, 15 (186), 83–89.
10. Тубольцева О.М., Маторин С.И., 2018. Метод формализованного представления систем финансирования проектов. Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 4 (71), 221–231.
11. Тубольцева О.М., Маторин С.И., 2018. Графическая нотация для формализованного описания систем финансирования проектов. Научные ведомости БелГУ. Экономика. Информатика. 2(45), 333–342.
12. Тубольцев М.Ф., Маторин С.И., Тубольцева О.М., 2018. Архитектура цифровых моделей систем финансирования инвестиционных проектов. Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. 2018. 4 (45): 126–135.
13. Черемных С.В., Семёнов И.О., Ручкин В.С. 2001. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. М., Финансы и статистика, 294.
14. Шлее М., 2018. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 1072 с.: ил.
15. Abadi Martin and Luca Cardelli. 1996. A Theory of Objects. Springer-Verlag.
16. Beaves, R.G., 1993. The case for a generalized net present value formula. The Engineering Economist. 38(2). 119–133.
17. Hajdasinsky, Mirosław M., 1997. NPV-Compatibility, Project Ranking, and Related Issues. The Engineering Economist. 42. 4.
18. Hazen, G.B., 2003. A new perspective on multiple internal rates of return. The Engineering Economist. 48(1), 31–51.
19. Magni C.A., 2011. Aggregate Return On Investment and investment decisions: a cash flow perspective. The Engineering Economist.
20. Ryan, R., 2006. Corporate Finance and Valuation. Thomson Learning. London.
21. Shull, David. M., 1994. Overall Rates of Return: Investment Bases, Reinvestment Rates and Time Horizons. The Engineering Economist. 39. 2.

References

1. Golovic YA., 2018. S++17 STL Standartnaya biblioteka shablonov. [S++17 STL The standard library of patterns]. SPb.: Piter, 2018. 432 s.: il.
2. Deming E.H., 2009. Vyhod iz krizisa. Novaya paradigma upravleniya lyud'mi, sistemami i processami [Overcome the crisis. A new paradigm for managing people, systems, and processes]. M., Al'pina Biznes Buks, 472.
3. Lipuncov YU.P., 2003. Upravlenie processami. Metody upravleniem predpriyatiem s ispol'zovaniem informacionnyh tekhnologij [Process management. Methods of enterprise management using information technologies]. M., DMK Press; 224.
4. Maklakov S.V. 2000. BPWin i ERWin. CASE-sredstva razrabotki informacionnyh system [CASE-tools for developing information systems]. M., Dialog-MIFI, 396.
5. Maklakov S.V. 2008. Modelirovanie biznes-processov s AllFusion Process Modeler [Business process modeling with AllFusion Process Modeler.]. M., Dialog-MIFI, 372.
6. Matorin S.I., Zimovec O.A. 2011. Predstavlenie diagramm v notaciyah DFD, IDEF0 i BPMN s pomoshch'yu sistemno-ob'ektnykh modelej «Uzel-Funkciya-Objekt» [Representation of diagrams in DFD, IDEF0, and BPMN notations using the Node-Function-Object system-object models]. Nauchnye vedomosti BelGU. Informatika, 19(114): 86–95.
7. Repin V.V., Eliferov V.G. 2013. Processnyj podhod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-processov [Process approach to management. Business process modeling]. M., Mann, Ivanov i Ferber, 683.
8. Straustrup B'yarne, 2019. Yazyk programmirovaniya C++ [C ++ programming language]. Kratkij kurs, 2-e izd.: Per. s angl. SPb.: ООО «Диалектика», 2019. 320 с.: ил.
9. Tuboltseva O.M., Matorin S.I. 2014. Modelirovanie delovyh protsessov na osnove spetsializirovannogo UFO-metoda [Business process modeling based on a specialized UFO method]. Nauchnye vedomosti BelGU. Ehkonomika, Informatika, 15 (186), 83–89.

10. Tuboltseva O.M., Matorin S.I. 2018. Metod formalizovannogo predstavleniya sistem finansirovaniya projektov [A method of formalized representation of systems of financing of projects]. Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava. 4(71), 221–231.
11. Tuboltseva O.M., Matorin S.I. 2018. Graficheskaya notatsiya dlya formalizovannogo opisaniya sistem finansirovaniya projektov [The graphical notation for the formal description of the Finance systems projects]. Nauchnye vedomosti BelGU. Ehkonomika, Informatika, 2(45), 333–342.
12. Tuboltsev M.F., Matorin S.I., Tuboltseva O.M., 2018. Arhitektura cifrovyyh modelej sistem finansirovaniya investitsionnykh projektov [Architecture of digital models of investment project financing systems] // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Ekonomika. Informatika. 2018. № 4. Tom 45. S. 126–135.
13. Cheremnykh S.V., Semyonov I.O., Ruchkin V.S. 2001. Strukturnyj analiz sistem: IDEF-tehnologii [Structural analysis of systems: IDEF technologies]. M., Finansy i statistika, 294.
14. Shlee M., 2018. Qt 5.10. Professional'noe programmirovaniye na C++. [Qt 5.10. Professional C ++ Programming]. SPb.: BHV-Peterburg, 2018. 1072 s.: il.
15. Abadi Martin and Luca Cardelli. 1996. A Theory of Objects. Springer-Verlag.
16. Beaves, R. G., 1993. The case for a generalized net present value formula. The Engineering Economist. 38(2). 119–133.
17. Hajdasinsky, Mirosław M., 1997. NPV-Compatibility, Project Ranking, and Related Issues. The Engineering Economist. 42. 4.
18. Hazen, G.B., 2003. A new perspective on multiple internal rates of return. The Engineering Economist. 48(1), 31–51.
19. Magni C.A., 2011. Aggregate Return On Investment and investment decisions: a cash flow perspective. The Engineering Economist.
20. Ryan, R., 2006. Corporate Finance and Valuation. Thomson Learning. London.
21. Shull, David. M., 1994. Overall Rates of Return: Investment Bases, Reinvestment Rates and Time Horizons. The Engineering Economist. 39. 2.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тубольцев Михаил Федорович, кандидат технических наук, доцент, ведущий специалист ЗАО «СофтКоннект», Белгород, Россия

Маторин Сергей Игоревич, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по науке и инновациям ЗАО «СофтКоннект», Белгород, Россия

Тубольцева Ольга Михайловна, специалист ЗАО «СофтКоннект», Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail F. Tuboltsev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading specialist CJSC "SoftConnect", Belgorod, Russia

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences Professor, Deputy General Director on Science and Innovation CJSC "SoftConnect", Belgorod, Russia

Olga M. Tuboltseva, Specialist CJSC "SoftConnect", Belgorod, Russia



УДК 004.9,504.05

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-828-841

Информационное обеспечение систем управления промышленно-экологической безопасностью: концептуальные основы и практические приложения

Шемякин А.С., Яковлев С.Ю., Маслобоев А.В.

Институт информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»,
Россия, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14
E-mail: masloboev@iimm.ru

Аннотация

Проблемы развития Арктической зоны России, в частности, вопросы информационно-аналитического обеспечения техногенно-экологической безопасности полярных регионов особенно актуальны в последнее время. При этом степень формализации знаний о предметной области как для федерального, так и для нижестоящих уровней явно недостаточна для достижения поставленных программных целей и задач. Предметом исследований являются модели и технологии компьютерной поддержки устойчивого регионального развития. Целью исследований является разработка информационных технологий обеспечения техногенно-экологической безопасности арктических регионов. Практические приложения разработок реализованы на примере промышленных объектов Мурманской области. В работе предложено интегрированное формализованное описание трехуровневой предметной области. Обоснована структура программно-алгоритмического комплекса обеспечения безопасности регионального промышленно-природного кластера, рассматриваются его состав и метод построения. Приводится описание унифицированной информационной технологии прогнозирования и управления рисками чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Отличительной особенностью созданной технологии является реализация подсистемы формирования основных планирующих документов, обеспечивающей согласование принимаемых управленческих решений с актуальными нормативно-правовыми актами. Разработан и апробирован комплекс средств визуализации принимаемых решений, нацеленный на повышение точности и наглядности результатов управления. Дана общая картина внедрения разработок на территории Мурманской области.

Ключевые слова: информационная поддержка, управление, промышленно-экологическая безопасность, риск, чрезвычайная ситуация, компьютерная технология, полярный регион.

Благодарности. Результаты получены в рамках выполнения государственного задания ИИММ КНЦ РАН (№ 0226-2019-0035). Практическая реализация разработок для задач обеспечения промышленно-экологической безопасности поддержана РФФИ (проект 18-07-00167-а).

Для цитирования: Шемякин А.С., Яковлев С.Ю., Маслобоев А.В. 2020. Информационное обеспечение систем управления промышленно-экологической безопасностью: концептуальные основы и практические приложения. Экономика. Информатика. 47 (4): 828–841. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-828-841.

Information support of industrial and environmental safety control systems: conceptual foundations and applications

Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu., Masloboev A.V.

Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Federal Research Centre «Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences»,
14 Fersman St, Apatity, Murmansk region, 184209, Russia
E-mail: masloboev@iimm.ru

Abstract

Development problems of the Arctic zone of Russia, particularly the information and analytical support issues of technogenic and environmental safety management in polar regions, have been especially urgent lately. At the

same time the expert knowledge formalization degree of that problem domain both at the federal and lower levels is clearly insufficient to achieve the stated program goals and objectives. The subject of research are models and technologies for computer support of risk-sustainable regional development. Our research work is aimed at information technologies engineering for technogenic and environmental safety management support of the Arctic regions. The developments applications are implemented by the example of industrial objects of Murmansk region. The following research results are highlighted. An integrated formalized description of a three-level research knowledge domain is proposed. Software system framework for safety management support of regional industrial-natural cluster is substantiated. Its structure synthesis method and composition are discussed. A unified information technology description for risk management and prediction of technogenic and natural emergency situations is carried out. A distinctive feature of the designed technology is subsystem implementation for automated formation of main safety planning documents, which provides managerial decision-making coordination with current regulatory legal acts. In addition a set of decision-making visualization tools aimed at improving the accuracy and visibility of management results has been developed and tested. The overall picture of developments deployment at the territory of Murmansk region is given.

Keywords: information support, control, industrial and environmental safety, risk, emergency situation, computer-aided technology, polar region.

Acknowledgements: the research results were obtained within the framework of the State Research Program of the Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Kola Science Centre of RAS (project No. 0226-2019-0035). Developments practical implementation for problem-solving of the industrial and environmental safety support was sponsored by the Russian Foundation for Basic Research under grant No. 18-07-00167-A.

For citation: Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu., Masloboev A.V. 2020. Information support of industrial and environmental safety control systems: conceptual foundations and applications. Economics. Information technologies. 47 (4): 828–841 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-828-841.

Введение

В последнее время наблюдается тенденция интенсификации исследований в сфере разработки систем обеспечения промышленно-экологической безопасности как в нашей стране, так и за рубежом. Для этого широко применяются современные информационные технологии (технологии Big Data, IoT, Data Mining, ГИС, нейросети, киберфизические системы и др.) и методы моделирования (системная динамика, робастно-энтропийный подход, рандомизированное прогнозирование, логико-вероятностные и нечеткие методы, когнитивные карты и др.). Особую потребность в таких разработках для решения проблем экологической безопасности испытывают объекты оборонно-промышленного комплекса, расположенные в Арктической зоне Российской Федерации (АЗ РФ). Так, недавняя авария под Норильском четко продемонстрировала актуальность и остроту этой проблематики, необходимость комплексного учета производственных, региональных и природно-климатических особенностей АЗ РФ в системе информационного обеспечения борьбы с чрезвычайными ситуациями (ЧС) техногенного и природного характера в этом регионе с высокой чувствительностью систем жизнеобеспечения к любым внешним воздействиям.

Объектом исследований в работе является техногенно-экологическая безопасность типового полярного региона РФ. Регион функционирует как часть надсистемы – АЗ РФ. В качестве подсистем выступают промышленно-природные комплексы (кластеры), характерные для северных моногородов. Предметом исследований являются модели, методы и технологии компьютерной поддержки риск-устойчивого развития полярных территорий. Конечная цель исследований – разработка и внедрение информационных технологий обеспечения промышленно-экологической безопасности АЗ РФ. Отметим, что практические приложения реализованы на примере промышленных объектов, входящих в состав горно-химического и металлургического кластеров Мурманской области.

Работа состоит из трех разделов. Первый раздел содержит краткий обзор известных теоретических и прикладных исследований по вопросам информационного обеспечения промышленно-экологической безопасности. Второй раздел посвящен методическим основам



авторских разработок в этой сфере и включает описания концептуальной модели трехуровневой предметной области, признаков и элементов классификации, структуры программно-алгоритмического комплекса поддержки управления безопасностью типового регионального промышленно-природного кластера и подхода к его построению. Третий раздел включает общую характеристику унифицированной информационной технологии, разработанной для задач борьбы с техногенно-экологическими ЧС в Российской Арктике. Подробно рассматриваются схема взаимодействия компонентов технологии, подсистема, отвечающая за формирование планирующих документов с учетом нормативно-правовой базы, и средства визуализации, использование которых позволяет снизить риск принятия ошибочных решений в системе управления промышленно-экологической безопасностью. Приводятся сведения о практической реализации и внедрении разработок на территории Мурманской области.

1. Анализ проблем обеспечения промышленно-экологической безопасности АЗ РФ

Проблемам развития АЗ РФ в целом и полярных регионов в частности в последние годы уделяется повышенное внимание. Об этом свидетельствуют ежегодные конференции и совещания, которые регулярно проводятся по данной тематике в России и за рубежом. В этой сфере тесно переплетаются интересы многих сторон и уровней – властей, бизнес-сообщества, ученых и т. д. Возьмем для примера конференцию Offshore Marintec Russia [Сборник, 2018], посвященную судостроению и разработке высокотехнологичного оборудования для освоения континентального шельфа АЗ РФ. В докладах освещались различные аспекты социально-экономического развития и освоения северных территорий на арктическом региональном направлении: от постройки заводов и терминалов на суше для переработки добываемой нефти и газа до мониторинга состояния нормативно-методической базы и обеспечения комплексной безопасности эксплуатации промышленных объектов в АЗ РФ. Развитие АЗ РФ – сложная междисциплинарная предметная область, имеющая множество аспектов из различных сфер деятельности, которые, в свою очередь, очень разноплановые. Поэтому важным этапом исследований является структуризация и формализация объектов этой предметной области, то есть создание концептуальной модели предметной области. Наличие этой модели, как основы, необходимо для построения единого информационного пространства в соответствии с принятым курсом на создание цифровой экономики [Маслобоев, Путилов, 2016; Программа, 2017].

Решение задач борьбы с ЧС различного характера, связанными с хозяйственной деятельностью в АЗ РФ, требует внедрения новых информационных технологий и средств моделирования, функционирующих в комплексе на базе единой цифровой платформы. Однако современные исследования и разработки обеспечивают, как правило, лишь «точечные», локальные решения. Так, в работах [Бурков, Титаренко, 2017; Титаренко, Бурков, 2017] для задач управления рисками предлагаются механизмы экономической ответственности, перераспределения риска (путем страхования), стимулирования усилий по повышению уровня безопасности, резервирования производственных, материальных и трудовых ресурсов на случай ЧС.

На сегодняшний день разработано большое количество программных комплексов, позволяющих моделировать практически все виды техногенно-природных ЧС: пожары, наводнения, радиационные заражения, разливы и утечки токсичных веществ и другие в различных масштабах – от локального до глобального. В обзорной работе [Попов и др., 2019] приводится описание целого ряда подобных программных средств. В большинстве существующих решений моделирование ЧС является основным звеном функционала информационной системы, вокруг которого формируются «надстройки», облегчающие дальнейшую экспертную выработку управленческих решений в ответ на то или иное развитие ситуации. В качестве примера можно привести моделирующий комплекс NARAC [Nasstrom, et. al., 2005], позволяющий специалистам составить план борьбы с ЧС. Однако опираться только на мнения экспертов при принятии решений – не всегда правильный выбор. Специально

проведенные серии экспериментов показали, что при одинаковых исходных данных различные группы даже высококвалифицированных исследователей могут давать оценки рисков, отличающиеся в десятки и сотни раз [Колесников, 2013]. По этой причине при решении задач в сфере промышленно-экологической безопасности целесообразно иметь доступ к инструментарию, позволяющему автоматизировать сам процесс принятия решений и снизить влияние субъективности эксперта на конечный результат. В настоящее время в России ведутся разработки, целью которых является автоматизация составления планов действий для борьбы с ЧС. Например, в [Топольский и др., 2016] предлагается информационно-аналитическое обеспечение поддержки поисково-спасательных операций, основной функцией которого является рациональное распределение сил и средств по направлениям поисков. В частности, предложены программные средства, позволяющие составлять карты вероятностей расположения объекта поиска, оптимизировать маршруты следования к заданной области и соответствующим образом перераспределять имеющиеся ресурсы. В [Гудин, Хабибулин, 2017] предлагается модель оптимизации мероприятий по управлению пожарной безопасностью на территории производственных объектов нефтегазовой отрасли. В основе модели лежат генетические алгоритмы для подбора последовательности действий по снижению риска возникновения ЧС на объектах. В работе [Smirnov, et. al., 2011] для определения действий сил борьбы с ЧС предлагается создание самоорганизующейся «умной» среды, основанной на использовании ролевых профилей участников. Предложенное решение включает в себя выработку плана и визуализацию исполнения и ориентировано на оперативное управление в сложившейся ситуации. Однако современные тенденции предупреждения ЧС усиливают значение заблаговременного планирования, когда заранее составляется укрупненный план действий в преддверии той или иной угрозы, а оперативная часть уточняется в конкретных условиях обстановки.

Отметим, что управление в ЧС регламентируется различными нормативными актами, количество которых может насчитывать сотни и даже тысячи единиц, причем они курируются различными ведомствами, и сводится, в итоге, к процессу формирования того или иного планирующего документа. Так как структура различных документов примерно подобна, то открывается возможность автоматизации этого процесса. Такие разработки существуют, в частности, можно отметить программный комплекс [Маслов и др., 2014], позволяющий автоматизировать процесс составления паспортов безопасности. Помимо составления и печати документа, реализованы учет средств защиты и регистрация опасных событий на предприятии. Также можно отметить приложение [Степанян и др., 2014], позволяющее автоматизировать процесс составления инструкций по охране труда. Автоматизация достигается за счет заполнения шаблонов, содержащих информацию из межотраслевых и отраслевых нормативов. В работе [Антюхов, Остудин, 2017] предлагается интеллектуальная поддержка деятельности должностных лиц для решения задач повседневной деятельности и в условиях ЧС путем автоматизации работы с нормативными и планирующими документами. В рамках этого исследования была разработана информационная система, позволяющая анализировать наполненность паспортов безопасности и выдавать соответствующие рекомендации по их доработке.

Таким образом, сегодня существуют хорошо развитые средства моделирования и визуализации развития ЧС; ведутся исследования, направленные на автоматизацию планирования действий сил и средств в ходе борьбы с ЧС; разработаны программные средства, позволяющие автоматизировать процесс работы с планирующей документацией, как одного из ключевых элементов управления промышленно-экологическими рисками. Однако известные решения носят «разрозненный» характер и не интегрированы в единую информационную среду, в связи с чем представляется целесообразной разработка базовой унифицированной технологии, которая осуществляла бы комплексное информационно-аналитическое сопровождение процесса предупреждения, локализации и ликвидации ЧС, связанных с деятельностью человека в АЗ РФ. Далее будут рассмотрены теоретические и прикладные разработки авторов настоящей статьи в этом направлении исследований.



2. Методические основы разработок

Степень формализации знаний о социально-экономическом развитии АЗ РФ как для федерального, так и для нижестоящих уровней явно недостаточна для эффективного решения поставленных задач в рамках многообразия государственных программ развития арктических регионов. Для целей систематизации и структуризации проблем развития АЗ РФ, как междисциплинарной предметной области, определим классы по таким основным признакам:

- выделение в рамках АЗ РФ районов $S = \{S_i\}$ по разнородным направлениям: добыча полезных ископаемых, промышленные комплексы, морская инфраструктура, охраняемые природные зоны, транспортные и энергетические коммуникации и т. п.;
- министерства, ведомства, организации $C = \{C_j\}$, функционирующие в АЗ РФ, отличающиеся направлениями деятельности, формами собственности и т. п.;
- цели и задачи $T = \{T_n\}$, поставленные и решаемые в АЗ РФ, различного уровня и характера;
- программы и проекты $P = \{P_k\}$, реализуемые в АЗ РФ.

Выделенные классы обладают собственным внутренним строением. Элементы этих структур, в зависимости от поставленной задачи, могут образовывать новые комплексы – классы объединены совокупностью возможных отношений, связей $R = \{R_m\}$. Таким образом, концептуальная модель M_A развития АЗ РФ представляет собой совокупность $M_A = (S, C, P, T, R)$. Отметим, что каждая из составляющих модели может зависеть от времени t , тогда следует рассматривать модель как динамическую систему $M_A = M_A(t)$.

В проблематике промышленно-экологической безопасности полярного региона, в свою очередь, выделим следующие классы:

- источники и объекты воздействия опасностей $G = \{G_i\}$;
- опасные технологические и природные процессы $D = \{D_q\}$;
- ведомства и организации $O = \{O_x\}$;
- возможные ЧС различных уровней $E = \{E_y\}$.

Эти классы также могут быть объединены в структуры совокупностью отношений, связей $F = \{F_z\}$.

Концептуальная модель M_B техногенно-экологической безопасности арктического региона представляет собой совокупность $M_B = (G, D, O, E, F)$, либо $M_B = M_B(t)$. Пара M_A и M_B представляет собой формальное описание процесса управления безопасностью АЗ РФ и типового полярного региона.

Перейдем к уровню крупного промышленно-природного кластера (ППК) в составе полярного региона. Такой комплекс (например, горно-химическое или горно-металлургическое предприятие) может включать в себя разнообразные опасные объекты, безопасность которых регулируется совокупностью многочисленных критериев. Нормативно-правовая база управления промышленно-природными рисками в Российской Федерации представляет собой разветвленную иерархическую систему документов, начиная от международных актов и соглашений, и вплоть до приказов и распоряжений руководителя организации. Вместе с тем отметим важную роль природно-климатических характеристик АЗ РФ, например, состояния многолетней мерзлоты. Эти и другие особенности учтены при разработке структуры программно-алгоритмического комплекса управления промышленно-экологической безопасностью арктического региона. Комплекс интегрирует разнородные модели: управления безопасностью региона, окружающей среды (территория и инфраструктура), организации сил и средств борьбы с ЧС, а также обеспечивает согласование управленческих решений и синтез моделей функционирования организационных структур безопасности в единой региональной информационной среде в соответствии с существующей нормативной базой регулирования безопасности.

Изложим алгоритм формирования комплекса.

1. Составление начального списка элементов (объектов, цехов, участков) ППК.

В качестве информационных источников для такого списка выступают:

- реестры, кадастровые планы районов, городов и поселков, часть территории которых отведена объектам ППК;
- собственные реестры ППК или иных организаций;
- картографическая информация;
- проектная документация;
- данные дистанционного зондирования и визуального обследования.

При этом, особенно для крупных давно функционирующих ППК (например, для горнодобывающих предприятий), следует иметь в виду, что:

- в различных документах один и тот же физический объект может иметь разные идентификаторы;
- некоторые действующие объекты могут быть не отражены в документах;
- некоторые объекты по документам могут быть проведены как действующие, а фактически не используются или даже снесены.

В результате на первом шаге составляется интегрированный перечень всех наличных элементов ППК. При этом может возникнуть необходимость введения новой унифицированной идентификации объектов.

2. Составление списка потенциально опасных или критически важных элементов ППК, для которых законодательно необходим контроль безопасности, и формирование массива данных по ним. В качестве информационного источника выступают результаты первого шага, а также совокупность релевантных нормативных актов. Для всех таких объектов формируется набор данных, характеризующих промышленно-экологическую безопасность.

3. Составление списка обязательных и рекомендуемых положений законов и нормативов. Для каждого элемента ППК и каждого вида опасности составляется перечень требований по промышленно-экологической безопасности. Заметим, что при этом для аналогичных объектов могут получиться более или менее отличающиеся наборы положений. Это может произойти из-за особенностей в технологических процессах, в оборудовании, в опасных веществах, в природно-климатических условиях и т. п.

4. Сопоставление требований и фактических характеристик, констатация различий, составление списка элементов ППК, для которых по нормативам должна быть выполнена оценка риска. Этот шаг также реализуется, исходя из результатов предыдущего этапа, с учетом положений о критериях необходимости оценки риска. Следовательно, по итогам этого шага множество опасных элементов ППК подразделяется на объекты, для которых необходима дальнейшая количественная оценка риска, и объекты, для которых эта процедура не требуется, но регулярный мониторинг безопасности все равно проводится.

5. Составление итогового планирующего документа (декларация, паспорт, план). По итогам предыдущего шага для одних объектов производится расчет риска, для других формируется документ в виде перечня выполненных требований.

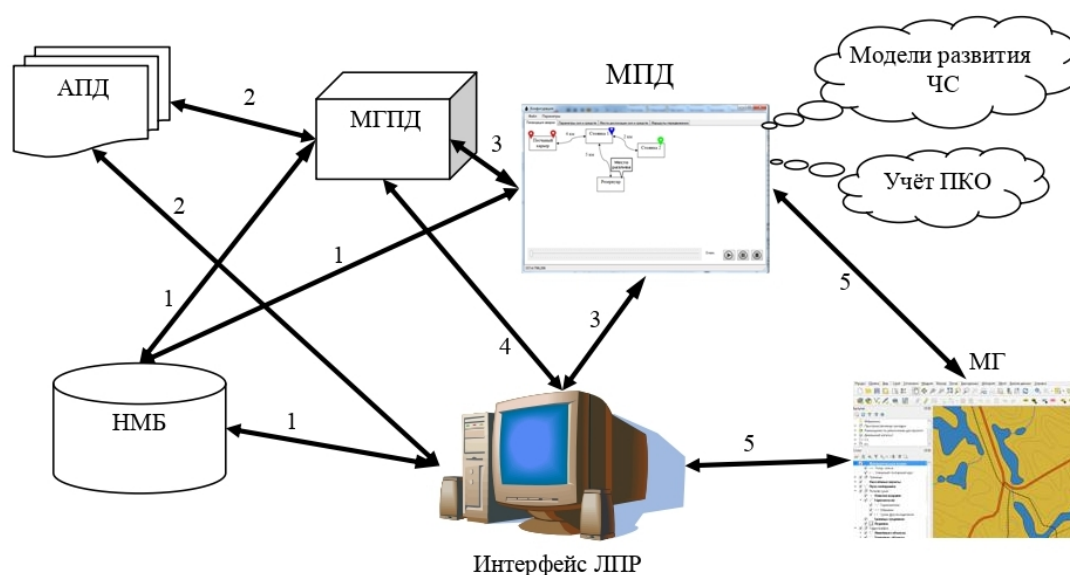
3. ИТ поддержки управления промышленно-экологической безопасностью

Ключевой особенностью разработанной информационной технологии поддержки управления рисками промышленно-природных ЧС, характерных для АЗ РФ, является интеграция различных функций управления в условиях ЧС: от мониторинга и анализа ситуации – до планирования и координации действий с учетом оперативного контекста обстановки и контроля их исполнения. Технология включает в себя следующие основные этапы: согласование выбираемых управляющих воздействий с нормативно-методической базой, запросы в архивных материалах, построение математической модели, проведение расчетов для количественной оценки риска ЧС, создание (сборка) итоговых планирующих документов. Алгоритмическая структура этих этапов и информационные потоки между ними подробно изложены в работе [Шемякин и др., 2016].

На рис. 1 представлена обобщенная схема взаимодействия компонентов системы поддержки принятия решений по управлению техногенно-экологической безопасностью, реализованной на базе созданной технологии. Стрелками на рис. 1 обозначены каналы обмена информацией между компонентами системы.

В зависимости от текущей задачи пользователь (ЛПР или эксперт по безопасности) может осуществить следующие действия:

1. Обратиться к нормативно-методической базе с целью поиска требуемого нормативного акта или регламента.
2. Обратиться к архиву планирующей документации, например, для получения справочной информации относительно того или иного промышленного объекта.
3. Обратиться к модулю генерации планирующей документации.
4. Обратиться к модулю планирования действий в условиях возникновения ЧС.
5. Обратиться к модулю геовизуализации для получения справочной информации о рельефе местности в районе расположения промышленного объекта или ЧС.



Обозначения:

НМБ – нормативно-методическая база
АПД – архив планирующей документации
МГПД – модуль генерации планирующих документов
МГ – модуль геовизуализации
МПД – модуль планирования действий
ПКО – природно-климатические особенности
ЛПР – лицо, принимающее решение

Обмен информацией между компонентами системы:

- 1 - сведения об актуальности нормативных актов, запросы на обновление, тексты нормативных актов
- 2 - запрос архивных документов и отправка созданных документов в архив
- 3 - календарный план борьбы с ЧС
- 4 - текст планирующего документа, запрос данных у пользователя
- 5 - геоданные

Рис. 1. Концептуальная схема взаимодействия компонентов системы поддержки принятия решений по управлению промышленно-экологической безопасностью региона

Fig. 1. Component interaction conceptual model of decision support system for industrial and environmental safety management of the region

Технология предусматривает «сквозной» обмен данными между всеми элементами системы в процессе управления ЧС. Например, при работе с модулем планирования действий в ходе оперативного реагирования на аварийную ситуацию может возникнуть необходимость загрузить из модуля геовизуализации сведения о зданиях и сооружениях, расположенных в зоне ЧС.

Отличительными функциональными особенностями системы поддержки принятия решений по управлению промышленно-экологической безопасностью региона являются

использование подсистемы формирования планирующей документации, а также средств визуализации принимаемых управленческих решений в условиях ЧС. Рассмотрим далее реализацию этих системных компонентов более подробно.

Подсистема разработки планирующих документов

Нормативное регулирование разветвленной хозяйственной деятельности требует оперативного манипулирования сложной системой документации и разработки на этой основе взаимосвязанных планов и программ управления риск-устойчивым региональным развитием. Основой планирования действий по локализации и ликвидации ЧС является существующая нормативно-методическая база (НМБ), доступ к которой предоставляется в рамках разработанной системы поддержки принятия решений. На основе существующей НМБ в организации, занимающейся управлением промышленно-экологическими рисками, создаются различные планирующие документы, в рамках которых, в том числе, определяются сценарии и риски возникновения и развития ЧС, а также способы борьбы с ЧС.

Структура планирующего документа (например, паспорта безопасности) в большинстве случаев жестко регламентирована ведомственными приказами или подобными нормативными актами. Для упрощения процедуры разработки документа в рамках созданной системы поддержки принятия решений предусмотрен соответствующий модуль генерации (МГПД), который на основе исходных данных в автоматизированном режиме формирует итоговый вариант, используемый при планировании действий по борьбе с ЧС на опасном производственном объекте.

Документ, созданный в результате работы МГПД, сохраняется в архиве, откуда может быть извлечен пользователем для непосредственной работы с ним, либо может использоваться в качестве исходных данных при создании новых планирующих документов или обновлении существующих.

МГПД состоит из четырех основных блоков: библиотеки шаблонов документов, библиотеки расчетных модулей, библиотеки информационных блоков, собственно модуля генерации (рис. 2).

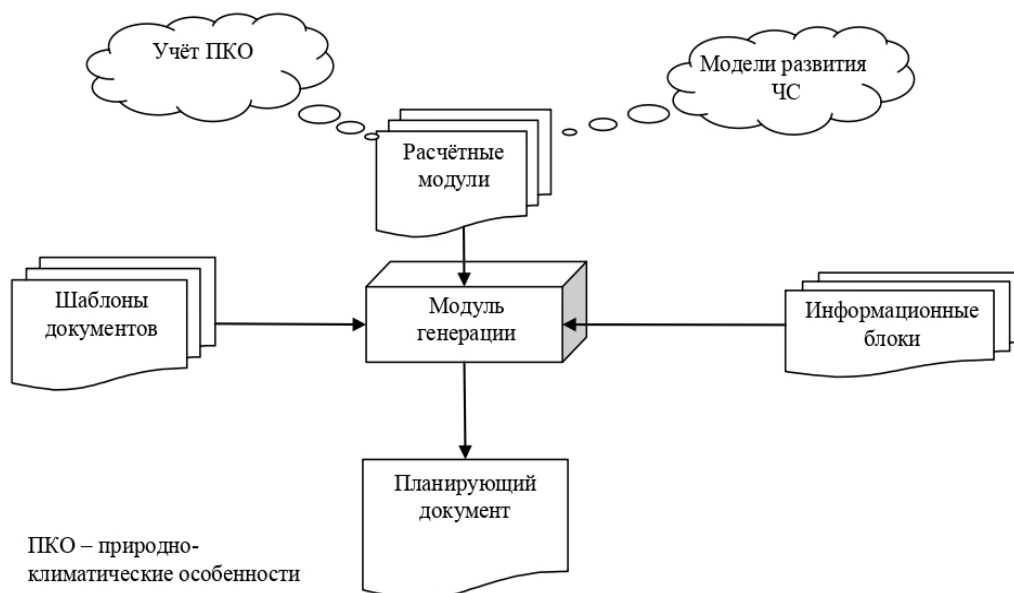


Рис. 2. Схема работы модуля генерации планирующих документов

Fig. 2. Generation module functioning scheme of the safety planning documents

Для создания конкретного планирующего документа первоначально выбирается соответствующий шаблон. Далее используются заранее созданные информационные блоки, которые вставляются в итоговый вариант. Для выполнения процедуры оценки рисков ЧС производится обращение к соответствующему расчетному модулю. Таким образом,

пользователь указывает, какой вид документа требуется создать; подбирает необходимые информационные блоки; указывает исходные данные для проведения расчетов риска. Модуль генерации на основе данных, введенных пользователем, формирует итоговый планирующий документ.

Комплекс средств визуализации принимаемых решений

На примере задачи планирования действий сил и средств в условиях ЧС предложен подход [Зуенко и др., 2019; Шемякин и др., 2019], нацеленный на снижение неопределенности при принятии решений. Требуемую точность воспроизведения обстановки предлагается определять, исходя из оценки риска ЧС. Двумерные план или карта обеспечивают потребности моделирования незначительных (по вероятности и возможному ущербу) событий. Для крупных аварий следует использовать трехмерные модели (рис. 3).

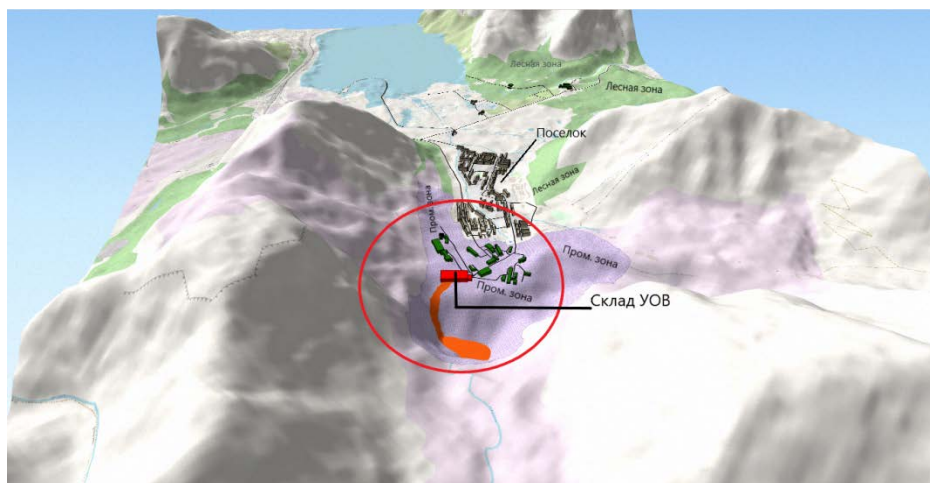


Рис. 3. Пример моделирования рельефа местности в зоне ЧС

Fig. 3. An example of territory relief modeling within the area of emergency situation

Детализация и приближение к реальности при моделировании промышленно-природных ЧС способствуют повышению точности и обоснованности принимаемых решений. Однако использование сложных моделей требует определенных затрат, которые следует соотносить с возможными выгодами. Полезным свойством предложенного подхода является также применение единой ГИС-платформы, а не совокупности программ из различных платформ. Так, в [Павлов и др., 2015; Христодуло и др., 2019] предлагается программная система визуализации зоны ЧС на нефтеперерабатывающем предприятии. Исходными данными являются 3D-модели производственных объектов и геоданные об их расположении на местности. 3D-модели подготавливаются в пакетах трехмерного моделирования, геоданные – при помощи геоинформационных систем. В [Сакова, Скрынник, 2015] для визуализации зоны ЧС было разработано веб-приложение, которое использовало геоданные из «Яндекс.Карты». Реализация веб-приложения требовала использования сторонних библиотек.

Отметим, что в настоящее время применяемые в современных системах поддержки принятия решений ситуационных центров региона средства визуального моделирования динамики (анимация) процессов развития аварий и действий сил в условиях техногенно-экологических ЧС недостаточно развиты и требуют совершенствования для повышения контроля исполнения решений по борьбе с этими ЧС. Отображение различных сценариев и вариантов локализации, развития и ликвидации ЧС представляется весьма эффективным инструментом, стимулирующим творческие и когнитивные способности ЛПР и экспертов в сфере ситуационного управления безопасностью критически важных объектов региона.

Рассмотренный комплекс средств поддержки принятия решений и технология управления промышленно-экологической безопасностью использованы при создании планирующих документов по оценке рисков ЧС для предприятий Мурманской области.

Основные результаты практической реализации разработок и области их применения системно отражены на рис. 4.

Детализируем основные направления внедрения результатов:

Устойчивость в условиях ЧС. Проведен анализ устойчивости крупного горно-химического предприятия при разнородных ЧС.

Анализ безопасности гидротехнических сооружений. Рассчитан вероятный вред при авариях для хранилищ отходов и гидротехнического комплекса горнодобывающего предприятия.

Системы управления безопасностью. Спроектирована автоматизированная система управления техногенной безопасностью горно-химического предприятия, разработан прототип АРМ-специалиста по управлению промышленной безопасностью.



Рис. 4. Сферы применения и результаты практической реализации разработок
Fig. 4. Developments application fields and implementation results

Разработка деклараций безопасности. Проведен системный анализ безопасности и рисков пожаровзрывоопасных объектов, химически опасных объектов, гидротехнических сооружений.

Разработка паспортов безопасности. Выполнена комплексная оценка рисков аварий и ЧС для промышленных и социальных объектов Кольского полуострова.

Планы борьбы с разливами нефтепродуктов. Разработаны тринадцать планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов различных уровней.

Разработка планов защищенности. Созданы планы обеспечения защищенности критически важных объектов региона, в частности, планы антитеррористической защищенности социально-значимых объектов.

Разработка трехмерных моделей объектов и рельефа. Совместно с Горным институтом Кольского научного центра РАН созданы объемные компьютерные модели рельефа промплощадок рудников и модели зданий и сооружений горнодобывающего предприятия.

Разработка планов действий в ЧС, планов гражданской обороны. Выполнено планирование действий по борьбе с промышленно-природными ЧС для разнородных объектов Мурманской области, планирование мероприятий по гражданской обороне.



Упомянем некоторые объекты, на которых внедрены представленные результаты: АО «Апатит» и его подразделения, АО «Мурманская ТЭЦ», АО «Мурманоблгаз», АО «Хладокомбинат», АО «Оленегорский механический завод», ООО «Апатитский молочный комбинат». Все выполненные работы нацелены на повышение безопасности, снижение рисков ЧС для объектов Мурманской области и региона в целом.

Заключение

В ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

1. Разработана трехуровневая теоретико-множественная модель, представляющая собой интегрированное формализованное описание предметной области (промышленно-экологической безопасности).

2. Для крупного промышленного предприятия разработаны конструктивный метод формирования и базовая структура программно-алгоритмического комплекса управления техногенно-экологической безопасностью, обеспечивающего интеграцию разнородных моделей и соответствие нормативным регулирующим ограничениям.

3. Предложена унифицированная информационная технология для решения задач превентивного управления техногенными и природными ЧС, характерными для полярных регионов. Отличительной особенностью технологии является реализация подсистемы формирования планирующей документации и согласования принимаемых управленческих решений с актуальными нормативно-правовыми актами.

4. Разработан и апробирован комплекс средств визуализации процесса принятия решений, нацеленный на повышение точности и наглядности результатов управленческой деятельности в сфере обеспечения промышленно-экологической безопасности.

Результаты исследования нашли применение при решении задач информационно-аналитического обеспечения промышленно-экологической безопасности на территории Мурманской области, а также будут использованы при реализации основных направлений государственной политики России в Арктике на период до 2035 года в части разработки систем поддержки принятия решений для региональных ситуационных центров.

Список литературы

1. Антюхов В.И., Остудин Н.В. 2017. Моделирование процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при принятии управленческих решений. Научно-аналитический журнал «Вестник СПбГУ ГПС МЧС России», 2: 78–93.
2. Бурков В.Н., Титаренко Б.П. 2017. Разработка механизмов управления риском чрезвычайных ситуаций. Вестник МГСУ, т. 12, 5 (104): 559–563.
3. Гудин С.В., Хабибулин Р.Ш. 2017. Модель оптимизации мероприятий для управления пожарными рисками на территории нефтегазовых объектов с использованием генетических алгоритмов. Проблемы анализа риска, 1 (14): 40–45.
4. Зуенко А.А., Яковлев С.Ю., Шемякин А.С., Олейник Ю.А. 2019. Применение технологии программирования в ограничениях для планирования действий в чрезвычайных ситуациях. Информационные технологии и вычислительные системы, 1: 26–37.
5. Колесников Е.Ю. 2013. Количественное оценивание неопределенности техногенного риска (Часть 1). Проблемы анализа риска, т. 10, 2: 48–71.
6. Маслобоев А.В., Путилов В.А. 2016. Информационное измерение региональной безопасности в Арктике. Апатиты, КНЦ РАН, 222.
7. Павлов С.В., Христовуло О.И., Гизатуллин А.Р., Соколова А.В. 2015. Обработка двумерной пространственной информации в составе 3D модели промышленного объекта. Нефтегазовое дело, (13) 1: 152–158.
8. Попов Е.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Гаврилов С.Л., Седнев В.А., Лысенко И.А. 2019. Анализ информационно-моделирующих систем поддержки принятия решений при реагировании на чрезвычайные ситуации радиационного характера. Технологии техносферной безопасности, 2 (84): 119–131.

9. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» 2017. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017г. №1632-р). [Электронный ресурс] URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.
10. Сакова Н.В., Скрынник А.А. 2015. Моделирование химической аварии на предприятии г. Рыбинска. Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева, 2 (33): 145–149.
11. Сборник работ лауреатов. 2018. Международный конкурс научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа. М., ООО «Технологии развития», 224.
12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2013661875. Программный комплекс «Паспорт безопасности» / О.М. Маслов, И.А. Гайченя, Н.А. Стебенев, Д.А. Морозов; заявл. 18.12.2013; опубл. 20.01.14.
13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2014614143. Разработка инструкций по охране труда / А.Р. Степанян, О.В. Вересов, С.В. Чемоданов, А.М. Карасев; заявл. 17.04.2014; опубл. 20.05.2014.
14. Титаренко Б.П., Бурков В.Н. 2017. Оценка эффективности механизмов управления риском чрезвычайных ситуаций, Вестник МГСУ. т. 12, 5 (104): 581–585.
15. Топольский Н.Г., Семиков В.Л., Прус Ю.В., Яковлев О.В., Береснев Д.С. 2016. Информационно-аналитическое обеспечение поддержки управления поисково-спасательными работами. Системы управления и информационные технологии, 4-1 (66): 194–196.
16. Христодуло О.И., Павлов С.В., Соколова А.В. 2019. Информационная поддержка принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах на основе технологий трехмерного геоинформационного моделирования. Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета, 1 (21): 24–34.
17. Шемякин А.С., Яковлев С.Ю., Маслобоев А.В. 2019. Компьютерная визуализация в задачах информационной поддержки принятия решений. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика, т. 46, 3: 540–552.
18. Шемякин А.С., Яковлев С.Ю., Олейник Ю.А., Маслобоев А.В. 2016. Автоматизация разработки планирующей документации по снижению промышленно-экологических рисков. Вестник Иркутского государственного технического университета, т. 20, 9: 74–85.
19. Nasstrom J.S., Sugiyama G., Baskett R.L., Larsen Sh.C., Bradley M.M. 2005. The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Support System for Radiological and Nuclear Emergency Preparedness and Response. [Электронный ресурс] URL: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc882611/m1/7/>
20. Smirnov A., Levashova T., Shilov N. 2011. Ubiquitous computing in emergency: Role-based situation response based on self-organizing resource network. Proceedings of IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA): 94-101.

References

1. Antyukhov V.I., Ostudin N.V. 2017. Modeling of the process of intellectual support of activities of officials of control centres in crisis situations of Emercom of Russia in making management decisions. Scientific-analytical journal «Bulletin of Saint-Petersburg university of state fire service of Emercom of Russia», 2: 78–93. (in Russian)
2. Burkov V.N., Titarenko B.P. 2017. Development of mechanisms for emergency risk management. Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering, vol. 12, 5 (104): 559–563. (in Russian)
3. Gudim S.V., Khabibulin R.Sh. 2017. Model for optimizing fire risk management activities in the territory of oil and gas production facilities using genetic algorithms. Issues of Risk Analysis, 1 (14): 40–45. (in Russian)
4. Zuenko A.A., Yakovlev S.Yu., Shemyakin A.S., Oleynik Yu.A. 2019. Application of constraint programming technology for planning action in emergency situations. Journal of Information Technologies and Computing Systems, 1: 26–37. (in Russian)
5. Kolesnikov E.Yu. 2013. Uncertainty quantitative assessment of technogenic risk (Part 1). Issues of Risk Analysis, vol. 10, 2: 48–71. (in Russian)
6. Masloboev A.V., Putilov V.A. 2016. Informationsionnoe izmerenie regional'noy bezopasnosti v Arktike [Information dimension of regional security in the Arctic]. Apatity: KSC RAS, 222. (in Russian)



7. Pavlov S.V., Khristodulo O.I., Gizatullin A.R., Sokolova A.V. 2015. Processing two-dimensional spatial information as part of an industrial facility 3D model. *Oil&Gas Business*, 13 (1): 152–158. (in Russian)
8. Popov E.V., Panteleev V.A., Segal' M.D., Gavrilov S.L., Sednev V.A., Lysenko I.A. 2019. Analysis of information and modeling systems to support decision-making in responding to radiation emergencies. *Scientific journal Technologies of technosphere safety*, 2 (84): 119–131. (in Russian)
9. Program «Digital Economy of Russian Federation» 2017. (Government order of Russian Federation 28 July 2017. No. 1632-r). [Electronic resource] Available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. (in Russian)
10. Sakova N.V., Skrynnik A.A. 2015. Chemical accident modeling at the enterprise of Rybinsk. *Bulletin of Rybinsk state aviation technical university*, 2 (33): 145–149. (in Russian)
11. Laureates proceedings. 2018. International competition in research, scientific-technical and innovative developments, oriented to development and exploration of the Arctic and continental shelf. Moscow, Development technologies Publisher, 224. (in Russian)
12. State registration certificate of computing system No. 2013661875. Software system «Safety passport» / O.M. Maslov, I.A. Gaychenya, N.A. Stebenev, D.A. Morozov; application 18.12.2013; published 20.01.14. (in Russian)
13. State registration certificate of computing system No. 2014614143. Guidelines development of occupational safety and health / A.R. Stepanyan, O.V. Veresov, S.V. Chemodanov, A.M. Karasev; application 17.04.2014; published 20.05.2014. (in Russian)
14. Titarenko B.P., Burkov V.N. 2017. Evaluation of the effectiveness of economic mechanisms for emergency risk management. *Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering*, vol. 12, 5 (104): 581–585. (in Russian)
15. Topol'skiy N.G., Semikov V.L., Prus Yu.V., Yakovlev O.V., Beresnev D.S. 2016. Information and analytical support of search and rescue management. *Control systems and information technologies*, 4–1 (66): 194–196. (in Russian)
16. Khristodulo O.I., Pavlov S.V., Sokolova A.V. 2019. Decision-making information support for prevention and elimination of emergency situations at industrial objects on the basis of 3D geoinformation modeling technology. *Auditorium. Online scientific journal of Kursk state university*, 1 (21): 24–34. (in Russian)
17. Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu., Masloboev A.V. 2019. Computer visualization for information support decision making. *Scientific bulletin of Belgorod state university. Economics and informatics Series*, vol. 46, 3: 540–552. (in Russian)
18. Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu., Oleynik Yu.A., Masloboev A.V. 2016. Software for automated development of planning documentation on industrial-ecological risks decreasing. *Bulletin of Irkutsk state technical university*, vol. 20, 9: 74–85. (in Russian)
19. Nasstrom J.S., Sugiyama G., Baskett R.L., Larsen Sh.C., Bradley M.M. 2005. The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Support System for Radiological and Nuclear Emergency Preparedness and Response. [Elektronnyy resurs] URL: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc882611/m1/7/>
20. Smirnov A., Levashova T., Shilov N. 2011. Ubiquitous computing in emergency: Role-based situation response based on self-organizing resource network. *Proceedings of IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)*: 94–101.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маслобоев Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории информационных технологий управления региональным развитием Института информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey V. Masloboev, Doctor of Technical Sciences, Associate professor, Leading Researcher in Department of information technologies for regional development management, Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Federal Research Center “Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, Russia

Шемякин Алексей Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории информационных технологий управления региональным развитием Института информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

Яковлев Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий управления региональным развитием Института информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

Aleksey S. Shemyakin, Junior Researcher in Department of information technologies for regional development management, Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Federal Research Center “Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, Russia

Sergey Yu. Yakovlev, Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Senior Researcher in Department of information technologies for regional development management, Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Federal Research Center “Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, Russia

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

УДК 621.396.9

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-842-852

Анализ качества передачи голосового трафика в подвижных беспроводных самоорганизующихся сетях со смешанными каналами связи: имитационная модель

Охрименко А.Г., Лазарев С.А., Польщиков К.А.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

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

E-mail: okhrimenko@bsu.edu.ru, lazarev_s@bsu.edu.ru, polshchikov@bsu.edu.ru

Аннотация

Статья посвящена разработке имитационной модели для анализа качества передачи голосового трафика в подвижной беспроводной самоорганизующейся сети со смешанными каналами связи — оптическими и радиоканалами. Целью статьи является расширение практики исследования телекоммуникационных сетей с использованием дискретного сетевого имитатора NS-3 на самоорганизующиеся VoIP-сети со смешанными каналами связи. Предложена модель подвижной беспроводной самоорганизующейся сети со смешанными каналами связи с разбиением на локальные группы узлов, связанные оптическими каналами. Разработана многопараметрическая имитационная модель для исследования процесса передачи голосового трафика. Проведено пробное имитационное моделирование процесса передачи голосового трафика от источника до приемника, размещенных в различных локальных группах при независимом движении узлов различных локальных групп и при использовании типовых протоколов динамической маршрутизации. Теоретическая значимость состоит в разработке имитационной модели для исследования процесса передачи голосового трафика в подвижной беспроводной самоорганизующейся сети со смешанными каналами связи.

Ключевые слова: беспроводная самоорганизующаяся сеть, имитационная модель, NS-3, оптический канал связи, голосовой трафик.

Для цитирования: Охрименко А.Г., Лазарев С.А., Польщиков К.А. 2020. Анализ качества передачи голосового трафика в подвижных беспроводных самоорганизующихся сетях со смешанными каналами связи: имитационная модель. Экономика. Информатика. 47 (4): 842–852. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-842-852.

Voice traffic quality analysis in MANET with mixed communication channels: simulation model

Okhrimenko A., Lazarev S., Polshchikov K.

Belgorod State National Research University

85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: okhrimenko@bsu.edu.ru, lazarev_s@bsu.edu.ru, polshchikov@bsu.edu.ru

Abstract

The article is devoted to the development of a simulation model for analyzing the quality of voice traffic transmission in a MANET with mixed communication channels — optical and radio channels. The purpose of the article is to extend the practice of researching telecommunications networks using the NS-3 discrete network simulator to VoIP MANET with mixed communication channels. A model of a MANET with mixed communication channels divided into local groups of nodes connected by optical channels is proposed. A

multiparametric simulation model has been developed to research the process of VoIP. A trial simulation of the process of transmitting voice traffic from a source to a receiver located in different local groups with independent movement of nodes of different local groups and using standard dynamic routing protocols was performed. The theoretical significance consists in the development of a simulation model for researching the process of VoIP in a MANET with mixed communication channels.

Keywords MANET, simulation model, NS-3, optic communication channel, VoIP.

For citation: Okhrimenko A., Lazarev S., Polshchykov K. 2020. Voice traffic quality analysis in MANET with mixed communication channels: simulation model. Economics. Information technologies. 47 (4): 842–852 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-842-852.

Введение

Современное развитие методов и техники обмена информацией предоставляет для разработчиков беспроводных самоорганизующихся сетей (БСС) широкие возможности по выбору технических средств и протоколов, а для организации обмена информацией использовать не только радио-, но и оптические каналы связи (КС) от инфракрасного до ультрафиолетового диапазонов волн [Щетинин и др., 2007; Sevincer et al., 2011; Uysal et al., 2016; Konstantinov et al., 2019]. Преимущества БСС по быстрому развёртыванию сетей связи и передачи информации; голос, как наиболее предпочтительная форма общения между абонентами; использование традиционных КС и разработка КС на новых физических принципах требуют исследований как самой возможности, так и оценки показателей качества передачи голосового трафика в БСС со смешанными КС. Предпочтительным методом исследования БСС, как сложной системы [Polshchykov et al., 2017; Konstantinov et al., 2016], является имитационное моделирование [Константинов и др., 2015]. Поэтому разработка имитационной модели БСС со смешанными КС для передачи голосового трафика является актуальной задачей.

Структура исследуемой беспроводной самоорганизующейся сети

В некоторых случаях БСС большой размерности целесообразно представить совокупностью локальных групп узлов (ЛГУ), соединенных КС пограничных узлов (ПУ). Под ЛГУ БСС понимается совокупность узлов, расположенных в пределах ограниченной на местности области, и выполняющих совместные задачи. Предполагается, что обмен голосовой информацией между узлами одной ЛГУ производится по радиоканалам и составляет существенную величину по сравнению с объемом голосового трафика, предназначенного для узлов других ЛГУ. Под ПУ будем понимать узел ЛГУ, который дополнительно к задачам узлов ЛГУ обеспечивает обмен голосовым трафиком с соседними ЛГУ посредством оптических КС. В ЛГУ может быть несколько ПУ. БСС предполагает обмен голосовым трафиком между всеми узлами, которые могут входить в различные ЛГУ.

Структура исследуемой БСС приведена на рис. 1, где N – количество ЛГУ. Обмен голосовым трафиком между узлами (У) внутри ЛГУ производится по радиоканалам. ПУ ЛГУ могут работать как в режиме «точка-точка», например, с образованием одного оптического канала OK_{2N} между ПУ ЛГУ₂ и ЛГУ_N, так и в режиме «точка-многоточка» – с образованием нескольких оптических КС из одного ПУ, например, каналов OK_{12} и OK_{1N} между пограничными узлами ЛГУ₁, ЛГУ₂ и ЛГУ₁, ЛГУ_N соответственно. Число узлов ЛГУ, за исключением ПУ, составляет k_j , где $j=1, \dots, N$.

Таким образом, описанная структура БСС со смешанными КС является основой для разработки имитационной модели. Исходная БСС разбита на относительно независимые ЛГУ, взаимодействие между которыми осуществляется посредством ПУ с оптическими КС. Обмен информацией внутри каждой ЛГУ производится по радиоканалам.

К имитационной модели БСС предъявим следующие требования:

1) поддержка современных методов обработки и передачи информации канального, сетевого и транспортного уровней модели взаимодействия открытых систем;

- 2) поддержка эксплуатационных характеристик оптических КС с заданными битовыми ошибками и скоростями передачи данных;
- 3) создание, доставка и потребление голосового трафика в реальном масштабе времени;
- 4) изменение параметров БСС;
- 6) доступность изучения модели в научных и образовательных целях.

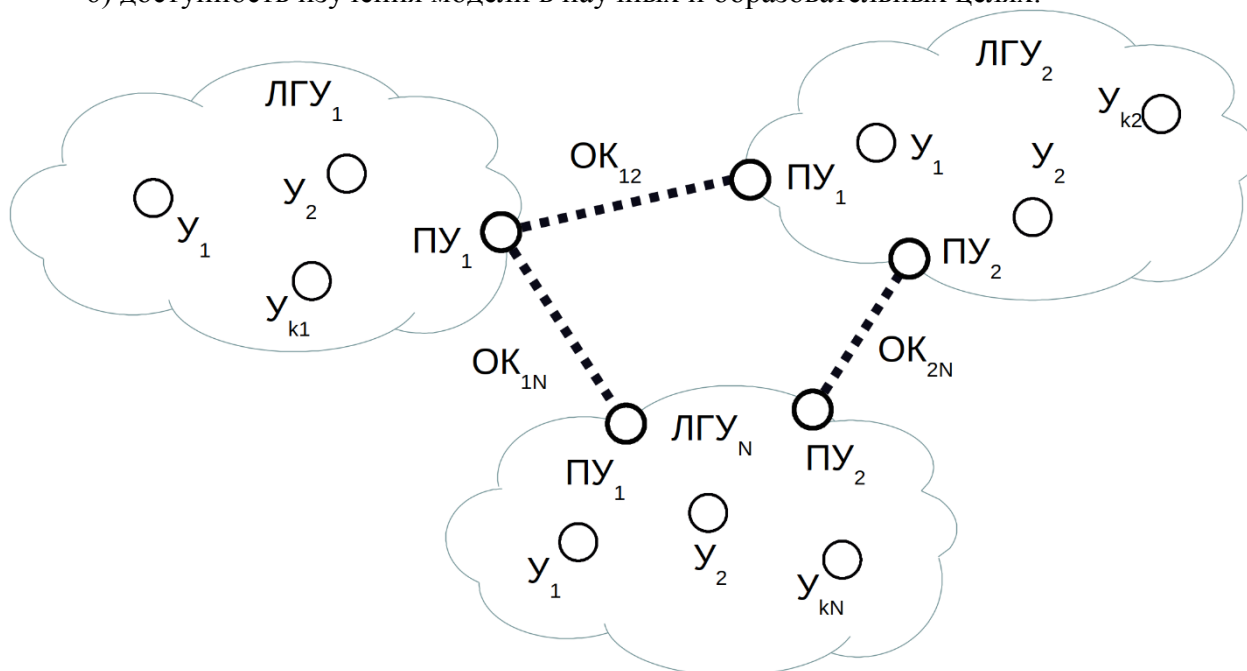


Рис. 1. Структура исследуемой БСС со смешанными каналами
Fig. 1. Structure of researching MANET with mixed channels

Методы и средства решения задачи

Для разработки имитационной модели БСС представим элементы БСС соответствующими моделями, на которые воздействуют внешние условия. В качестве средства построения имитационной модели БСС с оптическими КС целесообразно использовать доступные наработки открытого программного обеспечения – пакет дискретного имитационного моделирования NS-3 [NS-3, 2020]. Согласно [Kurkowski et al., 2005] доля использования предшественника, дискретного имитатора NS-2 для сетей MANET составила 43,8 %. NS-3, являясь усовершенствованием NS-2, предлагает передовые подходы к созданию имитационных моделей и запуск их с использованием реальных стеков протоколов, узлов и каналов связи реальных сетей. NS-3 широко используется для исследования различных Ad Hoc сетей (MANET, VANET, сетей БПЛА UAV Networks и сетей движущихся подводных объектов) [Miletić et al., 2012; Датьев и др., 2015; Regis et al., 2016; Aldalbahi et al., 2017; Bakhtin et al., 2017]. С помощью NS-3 проводятся исследования моделей спутниковых КС, инфракрасных каналов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), оптических каналов прямой видимости (FOS), смешанных (оптические и радио-) каналов связи [Di Perna, 2016], что позволяет расширить перечень моделей сред распространения сигналов и рассматривать не только проводные, радио- и ВОЛС, а также FOS для передачи сигналов в оптическом спектре. К достоинствам использования NS-3 следует отнести наличие консорциума NS-3 [NS-3 Consortium, 2020] из состава передовых ВУЗов и производителей телекоммуникационных сетей (ТКС). В задачи консорциума NS-3 входит обмен опытом между научными и производственными коллективами, проведение ежегодных семинаров WNS3 (начиная с 2013 г.) с выпуском научного сборника в электронной библиотеке ACM [ACM, 2020.]. Часто к недостаткам NS-3 относят сложность установки и настройки, а также необходимость использования командной строки. Для научного коллектива, связанного с

проблематикой MANET сетей, указанные недостатки скорее являются преимуществом, так как предоставляют возможности по полному контролю над средой моделирования.

Исходя из приведенных доводов, характеристик и опыта использования NS-3 можно сделать вывод о пригодности NS-3 в качестве инструмента моделирования и анализа БСС со смешанными КС в следующих отношениях:

- 1) стандартная поставка NS-3 содержит модели компонентов узлов сети, которые разработаны и апробированы передовыми ВУЗами мира в научных и образовательных целях;
- 2) разработан на языке C++ и представляет собой открытый программный код, что позволяет изучать представленные в NS-3 модели, разрабатывать собственные модели узлов (в том числе новый вид – пограничный узел ЛГУ), каналы связи (в том числе новые КС, основанные на новых физических принципах), устройства сети (в том числе устройства образования оптического КС), модели передвижения и голосового трафика (в том числе моделировать работу типовых звуковых кодеков), модели окружающей среды (в том числе модель распространения оптического сигнала);
- 3) поддерживает язык Python — язык программирования, широко применяемый для научных исследований, что позволяет обеспечивать интеграцию NS-3 с многочисленными пакетами и системами научных исследований, написанных на языке Питон;
- 4) масштабируется по количеству и составу узлов сети MANET;
- 5) имеет возможности по сопряжению с реальными внешними узлами ТКС и КС, а также по использованию реальных стеков протоколов в моделируемых узлах;
- 6) имеет способы для использования средств визуализации и анализа;
- 7) предоставляет средства отладки для любого уровня модели;
- 8) имеет качественную документацию по эксплуатации и разработке;
- 9) не зависит от конкретного типа операционной системы.

Для разработки модели БСС использовался пакет дискретного имитатора NS-3 версии 3.30 под управлением операционной системы Линукс Ubuntu версии 18.04. В качестве методологического обеспечения использовалась сопровождающая дискретный имитатор NS-3 документация [NS-3 Tutorial, 2020; NS-3 Manual, 2020; NS-3 Model library, 2020; NS-3 Documentation, 2020; NS-3 Allinone, 2020]. Разработка проводилась в интегрированной среде Eclipse IDE for C/C++ Developers [Eclipse, 2020].

Описание структуры имитационной модели

Имитационная модель БСС разработана по типовой схеме сценария, предлагаемого в руководстве пользователя NS-3. Структурные блоки и связи между ними имитационной модели представлены на рис. 2.

Блок «Обработка входных параметров» предназначен для разбора входных параметров и формирования корректных значений.

Блок «Создание топологии БСС» – основной блок модели, формирует структуру БСС, КС как внутри ЛГУ, так и оптические КС между ЛГУ, производит настройку узлов БСС.

Блок «Модель движения узлов» производит начальную установку местоположения узлов и формирует независимые модели движения узлов, принадлежащих различным ЛГУ.

Блок «Создание голосового трафика» формирует приложения генерирования и потребления голосового трафика на узлах, определенных во входных параметрах. Голосовой трафик моделируется пакетами UDP заданной длительности и интервала следования.

Внешние воздействия на БСС формируются в виде задержки и интенсивности битовых ошибок в оптических КС.

Блок «Выгрузка выходных данных» записывает файлы формата XML, содержащие развернутый во времени процесс функционирования БСС, для последующего анализа программой NetAnim [NetAnim, 2020].

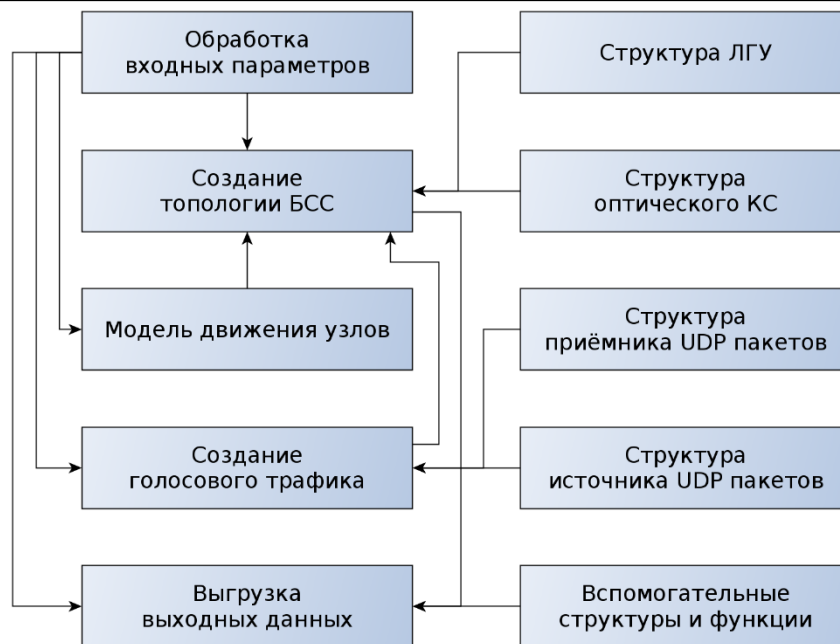


Рис. 2. Структура имитационной модели БСС
Fig. 2. Structure of the MANET simulation model

Особенностями реализации модели БСС являются:

- 1) ЛГУ, на которые может быть разбита исходная сеть;
 - 2) оптические КС, представленные абстракциями эксплуатационных характеристик линий связи: скоростью передачи данных, задержкой в канале, интенсивностью битовых ошибок;
 - 3) независимые модели движения для различных ЛГУ.
- Входные данные модели БСС представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Параметры модели БСС
MANET model parameters

Параметр	Наименование, допустимые значения
v	Вывод отладочных сведений.
routeProtocol	Протокол маршрутизации. olsr aodv dsdv dsr [olsr]
nodesCount	Количество узлов каждой группы, 2..6 [5]
clientNode	№ узла-источника (клиент), 1..nodesCount [2]
serverNode	№ узла-приемника (сервер), 1..nodesCount [2]
mtu	Максимальная единица передачи, байт [1400]
packetSize	Размер UDP пакета, байт [256]
packetInterval	Интервал между UDP пакетами, мкс [2500]
dataRate	Скорость передачи данных оптического канала связи, Мбит/с [10]
ber	Интенсивность битовых ошибок оптического канала связи [1e-05]
simulationTime	Продолжительность моделирования, с [120]
speedMax	Максимальная скорость узлов, м/с [20]
filePrefix	Префикс выходных файлов [udp-check]
delayBinWidth	Шаг гистограммы задержки UDP пакета, мс [1]
jitterBinWidth	Шаг гистограммы фазового дрожания UDP пакета, мс [0.2]

Примечание. В квадратных скобках приведены значения имитационной модели по умолчанию.

Таким образом, с помощью дискретного имитатора NS-3 разработана многопараметрическая имитационная модель БСС со смешанными КС, которая поддерживает современные методы обработки и передачи информации канального, сетевого и транспортного уровней модели OSI; учитывает эксплуатационные характеристики оптических КС; передает голосовой трафик в реальном масштабе времени и доступна для изучения в научных и образовательных целях.

Пример применения модели

Проверка разработанной имитационной модели БСС со смешанными КС проводилась на основе следующих исходных данных:

- 1) общее количество узлов сети – 10;
- 2) количество ЛГУ – 2;
- 3) количество передаваемых UDP пакетов – 1000;
- 4) протокол динамической маршрутизации – OLSR;
- 5) количество оптических КС – 1;
- 6) пограничные узлы – неподвижны.

Остальные параметры модели были выбраны по умолчанию согласно табл. 1. Выбор значения интенсивности битовых ошибок производился на основе результатов, приведенных в [Konstantinov, 2019]. ЛГУ₁ и ЛГУ₂ содержали по 4 узла в каждой (рис. 3). Каждая ЛГУ была расположена в пределах квадрата со стороной 1 км. ПУ₅ и ПУ₆ были связаны оптическим КС ОК₁₂ протяженностью $d=1$ км.

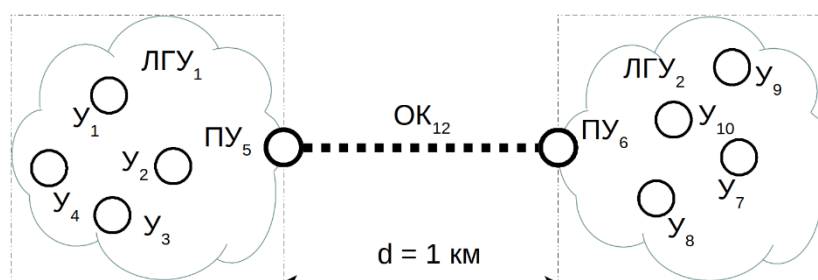


Рис. 3. Структура БСС с одним оптическим каналом связи
Fig. 3. Structure of MANET with one optical channel

На рис. 4 представлен фрагмент начальной работы БСС. После запуска моделирования начинается процесс обнаружения маршрутов. На рис. 3 показано как узел y_2 ЛГУ₁ рассылает пакеты OLSR для обнаружения маршрутов. Маршрутные таблицы на узлах БСС обновляются после изменения местоположения узлов. Типовая схема обнаружения маршрутов для узла из ЛГУ₁ приведена в табл. 2.

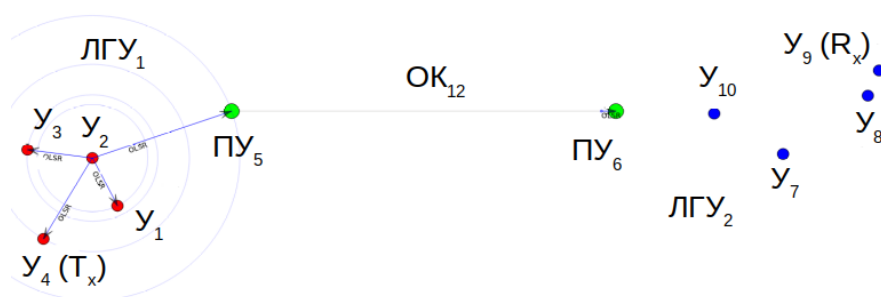


Рис. 4. Обнаружение маршрутов в БСС (отображение в программе NetAnim)
Fig. 4. Route detection in the MANET (display in the NetAnim program)

После обнаружения маршрутов БСС оценивались характеристики БСС по передаче голосового трафика. Для этой цели проводилось генерирование на узле $n_4(T_x)$ голосового трафика в виде пакетов UDP, передача голосового трафика из ЛГУ₁ в ЛГУ₂ через оптический КС ОК₁₂ и потребление голосового трафика на узле $n_9(R_x)$, при этом узлы ЛГУ₁ и ЛГУ₂ перемещались по случайным траекториям с заданной максимальной скоростью внутри своих локальных областей.

Таблица 2

Table 2

Схема обнаружения маршрута для узла n_1 из ЛГУ₁
Route detection scheme for node n_1 from local group of nodes

Время обнаружения маршрута, сек	ЛГУ ₁	ПУ ₅	ПУ ₆	ЛГУ ₂
3	+	-	-	-
5	+	+	-	-
6	+	+	+	-
11	+	+	+	+

Фрагмент процесса доставки UDP пакетов от источника – узла $n_4(T_x)$ к приемнику – узлу $n_9(R_x)$ приведен на рис. 5. Видно, что непосредственный канал доставки от ПУ₆ до приемника – узла $n_9(R_x)$ отсутствует, поэтому пакеты UDP маршрутизировались и ретранслировались на промежуточных узлах ЛГУ₂.

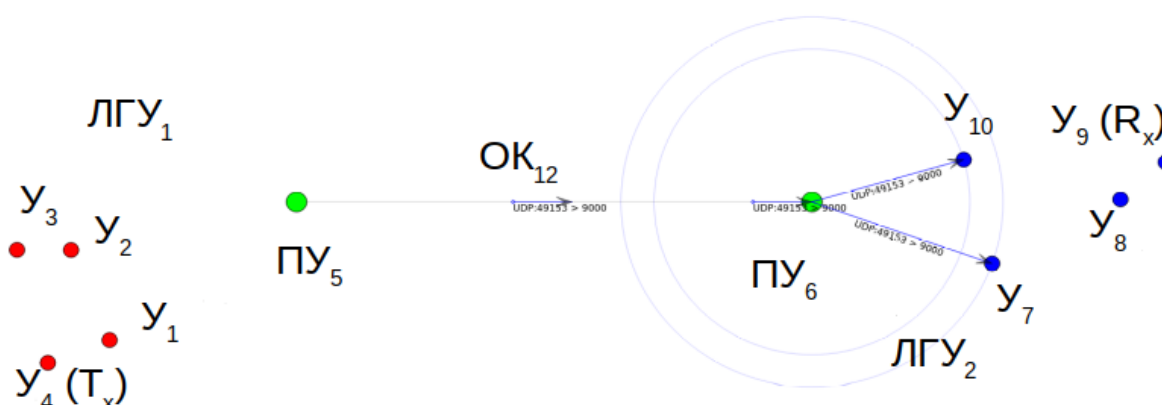


Рис. 5. Фрагмент процесса доставки UDP-пакетов (отображение в программе NetAnim)

Figure 5. Fragment of the UDP packet delivery process (displayed in the NetAnim program)

Результаты моделирования процесса передачи голосового трафика, полученные путем анализа потоков пакетов с помощью программы NetAnim, приведены на рис. 6 и 7, где представлены гистограммы времени задержки и фазового дрожания (англ. jitter) UDP-пакетов соответственно.

Анализ представленных на рис. 6 и 7 данных показывает, что при определенных настройках модели БСС возможно добиться передачи UDP-пакетов с характеристиками, приемлемыми для обмена голосовым трафиком:

- 1) время задержки голосовых пакетов составляло менее 20 мс;
- 2) фазовое дрожание UDP-пакетов – менее 7 мс;
- 3) потеря UDP-пакетов – менее 2,5 %.

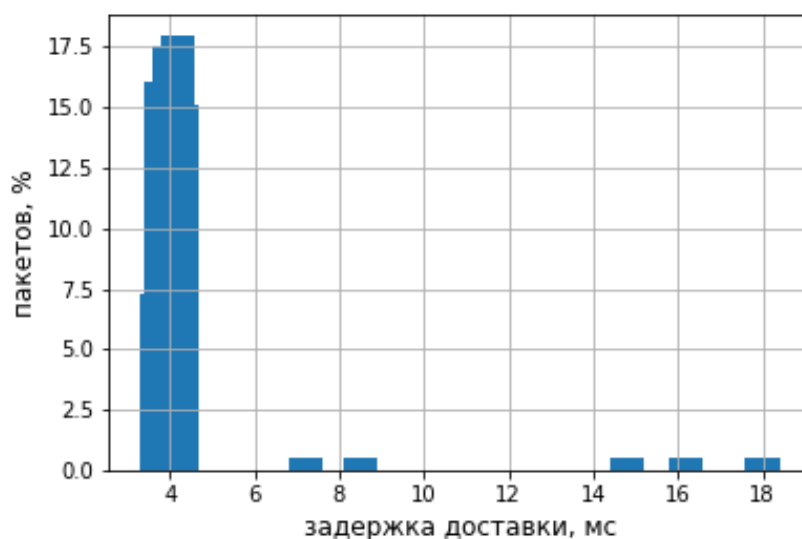


Рис. 6. Гистограмма времени задержки UDP-пакетов
Fig. 6. The histogram of the time delay of UDP packets

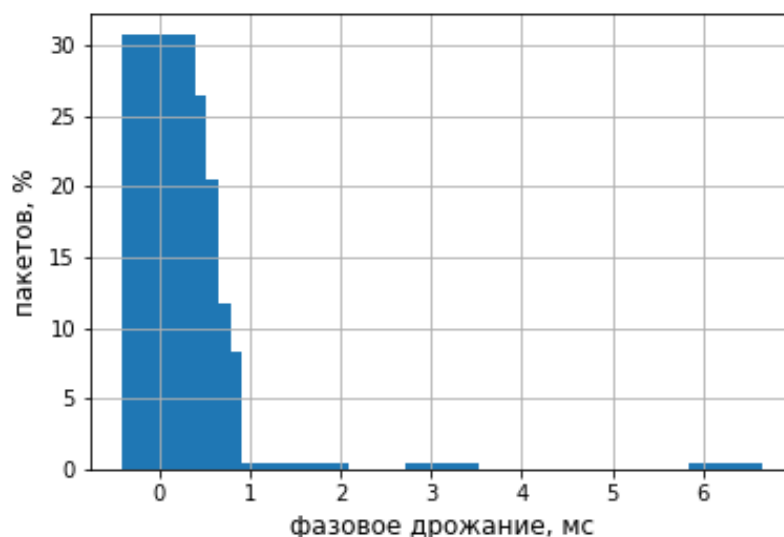


Рис. 7. Гистограмма фазового дрожания UDP-пакетов
Fig. 7. The histogram of the jitter of UDP packets

Заключение

Таким образом, разработана многопараметрическая имитационная модель БСС со смешанными каналами связи для передачи голосового трафика, которая может служить основой для исследований качества передачи голосового трафика в БСС в учебных и научных целях. Учитывая возможности получения при моделировании неожиданных результатов, планируется продолжить работы по совершенствованию имитационной модели БСС в направлении определения допустимых границ и оптимальных значений параметров модели.

Список литературы

1. Датьев И.О., Павлов А.А., Шишаев М.Г. 2015. Моделирование беспроводных многошаговых самоорганизующихся мобильных сетей. Труды Кольского научного центра РАН, 3(29): 137–150.



2. Константинов И. С., Польщиков К. А., Лазарев С. А. 2015. Имитационная модель передачи информационных потоков в мобильной радиосети специального назначения. Научные ведомости БелГУ, 35(1): 156–163.
3. Щетинин Ю.И., Поллер Б.В., Бритвин А.В. 2007. Использование ультрафиолетовых каналов с рассеянием в беспроводных информационных системах и микросистемах. Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника. Сб. материалов Международного научного конгресса «Гео-Сибирь». Новосибирск, 4: 176–180.
4. ACM. 2020. Available at: <https://dl.acm.org/action/doSearch?AllField=WNS3>. (date of the application: 12.11.2020).
5. Aldalbahi A, Rahaim M, Khreishah A. et al. 2017. Visible Light Communication Module An Open Source Extension to the ns3 Network Simulator With Real System Validity. IEEE Access, 5: 22144–22158.
6. Bakhtin A., Volkov A., Muratchaev S. et al. 2017. Development of MANET Network Model for Space Environment in NS3. Proc. of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2017 ElConRus). St. Petersburg, 31–34.
7. Di Perna M. 2016. Optical Satellite Systems for ns-3. Available at: <https://www.nsnam.org/wiki/SOCIS2016> (date of the application: 12.11.2020).
8. Eclipse IDE for C/C++ Developers. 2020. Available at: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/release/2020-03/r/eclipse-ide-cc-developers-includes-incubating-components> (date of the application: 12.11.2020).
9. Konstantinov I., Polshchikov K., Lazarev S., Polshchikova O. 2016. The Usage of the Mobile Ad-Hoc Networks in the Construction Industry. Proc. of the 10th Int. Conf. on Application of Information and Communication Technologies (AICT). Baku, 455–457.
10. Konstantinov I.S., Vasyliov G.S., Kuzichkin O.R. et al. 2019. AUV link mobile ad-hoc network examination. Int. Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5S): 512–517.
11. Konstantinov I.S., Vasyliov G.S., Kyzichkin O.R. et al. 2019. Modeling and analyzing of UV channels characteristics in various configuration of transmitters and receivers for building manet. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8(6S3): 576–581.
12. Kurkowski S., Camp T., Colagrosso M. 2005. MANET simulation studies: the incredible. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 9(4): 50–61.
13. Miletić V., Mikac B., Džanko M. 2012. Modelling Optical Network Components: A Network Simulator-Based Approach. Proc. of the IX International Symposium on Telecommunications (BIHTEL), 1–6.
14. NetAnim. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/wiki/NetAnim> (date of the application: 12.11.2020).
15. NS-3. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/> (date of the application: 12.11.2020).
16. NS-3 Allinone. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/releases/ns-allinone-3.30.1.tar.bz2> (date of the application: 12.11.2020).
17. NS-3 Consortium. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/consortium/> (date of the application: 12.11.2020).
18. NS-3 Documentation. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/doxygen/index.html> (date of the application: 12.11.2020).
19. NS-3 Manual. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/manual/ns-3-manual.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
20. NS-3 Model library. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/models/ns-3-model-library.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
21. NS-3 Tutorial. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/tutorial/ns-3-tutorial.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
22. Polshchikov K.O., Lazarev S.A., Zdorovtsov A.D. 2017. Neuro-Fuzzy Control of Data Sending in a Mobile Ad Hoc Network. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(2S): 1494–1501.
23. Regis P., Bhunia S, Sengupta S. 2016. Implementation of 3D Obstacle Compliant Mobility Models for UAV Networks in ns-3. Proc. of the Workshop on ns-3, 148.
24. Sevincer A, Karaoglu H, and Yuksel M. 2011. Performance Analysis of Voice Transfer Using Multi-Transceiver Optical Communication Structures. International Conference on Space Optical Systems and Applications, 73–77.
25. Uysal M., Capsoni C., Ghassemlooy Z. et al. 2016. Optical Wireless Communications: An Emerging Technology. Seria «Signals and Communication Technology». Springer International Publishing, 635.

References

1. ACM. 2020. Available at: <https://dl.acm.org/action/doSearch?AllField=WNS3>. (date of the application: 12.11.2020).
2. Aldalbahi A, Rahaim M, Khreishah A. et al. 2017. Visible Light Communication Module An Open Source Extension to the ns3 Network Simulator With Real System Valida. *IEEE Access*, 5: 22144–22158.
3. Bakhtin A., Volkov A., Muratchaev S. et al. 2017. Development of MANET Network Model for Space Environment in NS3. *Proc. of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2017 ElConRus)*. St. Petersburg, 31–34.
4. Dat'ev I.O., Pavlov A.A., Shishaev M.G. 2015. Modelirovanie besprovodnyh mnogoshagovykh samoorganizujushhihsja mobil'nyh setej. *Trudy Kol'skogo nauchnogo centra RAN*, 3(29): 137–150 (in Russian).
5. Di Perna M. 2016. Optical Satellite Systems for ns-3. Available at: <https://www.nsnam.org/wiki/SOCIS2016> (date of the application: 12.11.2020).
6. Eclipse IDE for C/C++ Developers. 2020. Available at: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/release/2020-03/r/eclipse-ide-cc-developers-includes-incubating-components> (date of the application: 12.11.2020).
7. Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Polshchikov K.A. 2015. Simulation model of information flows transmission in mobile ad-hoc network for special purpose. *Belgorod State University Scientific Bulletin*. 35(1): 156–163 (in Russian).
8. Konstantinov I., Polshchikov K., Lazarev S., Polshchikova O. 2016. The Usage of the Mobile Ad-Hoc Networks in the Construction Industry. *Proc. of the 10th Int. Conf. on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*. Baku, 455–457.
9. Konstantinov I.S., Vasyliov G.S., Kuzichkin O.R. et al. 2019. AUV link mobile ad-hoc network examination. *Int. Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5S): 512–517.
10. Konstantinov I.S., Vasyliov G.S., Kyzichkin O.R. et al. 2019. Modeling and analyzing of UV channels characteristics in various configuration of transmitters and receivers for building manet. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(6S3): 576–581.
11. Kurkowski S., Camp T., Colagrosso M. 2005. MANET simulation studies: the incredible. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 9(4): 50–61.
12. Miletić V., Mikac B., Džanko M. 2012. Modelling Optical Network Components: A Network Simulator-Based Approach. *Proc. of the IX International Symposium on Telecommunications (BIHTEL)*, 1–6.
13. NetAnim. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/wiki/NetAnim> (date of the application: 12.11.2020).
14. NS-3. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/> (date of the application: 12.11.2020).
15. NS-3 Allinone. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/releases/ns-allinone-3.30.1.tar.bz2> (date of the application: 12.11.2020).
16. NS-3 Consortium. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/consortium/> (date of the application: 12.11.2020).
17. NS-3 Documentation. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/doxygen/index.html> (date of the application: 12.11.2020).
18. NS-3 Manual. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/manual/ns-3-manual.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
19. NS-3 Model library. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/models/ns-3-model-library.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
20. NS-3 Tutorial. 2020. Available at: <https://www.nsnam.org/docs/release/3.30/tutorial/ns-3-tutorial.pdf> (date of the application: 12.11.2020).
21. Polshchikov K.O., Lazarev S.A., Zdorovtsov A.D. 2017. Neuro-Fuzzy Control of Data Sending in a Mobile Ad Hoc Network. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(2S): 1494–1501.
22. Regis P., Bhunia S, Sengupta S. 2016. Implementation of 3D Obstacle Compliant Mobility Models for UAV Networks in ns-3. *Proc. of the Workshop on ns-3*, 148.
23. Sevincer A, Karaoglu H, and Yuksel M. 2011. Performance Analysis of Voice Transfer Using Multi-Transceiver Optical Communication Structures. *International Conference on Space Optical Systems and Applications*, 73–77.
24. Shchetinin Yu.I., Poller B.V., Britvin A.V. 2007. Use of ultraviolet channels with scattering in wireless information systems and Microsystems. *Specialized instrument engineering, Metrology, Thermophysics, microtechnics: Proc. of the Int. Scientific Congress «Geo-Siberia»*. Novosibirsk, 4: 176–180 (in Russian).



25. Uysal M., Capsoni C., Ghassemlooy Z. et al. 2016. Optical Wireless Communications: An Emerging Technology. Seria «Signals and Communication Technology». Springer International Publishing, 635.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Охрименко Александр Григорьевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник учебно-научной лаборатории информационно-измерительных и управляющих комплексов и систем Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Лазарев Сергей Александрович, кандидат экономических наук, заместитель директора по научной и международной деятельности Института инженерных и цифровых технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Польщиков Константин Александрович, доктор технических наук, доцент, директор Института инженерных и цифровых технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander G. Okhrimenko, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Educational and Scientific Laboratory of Information-Measuring and Control Complexes and Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Sergey A. Lazarev, Candidate of in Economic Sciences, Deputy Director for Scientific and International activities of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Konstantin A. Polschikov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 51-74

DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-853-862

Алгоритм вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки для сети передачи данных систем мониторинга критически важных объектов государства

Саитов С.И.

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, Российская Федерация, 302025,
г. Орёл, ул. Приборостроительная, 35
E-mail: sami.stv@mail.ru

Аннотация

Важной задачей системы мониторинга критически важных объектов государства является достоверное определение психофизиологического состояния операторов автоматизированных рабочих мест. В современных условиях ограниченного объема канального ресурса сетей передачи данных государственных объектов и необходимости приоритизации трафика в пользу ресурсоемких услуг реального времени существует проблема вытеснения с обслуживания сообщений с коммуникативными характеристиками операторов. Указанный недостаток не позволяет обеспечить своевременную доставку оценок их поведенческих реакций для выработки оптимального управленческого решения. Соответственно, актуальной является задача моделирования сети передачи данных критически важных объектов государства, направленная на минимизацию потерь информации о состоянии оператора при обеспечении требуемого качества обслуживания традиционных услуг связи реального времени. Для решения данного противоречия предлагается вариант разработки математического инструментария интегрированной сети передачи данных в формальном базисе теории телетрафика. Рассматривается два потока заявок: ресурсоемкие блоки данных традиционных услуг связи обслуживаются с повышенным приоритетом относительно блоков данных с характеристиками состояния оператора. При этом известную дисциплину обслуживания с абсолютным приоритетом и прерыванием предлагается дополнить возможностью резервирования канального ресурса для информации о состоянии операторов. Для этих целей используется градиентная функция внутренней блокировки, которая задает вероятность отказа в обслуживании заявкам высокоприоритетного потока в зависимости от занятого объема канального ресурса. Представленный инструмент перераспределения объема пропускной способности позволяет решить задачу оптимизации, учитывая требования к качеству обслуживания заявок разных категорий и дисциплину обслуживания с приоритетами, прерыванием и резервированием канального ресурса. В статье представлен алгоритм расчета оптимальной градиентной функции внутренней блокировки высокоприоритетного трафика. Показано влияние изменения аргумента функции блокировки на характеристики качества обслуживания гетерогенного трафика. Полученные результаты могут быть применены при проектировании и модернизации сетей передачи данных с целью повышения эффективности использования канальных ресурсов.

Ключевые слова: объем канального ресурса, сеть передачи данных, многомодальное представление информации, система приоритетного обслуживания вызовов с явными потерями, резервирование канального ресурса, вероятность потерь вызовов.

Для цитирования: Саитов С.И. 2020. Алгоритм вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки для сети передачи данных систем мониторинга критически важных объектов государства. Экономика. Информатика. 47 (4): 853–862. DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-853-862.



Algorithm for calculating the optimal gradient function of the internal blocking for the data transmission systems for monitoring critical objects of the state

Saitov S.I.

Academy of Federal Security Guard Service of Russian Federation, 35 Priborostoitelnaia St., Orel, 302015,
Russian Federation
E-mail: sami.stv@mail.ru

Abstract

An important task of the monitoring system for critical facilities of the state is to reliably determine the psychophysiological state of operators of automated workstations. In modern conditions of a limited amount of channel resource of data transmission networks of public facilities and the need to prioritize traffic in favor of resource-intensive real-time services, there is a problem of displacing messages with communicative characteristics of operators from service. The indicated drawback does not allow to ensure the timely delivery of assessments of their behavioral reactions for the development of an optimal management decision. Accordingly, the task of modeling the data transmission network of critical state facilities is urgent, aimed at minimizing the loss of information about the state of the operator while ensuring the required quality of service for traditional real-time communication services. To solve this contradiction, a variant of the development of mathematical tools for an integrated data transmission network in the formal basis of the teletraffic theory is proposed. Two streams of claims are considered: resource-intensive data blocks of traditional communication services are served with increased priority relative to data blocks with characteristics of the operator's state. At the same time, it is proposed to supplement the well-known service discipline with absolute priority and interruption with the possibility of reserving a channel resource for information about the state of operators. For these purposes, the gradient function of internal blocking is used, which sets the probability of denial of service for high-priority flow requests depending on the occupied volume of the channel resource. The presented tool for redistributing the amount of bandwidth allows you to solve the optimization problem, taking into account the requirements for the quality of service of requests of different categories and the discipline of service with priorities, interruption and reservation of the channel resource. The article presents an algorithm for calculating the optimal gradient function of internal blocking of high-priority traffic. The influence of changing the argument of the blocking function on the characteristics of the quality of service of heterogeneous traffic is shown. The results obtained can be applied in the design and modernization of data transmission networks in order to increase the efficiency of using channel resources.

Keywords: channel resource volume; data transmission network; multimodal presentation of information; system of priority handling of calls with obvious losses; channel resource reservation, call loss probability.

For citation: Saitov S.I. 2020. Algorithm for calculating the optimal gradient function of the internal blocking for the data transmission systems for monitoring critical objects of the state. Economics. Information technologies. 47 (4): 853–862 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-4-853-862.

Введение

Современные геополитические условия заставляют пересмотреть отношение органов государственного управления к контролю критически важных объектов (КВО) [Постановление, 2020], так как повреждение их элементов может привести к негативным военно-политическим, экономическим последствиям, а также к многочисленным человеческим жертвам. Для таких объектов в настоящее время разрабатываются специализированные системы мониторинга поведения персонала КВО, который умышленно или неумышленно может поспособствовать аварийным ситуациям [ФЗ, 2017; Маслобоев, Быстров, 2020]. Для этих целей, по мнению большинства экспертов, перспективной является реализация динамической аутентификации, основанной на использовании многомодальных интерфейсов [Basov et al., 2017; Xu et al. 2019; Tovarek et al., 2018]. Однако при введении

дополнительных субъектов контроля или увеличения перечня контролируемых параметров каналы сети передачи данных (СПД) могут быть перегружены, так как этот же каналный ресурс используются для передачи традиционных услуг связи (телефония, видеоконференцсвязь). Таким образом, внедрение средств удаленного контроля операторов приводят к тому, что ресурса имеющейся СПД становится недостаточно. Следовательно, своевременными и злободневными являются задачи разработки моделей и алгоритмов, обеспечивающих как повышение защищенности КВО государства, так и требуемое качество обслуживания традиционных услуг связи через существующие и перспективные системы передачи информации (СПИ) при минимизации затрат каналного ресурса.

Для решения данного противоречия проведен анализ существующих подходов к моделированию СПД систем мониторинга КВО. С помощью тензорного представления СПД [Пасечников, 2004] и моделей теории графов затруднительно учесть параметры дисциплины и способа обслуживания в СПИ [Саитов и др., 2016; Вирченко, Остапенко, 2016; Douik et al., 2020]. Математический аппарат фракталов позволяет исследовать методы прогнозирования показателей качества обслуживания заявок в СПД (задержек заявок, длины очереди заявок и т. д.) в долгосрочной перспективе путем анализа тенденции изменения этих характеристик за краткий период времени [Городецкий, Заборовский, 2000]. Однако необходимость описания объектов сложной системы в терминах теории фракталов не позволяет использовать хорошо апробированные модели теории массового обслуживания для решения задач управления СПД в условиях обслуживания реального потока заявок. Таким образом, анализ существующих основных подходов к формальному представлению СПД показал, что наиболее методологически разработанным и применяемым в настоящее время математическим аппаратом является теория массового обслуживания [Трегубов и др., 2020; Stepanov et al., 2018; Kim, Kim, 2016; Toth et al., 2019]. На основании вышесказанного, в исследовании предложен вариант разработки алгоритма вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки высокоприоритетного трафика услуг связи реального времени с позиции теории телетрафика.

Постановка задачи моделирования

В качестве научно-методического инструментария была выбрана аналитическая модель, описывающая обслуживание неординарных заявок от ограниченной группы источников с абсолютными приоритетами, отказами [Корнилов, Королев, 2017] и градиентным резервированием каналного ресурса. В символике Кендалла – Башарина [Степанов, 2015] она обозначена как $M_i^n / M_1 / V / L / PRA$. Критерий оценки качества обслуживания поступающих потоков заявок – вероятность потерь заявок k -го потока

$$\pi_k = F(\mathbf{Z}_k, V, n, \varphi_k(i)),$$

где $\mathbf{Z}_k = [b_k, N_k, \alpha_k, \mu_k]^T$ – вектор параметров входной нагрузки: V – объем каналного ресурса СПД; n – число потоков заявок, $k = \overline{1, n}$; b_k – число единиц ресурса линии, необходимого для обслуживания k -го потока; N_k – общее число источников, формирующих k -й поток нагрузки; α_k – интенсивность потока заявок от одного источника k -го приоритета в свободном состоянии; μ_k – интенсивность обслуживания заявок k -го потока; i – общее число занятых каналных единиц объема каналного ресурса V в момент поступления заявки k -го потока, $i = \overline{0, V}$; $\varphi_k(i)$ – градиентная функция внутренней блокировки для заявок k -го потока, $\varphi_k(i) = [0, 1]$.

В соответствии с выбранной дисциплиной обслуживания рассматриваются два потока заявок: ресурсоемкие заявки традиционных услуг связи ($k = 2$) обслуживаются с повышенным



приоритетом относительно заявок с характеристиками состояния оператора ($k = 1$). В качестве дополнительного инструмента перераспределения объема пропускной способности используется градиентная (неубывающая) функция внутренней блокировки $\varphi_2(i)$, определяющая вероятность отказа в обслуживании заявкам высокоприоритетного потока в зависимости от общего числа занятых канальных единиц i объема канального ресурса V . Динамика изменения с течением времени числа обслуживаемых заявок каждого из имеющихся потоков описывается двумерным случайным процессом $r(t) = (i_1(t), i_2(t))$, определённым на конечном пространстве состояний $\Omega = \{(i_1, i_2) : i \leq V\}$, где $i_1(t)$ – число заявок первого и $i_2(t)$ – второго потоков, находящихся в момент времени t на обслуживании. Вероятность того, что на обслуживании находятся i_1 заявок на передачу низкоприоритетного и i_2 высокоприоритетного трафика – $p(i_1, i_2)$ [15].

Приведенная интерпретация позволяет определить искомые характеристики качества обслуживания поступающих потоков заявок. К ним относятся вероятности потерь заявок низкоприоритетного трафика $\pi_1 = \pi_{пт1} + \pi_{пр}$ и высокоприоритетного трафика $\pi_2 = \pi_{пт2} + \pi_{фб}$, где $\pi_{пт1}$ – вероятность потерь низкоприоритетного трафика из-за занятости всего канального ресурса обслуживанием заявок обоих потоков, определяемая как отношение интенсивности потерянных заявок к интенсивности поступивших заявок:

$$\pi_{пт1} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_1} p(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \alpha_1}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} p(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \alpha_1},$$

$$B_1 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : i + b_1 > V\};$$

$\pi_{пр}$ – вероятность потерь низкоприоритетного трафика из-за прерывания соединения заявкой более высокого приоритета, определяемая как отношение интенсивностей соответствующих событий:

$$\pi_{пр} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_2} \left(\left\lceil \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rceil \right) \cdot p(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} p(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \alpha_1},$$

$$B_2 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : V - i_1 \cdot b_1 < i_2 \cdot b_2 + b_2 \leq V\};$$

$\pi_{пт2}$ – вероятность потерь высокоприоритетного трафика традиционных услуг связи из-за занятости всего канального ресурса обслуживанием заявок приоритетного потока, определяемая выражением:

$$\pi_{пт2} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_3} p(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} p(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))},$$

$$B_3 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : i_2 \cdot b_2 + b_2 > V\};$$

$\pi_{фб}$ – вероятность потерь высокоприоритетного трафика из-за функции блокировки:

$$\pi_{\text{фб}} = \sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} p(i_1, i_2) \cdot \varphi_2(i).$$

На основании представленных зависимостей для повышения достоверности определения состояния оператора КВО при обеспечении требуемого качества обслуживания традиционных услуг связи необходимо вычислить оптимальную градиентную функцию внутренней блокировки $\varphi_{2\text{опт}}(i)$, позволяющую минимизировать вероятность потерь заявок с характеристиками субъекта мониторинга. Соответственно, целевая функция задачи оптимизации принимает вид:

$$\varphi_{2\text{опт}}(i) = \varphi_2(i) : \pi_2 \leq \pi_{2\text{треб}}, \pi_1 \rightarrow \min. \quad (1)$$

При разработке алгоритма учитываются следующие факторы:

1. Достоверность определения психофизиологического состояния оператора определяется вероятностью потерь заявок соответствующего потока;
2. Величина канального ресурса принимает дискретные значения;
3. Значения градиентной функции внутренней блокировки рассчитываются только для потока заявок высокоприоритетных традиционных услуг связи $\varphi_2(i)$;
4. При свободном канальном ресурсе в момент поступления потока заявок традиционных услуг связи ($i = 0$) функция блокировки не используется ($\varphi_2(0) = 0$);
5. Функция блокировки – градиентная (неубывающая);
6. Условиями, показывающими, что определена оптимальная функция блокировки, являются получение минимальной вероятности потерь заявок с характеристиками состояния операторов при вероятности потерь заявок традиционных услуг, не превышающей требуемого значения.

Алгоритм вычисления градиентной функции внутренней блокировки

С учетом рассмотренных факторов и анализа методов для решения задачи (1) выбран пассивный метод вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки $\varphi_{2\text{опт}}(i)$. Исходные данные для обозначенного условия формирования потоков и дисциплины обслуживания заявок: $\mathbf{Z}_k = [b_k, N_k, \alpha_k, \mu_k]^T$; $\pi_{2\text{треб}}$ – требования к качеству обслуживания традиционных услуг связи; l – изменение аргумента градиентной функции блокировки; V – объем канального ресурса СПД. Выходные данные: $\varphi_{2\text{опт}}(i)$ – оптимальная градиентная функция внутренней блокировки.

Алгоритм, блок-схема которого приведена на рисунке 1, реализует следующие шаги. После ввода и проверки исходных данных формируется матрица $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$ размерностью $s \times V$, где s – количество возможных неубывающих функций блокировок. Каждая строка матрицы $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$ определяет соответствующую функцию блокировки $\varphi_2(i)$ по правилу:

$$\begin{aligned} \varphi_2(0) &= 0, \varphi_2(1) = \varphi_{11}, \varphi_2(2) = \varphi_{12}, \dots, \varphi_2(V) = \varphi_{1V}, \\ \varphi_2(0) &= 0, \varphi_2(1) = \varphi_{21}, \varphi_2(2) = \varphi_{22}, \dots, \varphi_2(V) = \varphi_{2V}, \\ \varphi_2(0) &= 0, \varphi_2(1) = \varphi_{s1}, \varphi_2(2) = \varphi_{s2}, \dots, \varphi_2(V) = \varphi_{sV}. \end{aligned}$$

Для j -ой строки матрицы $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$ от 1 до s производится расчет характеристик качества обслуживания π_k . При выполнении условия $\pi_2 < \pi_{2\text{треб}}$ добавляется строка $[j, \pi_1, \pi_2]$ в



матрицу Π для дальнейшего вычисления оптимальной функции блокировки (шаг 10). При невыполнении условия $\pi_2 < \pi_{2\text{треб}}$ из расчетов исключаются последующие функции блокировки, при которых вероятность потерь заявок традиционных услуг связи возрастает (шаги 12–17).

Определяются строки матрицы Π , в которых рассчитана минимальная вероятность потерь блоков данных с характеристиками оператора $[j, \pi_{1\min}, \pi_2]$. При наличии нескольких таких строк выбирается строка с минимальной вероятностью потерь $\pi_{2\min}$. Далее на основании выбранной строки $[j, \pi_{1\min}, \pi_{2\min}]$ вычисляется j -ая строка матрицы $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$ для вывода оптимальной функции блокировки $\varphi_{2\text{опт}}(i)$.

Для проверки алгоритма вычислены характеристики качества обслуживания различных потоков заявок при использовании оптимальной функции блокировки и без нее. Результаты вычисления при исходных данных $n = 2$, $N = 5$, $b_1 = 1$ ЕКР, $b_2 = 2$ ЕКР, $\alpha_1 = 0,2$ Эрл, $\alpha_2 = 1$ Эрл, $\pi_{2\text{треб}} \leq 0,05$, $V = 10$ ЕКР, $l = 0,1$ представлены в таблице. При этом в процессе работы алгоритма сформирована матрица $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$, состоящая из 184757 строк ($s = 184757$). Оптимальный результат достигнут через 57 итераций.

Таблица 1

Table 1

Изменение показателей качества обслуживания при использовании оптимальной функции блокировки

Changes in quality of service indicators when using the optimal blocking function

№ строки матрицы $[\varphi_{ji}]_{s \times V}$	Градиентная функция внутренней блокировки $\varphi_2(i)$					Показатели качества обслуживания заявок	
	$\varphi_2(0, \dots, 6)$	$\varphi_2(7)$	$\varphi_2(8)$	$\varphi_2(9)$	$\varphi_2(10)$	π_1	π_2
1	0	0	0	0	0	0,17698	0
507	0	0	0	0,4	0,4	0,13996	0,04877

На основании полученных результатов можно посчитать выигрыш в качестве обслуживания потока заявок с характеристиками состояния операторов при обеспечении требуемого качества традиционных услуг связи:

$$\sigma = \frac{\pi_1 - \pi_1^{\text{РКР}}}{\pi_1} \cdot 100\% = \frac{0,17698 - 0,13996}{0,17698} \cdot 100\% \approx 21\%,$$

где $\pi_1^{\text{РКР}}$ – показатель качества обслуживания низкоприоритетного трафика при использовании оптимальной градиентной функции блокировки $\varphi_{2\text{опт}}(i)$ и π_1 без нее.

Также проведено исследование корректности разработанного алгоритма. На основании исходных данных $n = 2$, $N = 5$, $b_1 = 1$ ЕКР, $b_2 = 4$ ЕКР, $\alpha_1 = 0,7$ Эрл, $\alpha_2 = 0,5$ Эрл, $\pi_{2\text{треб}} \leq 0,05$, $V = 20$ ЕКР на рисунке 2 показано влияние изменения аргумента оптимальной функции блокировки на характеристики качества обслуживания гетерогенного трафика.

№ строки матрицы	Общее число занятых канальных единиц i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1
6	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
9	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2
16	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
17	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
18	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
19	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
20	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
21	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2
25	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
26	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

19448	0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
19449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
19450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.8
19451	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.8

43758	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
43759	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9
43760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.9
43761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.9

184753	0	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
184754	0	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
184755	0	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
184756	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

— строка удовлетворяет условию $\pi_2 \leq \pi_{2\text{трёб}}$

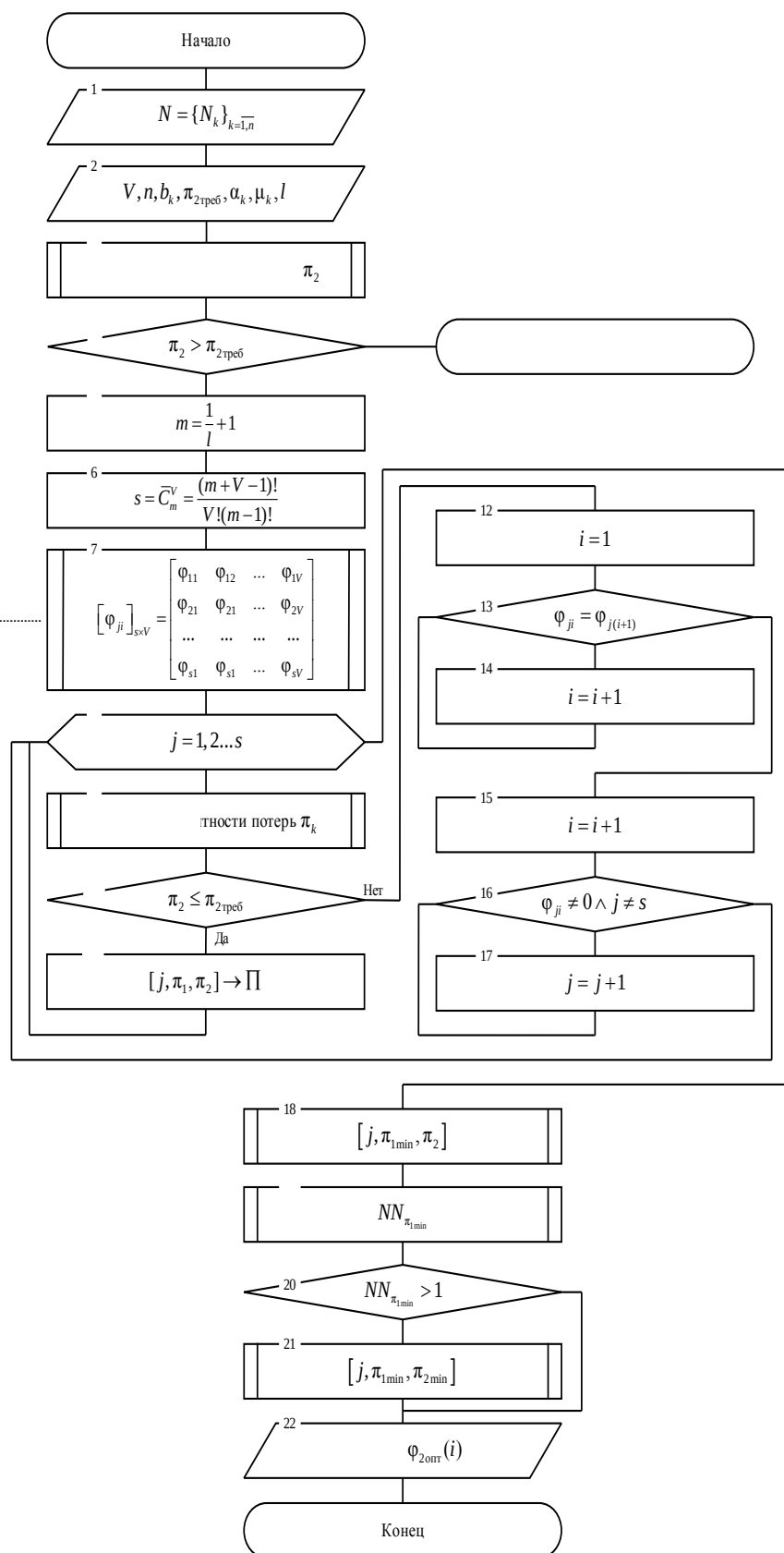


Рис. 1. Схема разработанного алгоритма
Fig. 1. Scheme of the developed algorithm

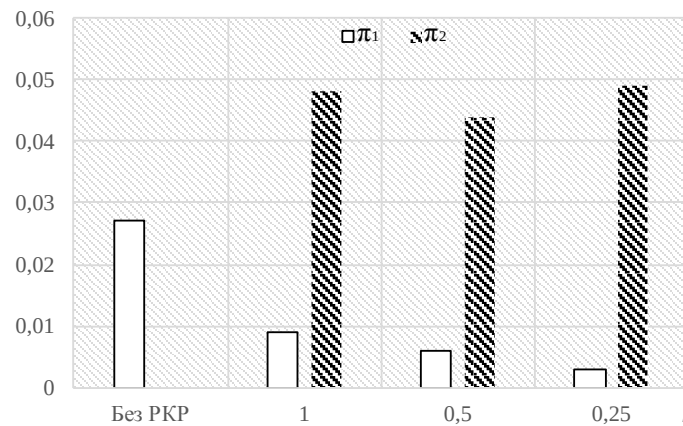


Рис. 2. Гистограмма зависимости π_k от изменения аргумента l

Fig. 2. Histogram of the dependence π_k on the change of the l argument

На основании исходных данных $n = 2$, $N = 5$, $b_1 = 1$ ЕКР, $b_2 = 4$ ЕКР, $\alpha_1 = 0,7$ Эрл, $\alpha_2 = 0,7$ Эрл, $V = 12$ ЕКР, $l = 0,1$ на рисунке 3 показана зависимость вероятности потерь π_1 и π_2 от требований качества обслуживания традиционных услуг связи при использовании оптимальной функции внутренней блокировки и без нее.

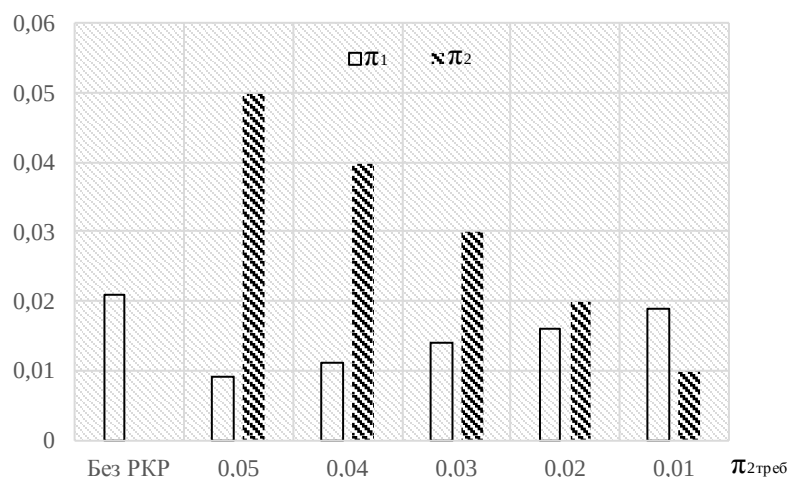


Рис. 3. Гистограмма зависимости π_k от изменения $\pi_{2\text{треб}}$

Fig. 3. Histogram of the dependence π_k on the change $\pi_{2\text{треб}}$

Анализ полученных результатов показал, что после выполнения конечного числа элементарных операций алгоритм позволяет преобразовать любые корректные и непротиворечивые входные данные в результат, который устойчив по отношению к малым возмущениям входных данных, обладает вычислительной устойчивостью и удовлетворительной вычислительной сложностью [Саитов и др., 2020].

Заключение

С помощью аналитической модели теории телетрафика $M_i^n / M_l / V / L / PRA$ был разработан алгоритм вычисления оптимальной градиентной функции внутренней блокировки для СПД систем мониторинга КВО, учитывающий требования к качеству обслуживания заявок разных категорий и дисциплину обслуживания с приоритетами, прерыванием и

резервированием канального ресурса. Схемы вычисления представленного алгоритма основаны на итерационном расчете. Проведенное исследование корректности разработанного алгоритма показывает, что после выполнения конечного числа элементарных операций алгоритм позволяет преобразовать любые корректные и непротиворечивые входные данные в результат, который устойчив по отношению к малым возмущениям входных данных, и обладает вычислительной устойчивостью. Полученные результаты могут быть применены при проектировании СПД КВО с целью повышения эффективности использования канальных ресурсов за счет повышения достоверности определения психофизиологического состояния персонала КВО при обеспечении требуемого качества традиционных услуг связи при приоритетной дисциплине обслуживания с резервированием.

Список литературы

1. Вирченко Ю.П., Остапенко Л.П. 2016. Задачи перечисления графов с помеченными вершинами. Математика. Физика, 27 (248): 150–180.
2. Городецкий А.Я., Заборовский В.С. Информатика. 2000. Фрактальные процессы в компьютерных сетях. СПб.: СПбГТУ, 102.
3. Корнилов С.А., Королев А.В. 2017. Модель звена мультисервисной сети следующего поколения с приоритетной дисциплиной обслуживания. Журнал «Телекоммуникации», 10: 35–42.
4. Маслобоев А.В., Быстров В.В. 2020. Концептуальная модель жизнеспособности критических инфраструктур в контексте современной теории безопасности сложных систем. Экономика. Информатика. 47 (3): 555–572. doi: 10.18413/2687-0932-2020-47-3-555-572.
5. Пасечников И.И. 2004. Методология анализа и синтеза предельно нагруженных информационных сетей. М.: Машиностроение-1, 216.
6. Постановление Правительства РФ № 1225. 2020. Об утверждении Правил разработки критериев отнесения объектов всех форм собственности к критически важным объектам. Введ. 14.08.2020.
7. Саитов С.И., Басов О.О., Саитов И.А. 2020. Программа вычисления оптимального значения функции блокировки коммутатора. Свидетельство № 2020618430 от 28.07.2020.
8. Саитов С.И., Трегубов Р.Б., Алексиков Ю.Г. 2016. Представление иерархических многоуровневых маршрутизирующих систем в теоретико-множественном базисе. Труды СПИИРАН, 3 (46): 139–168. doi: 10.15622/SP.46.15.
9. Степанов С. Н. 2015. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. М.: Горячая линия – Телеком, 868.
10. Трегубов Р.Б., Андреев С.Ю., Миронов А.Е. 2020. Задача выбора пропускных способностей каналов связи транспортной сети, учитывающая разбалансировку трафика различного приоритета. Труды СПИИРАН, 19 (2): 412–445. doi: 10.15622/sp.2020.19.2.7.
11. Федеральный закон № 187-ФЗ. 2017. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Введ. 26.07.2017. М.: Собрание законодательства РФ.
12. Basov O., Kipyatkova I., Saveliyev A. 2017. Multimodal subscriber interfaces for infocommunication systems. Computing and Informatics, 36 (4): 908–924. doi: 10.4149/cai-2017-4-908.
13. Douik A., Dahrouj H., Al-Naffouri T.Y., Alouini M.S. 2020. A tutorial on clique problems in communications and signal processing. Proceedings of the IEEE, 108 (4): 583–608. doi: 10.1109/JPROC.2020.2977595.
14. Kim J., Kim B. 2016. A survey of retrial queueing systems. Annals of operations research, 247 (1): 3–36. doi: 10.1007/s10479-01502038-7.
15. Stepanov S.N., Romanov A.I., Stepanov M.S., Vasilyev A.P. 2018. Analytical modeling of call admission control for real-time and elastic services in inter satellite link. 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. doi: 10.1109/SOSG.2018.8350637.
16. Toth A., Sztrik J., Kuki A., Berczes T., Effosinin D. 2019. Reliability analysis of finite-source retrial queues with outgoing calls using simulation. 2019 Proceedings of the international conference on information and digital technologies: 504–511. doi: 10.1109/DT.2019.8813419.
17. Tovarek J., Ilk G.H., Partila P., Voznak M. 2018. Human abnormal behavior impact on speaker verification systems. IEEE Access, 6: 40120–40127. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2854960.
18. Xu K., Lu Y., Takey K. 2019. Multifunctional skin-inspired flexible sensor systems for wearable electronics. Advanced Materials Technologies, 4 (3), 1800628. doi: 10.1002/admt.201800628.



References

1. Yu.P. Virchenko, L.P. Ostapenko. 2016. Enumeration problems of graphs with labeled vertices. *Mathematics. Physics*, 27 (248): 150–180.
2. Gorodetskiy A.Ya., Zaborovskiy V.S. 2000. *Informatics. Fractal processes in computer networks*. St. Petersburg, SPbSTU Publ., 102. (in Russian)
3. Kornilov S.A., Korolev A.V. 2017. Model of a link of a next-generation multiservice network with priority service discipline. *Telecommunications Magazine*, 10: 35–42. (in Russian)
4. Masloboev A.V., Bystrov V.V. 2020. Conceptual model of critical infrastructures resilience in the context of modern theory of complex system security. *Economics. Information technologies*. 47 (3): 555–572 (in Russian). DOI 10.18413/2687-0932-2020-47-3-555-572.
5. Pasechnikov I.I. 2004. *Methodology of analysis and synthesis of extremely loaded information networks*. Moscow, Mashinostroenie-1, 216. (in Russian)
6. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1225. 2020. On the approval of the Rules for the development of criteria for classifying objects of all forms of ownership as critical objects. Enter 08.14.2020. (in Russian)
7. Saitov S.I., Basov O.O., Saitov I.A. 2020. The program for calculating the optimal value of the switch blocking function. Certificate No. 2020618430 dated 07.28.2020. (in Russian)
8. Saitov S.I., Tregubov R.B., Aleksikov Yu.G. 2016. Representation of hierarchical multilevel routing systems in a set-theoretic basis. *Proc. of SPIIRAS*, 3 (46): 139–168. (in Russian). doi: 10.15622 / SP.46.15
9. Stepanov S.N. 2015. *Teletraffic theory: concepts, models, applications*. Moscow, Hotline – Telecom Publ., 868. (in Russian)
10. Tregubov R.B., Andreev S.Yu., Mironov A.E. 2020. The problem of choosing the bandwidth of communication channels of the transport network, taking into account the imbalance of traffic of various priorities. *Proc. of SPIIRAS*, 19 (2): 412–445. (in Russian). doi: 10.15622 / sp.2020.19.2.7.
11. Federal Law No. 187-FZ. 2017. On the security of the critical information infrastructure of the Russian Federation. Enter 26.07.2017. Moscow: Collected Legislation of the Russian Federation. (in Russian)
12. Basov O., Kipyatkova I., Saveliev A. 2017. Multimodal subscriber interfaces for infocommunication systems. *Computing and Informatics*, 36 (4): 908–924. doi: 10.4149/cai-2017-4-908.
13. Douik A., Dahrouj H., Al-Naffouri T.Y., Alouini M.S. 2020. A tutorial on clique problems in communications and signal processing. *Proceedings of the IEEE*, 108 (4): 583–608. doi: 10.1109/JPROC.2020.2977595.
14. Kim J., Kim B. 2016. A survey of retrieval queueing systems. *Annals of operations research*, 247 (1): 3–36. doi: 10.1007/s10479-01502038-7.
15. Stepanov S.N., Romanov A.I., Stepanov M.S., Vasilyev A.P. 2018. Analytical modeling of call admission control for real-time and elastic services in inter satellite link. 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. doi: 10.1109/SOSG.2018.8350637.
16. Toth A., Sztrik J., Kuki A., Berczes T., Effosin D. 2019. Reliability analysis of finite-source retrieval queues with outgoing calls using simulation. 2019 Proceedings of the international conference on information and digital technologies: 504–511. doi: 10.1109/DT.2019.8813419.
17. Tovarek J., Ilk G.H., Partila P., Voznak M. 2018. Human abnormal behavior impact on speaker verification systems. *IEEE Access*, 6: 40120–40127. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2854960.
18. Xu K., Lu Y., Takey K. 2019. Multifunctional skin-inspired flexible sensor systems for wearable electronics. *Advanced Materials Technologies*, 4 (3), 1800628. doi: 10.1002/admt.201800628.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сайтов Сергей Игоревич, адъюнкт Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, Орёл, Россия

ORCID ID: 0000-0003-0395-0071

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sergey I. Saitov, Postgraduate Academy of Federal Security Guard Service of Russian Federation, Orel, Russia

ORCID ID: 0000-0003-0395-0071